

Západočeská univerzita v Plzni

FAKULTA PEDAGOGICKÁ
KATEDRA VÝPOČETNÍ A DIDAKTICKÉ TECHNIKY

Souborové systémy pracovních stanic
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ondřej Mareš

Vedoucí práce: Dr. Ing. Jiří Toman

Plzeň, 14. 06. 2012

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

Plzeň, 14. června 2012

.....
vlastnoruční podpis

PODĚKOVÁNÍ

V těchto místech bych rád poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Dr. Ing. Jiřímu Tomanovi za vhodné připomínky a rady, díky kterým bylo možné tuto práci dokončit. Zároveň bych rád poděkoval svým rodičům za umožnění studia na této škole a za celkovou podporu. V neposlední řadě náleží mé poděkování slečně Evě Řezníkové za pomoc při překladu textů z cizího jazyka.

OBSAH

1	ÚVOD	1
2	DISKOVÉ ODDÍLY	2
2.1	TVORBA DISKOVÝCH ODDÍLŮ	4
2.1.1	Tvorba diskových oddílů pomocí instalátoru Windows XP	5
2.1.2	Tvorba diskových oddílů pomocí instalátoru Ubuntu 11.04	9
3	STRUKTURA SOUBOROVÉHO SYSTÉMU	16
3.1	ORGANIZACE SOUBOROVÉHO SYSTÉMU	16
3.2	FRAGMENTACE DAT V SOUBOROVÉM SYSTÉMU	19
3.3	ŽURNÁL.....	19
4	PŘIPOJOVÁNÍ SOUBOROVÉHO SYSTÉMU	21
5	METODY ALOKACE	23
5.1	SOUVISLÁ ALOKACE	23
5.2	SPOJOVANÁ ALOKACE	24
5.3	INDEXOVÁ ALOKACE	26
6	SOUBOROVÉ SYSTÉMY NA PLATFORMĚ WINDOWS.....	29
6.1	FAT OBECNĚ.....	29
6.1.1	Kořenový adresář.....	30
6.1.2	Fragmentace FAT.....	30
6.2	FAT12 A FAT16.....	32
6.2.1	Struktura FAT12 a FAT16.....	32
6.3	FAT32.....	33
6.3.1	Struktura FAT32.....	33
6.4	VFAT	33
6.5	NTFS	33
6.5.1	Metadata	34
7	SOUBOROVÉ SYSTÉMY NA PLATFORMĚ LINUX	38
7.1	EXT2.....	38
7.1.1	Struktura souborového systému ext2	39
7.2	EXT3.....	40
7.3	EXT4	41
7.3.1	Extenty.....	41
7.3.2	Prealokace	42
7.3.3	Zpožděná alokace	42
7.3.4	Online defragmentace.....	42
8	SOUBORY.....	43
8.1	STRUKTURA UKLÁDÁNÍ SOUBORŮ	43
8.2	TYPY SOUBORŮ.....	44
8.2.1	Speciální soubory v Linuxu	44
8.3	ATRIBUTY SOUBORU	46
8.4	OPERACE PŘI PRÁCI SE SOUBORY	47
9	MĚŘENÍ RYCHLOSTI SOUBOROVÝCH SYSTÉMŮ	49
9.1	NAMĚŘENÉ HODNOTY	51
9.2	GRAFY	52
9.3	SHRNUTÍ MĚŘENÍ	55
10	ZÁVĚR.....	57
11	SEZNAM OBRÁZKŮ	58

12 SEZNAM TABULEK	59
13 SEZNAM LITERATURY	60
14 RESUMÉ	62

1 ÚVOD

Práce je mířena na osoby pohybující se v oblasti výpočetní techniky, které zajímá problematika souborových systémů a přes to nemají dostatečné znalosti z této oblasti. Cílem práce je seznámit tyto osoby se základními principy a s celkovou funkcionalitou souborových systémů. Má poukázat na možnosti souborových systémů a provést základní porovnání nejpoužívanějších souborových systémů využívaných pro operační systémy Windows a Linux.

Práce má seznámit čtenáře se strukturou ukládání dat na fyzický disk, poukázat na různé úrovně zabezpečení u souborových systémů, nastínit jak souborový systém vzniká a jak pracuje. Zároveň má vysvětlit základní pojmy, které jsou spojeny s problematikou souborových systémů.

V závěru práce bude provedeno měření, které bude porovnávat rychlosti zápisu dat na určitý souborový systém. Porovnání bude znázorněno pomocí grafů a posléze i doplněno o slovní zhodnocení naměřených hodnot.

2 DISKOVÉ ODDÍLY

Souborový systém má, řečeno ve zkratce, uspořádat a ukládat data na paměťové médium. Jeho úkolem je organizovat data na disku tak, aby byla co nejlépe a nejrychleji dostupná při čtení. Pevně definuje způsob organizace dat a může určovat jednotlivá práva přístupu k souborům. Stejně tak může zajišťovat svými mechanismy bezpečnost dat uložených na disku. Zároveň definuje, jakým způsobem bude k datům přistupováno. Souborový systém není pouze záležitostí počítače. Vyskytuje se stejně tak na veškerých paměťových médiích. V této práci bude pojednáváno o souborových systémech vždy ve spojitosti s pevným diskem, jakožto úložištěm pro ně určeným.

Pevný disk (též označován jako fyzický disk) může být rozdělen na jednotlivé oddíly (anglicky partitions, v MS Windows označováno jako **svazek**). To umožňuje pracovat s jednotlivým oddílem, jako by se mělo jednat o další fyzický disk, je však pouze logický. Existuje několik typů diskových oddílů. Prvním z nich jsou takzvané **primární oddíly**. Na fyzickém disku mohou být maximálně 4. Toto omezení je dáno adresním prostorem tabulky. Pouze jeden z těchto oddílů může být aktivní, což znamená, že je z něj zaváděn operační systém, případně zde může být umístěno **bootovací menu**, které nabízí na výběr více operačních systémů. Dále existují Rozšířené oddíly. Díky těmto oddílům je možné vytvořit více logických oddílů. Tyto oddíly jsou mapovány nejčastěji do posledního primárního oddílu. Kopírují strukturu Master Boot Record, tudíž obsahují **tabulku rozšířených oddílů**, signaturu, boot sektor a následně data. Tato struktura je znázorněna na obrázku 1.

- **MBR** – Informace o MBR jsou uloženy v BIOSu. Ten poskytne při startu počítače fyzické umístění (adresu), díky které bude možné MBR zavést. Master Boot Record se nachází v prvním sektoru fyzického disku. Jeho velikost je 512 bytů a je v něm obsažen zavaděč systému a partition table¹. Pokud se blíže podíváme na Master boot rekord, zjistíme, že obsahuje 446 bytů určených pro bootloader², dále 4x16 bytů označujících partition table. Zbýlé 2 byty jsou boot record signature³. Signatura musí být vždy AA55h,

¹ Partition table – tabulka shromažďující informace o rozdělení disku

² Bootloader – zavaděč operačního systému

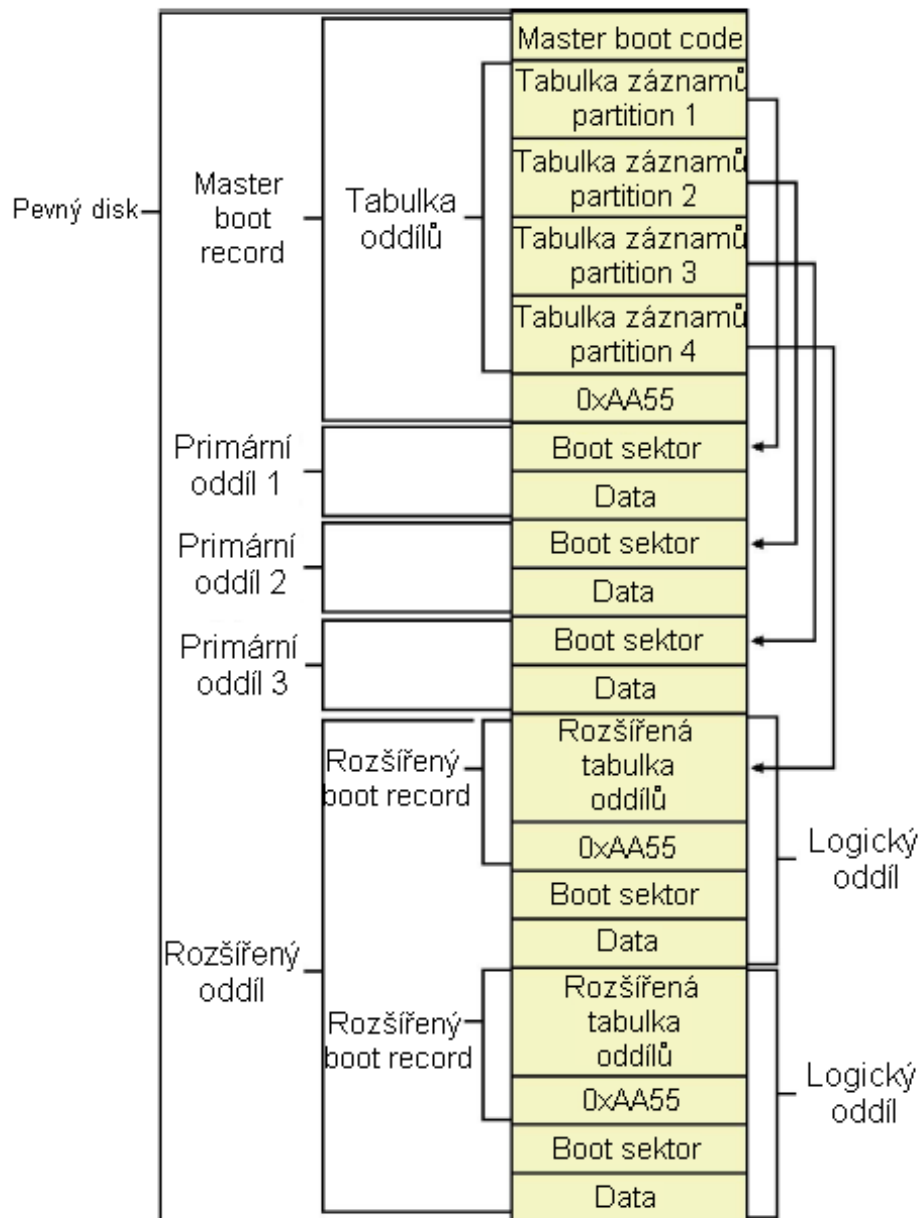
³ Boot rekord signature – Signatura označující konec MBR

jinak dojde k chybě. Hlavním úkolem MBR je načíst aktivní bootovací⁴ sektor oddílu, který je jako aktivní označen v partition table. Tím dojde ke spuštění zavaděče operačního systému.

- **Primární diskový oddíl** – Jedná se o oddíly, které jsou zapsané v MBR. BIOS omezuje vytvoření primárních oddílů na maximální počet 4. Původně bylo předpokládáno, že tento počet bude dostačující. S postupem času bylo zjištěno, že tento počet je nedostačující a to dalo vzniknout rozšířeným diskovým oddílům.
- **Rozšířené diskové oddíly** – není možné využívat přímo rozšířený diskový oddíl, ale je využíván jako schránka pro oddíly logické. Podnětem k jeho vzniku byla potřeba dělení disku na více jak 4 diskové oddíly.
- **Logické oddíly** – Jednotlivé logické oddíly na sebe musejí navazovat. V každém z nich je uložen odkaz na následující logický oddíl. Všechny jsou uloženy v rozšířeném diskovém oddíle.

Jak jsou jednotlivé oddíly na disku rozděleny a jaká je jejich struktura naznačuje následující obrázek.

⁴ Bootovací = zaváděcí



Obrázek 1 – Struktura oddílů na disku, Master Boot record

2.1 TVORBA DISKOVÝCH ODDÍLŮ

Způsob tvorby diskových oddílů je závislý na operačním systému, který budeme instalovat, ale následně vytvořené oddíly jsou pak systémově nezávislé. To znamená, že pokud rozdělím disk na určité oddíly při instalaci operačního systému Linux, bude rozdělení totožné při instalaci Windows (pokud neprovedu změnu při instalaci).

Pro rozdělování disků má, v dnešní době snad už každý, operační systém svůj obslužný program, pomocí kterého uživatel provede rozdělení dle svých představ

a požadavků. Většina dnes používaných programů má grafické rozhraní, díky čemuž není třeba ovládat příkazy příkazového řádku. Rozdělování disků je intuitivní a jednoduché.

Pro příklad si popíšeme rozdělování a formátování disků při instalaci operačního systému Windows XP a následně i verze Ubuntu operačního systému Linux. Jednotlivé instalátory se mohou, v závislosti na verzi systému, lišit.

2.1.1 TVORBA DISKOVÝCH ODDÍLŮ POMOCÍ INSTALÁTORU WINDOWS XP

Nejprve je důležité zajistit, aby instalační CD Windows XP mohlo být zavedeno. Tato volba se nastavuje v BIOS⁵ a je označována jako bootovací sekvence. Pokud máme jako výchozí bootovací zařízení nastaveno CD, můžeme pokračovat dále. Zobrazí se nám následující obrazovka, ve které přistoupíme zmáčknutím libovolného tlačítka k instalaci systému.



Obrázek 2 - Spuštění instalátoru Win XP[1]

Po automatickém načtení ovladačů z disku CD se zobrazí obrazovka s textem, který nám dá volbu výběru. Můžeme zvolit ukončení instalátoru (klávesou **F3**), Opravu stávajícího systému (klávesou **R**), anebo pokračovat v instalaci (klávesa **ENTER**). V tomto případě zvolíme třetí zmíněnou možnost, jíž je pokračování v instalaci.

⁵ BIOS – Basic Input-Output system = základní systém zajišťující komunikaci jednotlivých zařízení v počítači

```

Instalační program systému Windows XP Professional

Uítá vás instalační program.

Tato část instalačního programu připraví systém Microsoft(R)
Windows(R) XP ke spuštění ve vašem počítači.

• Chcete-li spustit instalaci systému Windows XP, stiskněte klávesu ENTER.
• Chcete-li konzolou pro zotavení opravit instalaci systému Windows XP,
  stiskněte klávesu R.
• Chcete-li instalační program ukončit, stiskněte klávesu F3.

ENTER=Pokračovat  R=Opravit  F3=Konec

```

Obrázek 3 - Dialog při instalaci Win XP[1]

V následujícím kroku se nám zobrazí licenční podmínky firmy Microsoft. Po přečtení se můžeme rozhodnout, zda s nimi souhlasíme (stisk klávesy **F8**), nebo nesouhlasíme (stisk klávesy **ESC**). Nesouhlas s podmínkami má na svědomí následné ukončení instalačního procesu. Mezi jednotlivými stránkami licenčních podmínek se přechází pomocí kláves **Page Down** a **Page Up**. Předpokládám situaci, kdy jsme s podmínkami souhlasili (tzn.: máme zakoupenou licenci od firmy Microsoft a splňujeme veškeré podmínky uvedené ve smlouvě).

```

Licenční smlouva systému Windows XP

*****
Microsoft Windows XP Professional Czech
*****

DŮLEŽITÉ -- ČTĚTE POZORNĚ: Tato licenční smlouva
k produktu společnosti Microsoft ("Licenční
smlouva s koncovým uživatelem") je smlouvou mezi vámi
(fyzickou nebo právní osobou) a společností Microsoft
Corporation a týká se softwarového produktu společnosti
Microsoft uvedeného výše, k němuž je licence přiložena. Tento
produkt zahrnuje počítačový software a může obsahovat
příslušná média, tištěné materiály, dokumentaci v tzv. "online"
nebo elektronické formě a internetové služby ("Produkt").
INSTALACÍ, KOPÍROVÁNÍM NEBO JINÝM POUŽITÍM
PRODUKTU POTURZUJETE, ŽE SOUHLASÍTE
S PODMÍNKAMI TĚTO LICENCE S KONCOVÝM UŽIVATELEM.
POKUD S PODMÍNKAMI TĚTO LICENCE S KONCOVÝM
UŽIVATELEM NESOUHLASÍTE, NEJSTE PRODUKT
OPRÁVNĚNI INSTALOVAT, KOPÍROVAT ANI POUŽÍVAT.

1. UDĚLENÍ LICENCE. Společnost Microsoft vám uděluje
následující práva za předpokladu, že splníte veškeré podmínky
této licence s koncovým uživatelem:

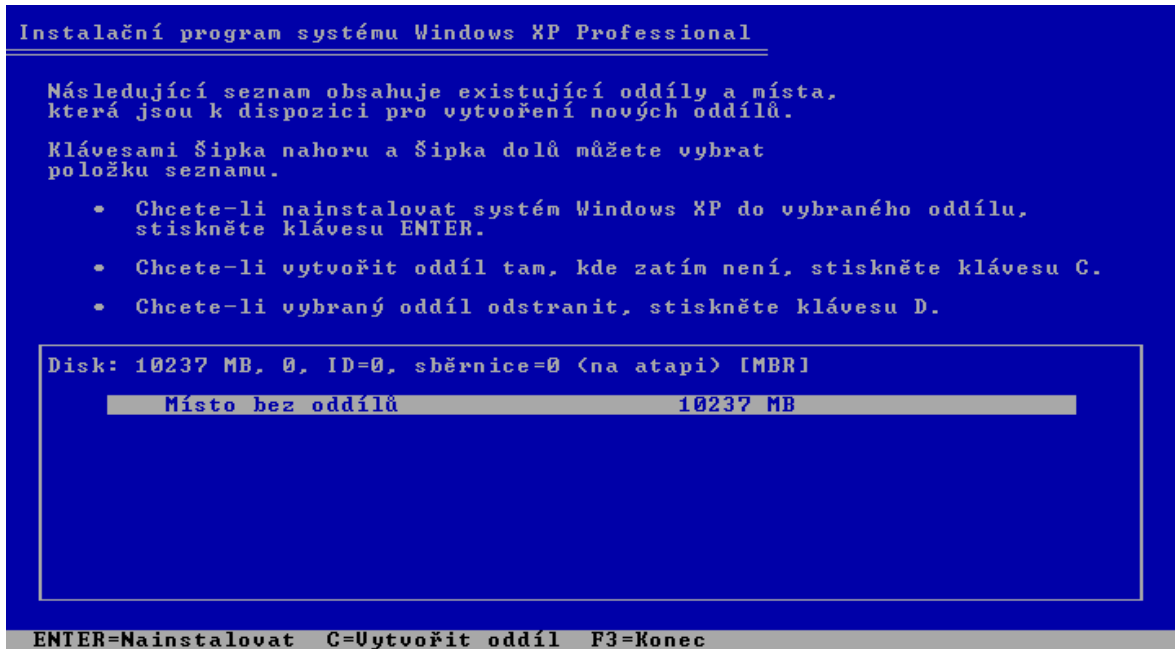
a. Instalace. Produkt můžete nainstalovat do počítače kdykoliv a
za jakýmkoliv účelem. Samostatné součásti Produktu nelze oddělovat
pro použití ve více než jednom počítači. Produkt (nebo jakoukoli jeho součást
)

F8=Souhlasím  ESC=Nesouhlasím  Page Down=Další stránka

```

Obrázek 4 - Licenční podmínky instalátoru Win XP[1]

Pokud nemáme na pevném disku nainstalovaný žádný operační systém, zobrazí se nám následující obrázek. Tato obrazovka nemusí být vždy stejná. Záleží na konfiguraci našeho počítače. Pokud budeme mít více pevných disků, bude zde zobrazeno disků více.



Obrázek 5 - Disk bez oddílů v instalátoru Win XP[1]

V dolní části obrazovky jsou vždy napsány ovládací prvky instalátoru. Pokud byl na disku již vytvořen oddíl, musíme jej nejprve odstranit. K tomu využijeme klávesu **D**. Dále bude potřeba toto odstranění potvrdit. Pokud budeme chtít vytvořit nový oddíl, využijeme stisku klávesy **C**. V případě, kdybychom chtěli mít na disku jen jeden oddíl, stačí na následující obrazovce potvrdit navržené rozvržení disku (zobrazí se velikost v MB, která představuje celý disk). Jakmile budeme chtít disk rozdělit na více oddílů, smažeme pomocí klávesy **Backspace** navrhnutou velikost a zadáme námi požadovanou velikost oddílu v MB. Naši volbu potvrdíme. Stejným způsobem vytvoříme oddíl i ze zbylého místa, případně jej opět rozdělíme na další oddíly. Na následujícím obrázku je disk rozdělen na dva oddíly. První má velikost 4997MB, druhý pak 5232MB. Zbylých 8MB označuje neadresovatelný prostor, který uchovává jednotlivé informace o rozdělení disku.

```

Instalační program systému Windows XP Professional

Následující seznam obsahuje existující oddíly a místa,
která jsou k dispozici pro vytvoření nových oddílů.

Klávesami šipka nahoru a šipka dolů můžete vybrat
položku seznamu.

• Chcete-li nainstalovat systém Windows XP do vybraného oddílu,
  stiskněte klávesu ENTER.
• Chcete-li vytvořit oddíl tam, kde zatím není, stiskněte klávesu C.
• Chcete-li vybraný oddíl odstranit, stiskněte klávesu D.

Disk: 10237 MB, 0, ID=0, sběrnice=0 <na atapi> [MBR]
C: Oddíl1 [Nový, nenaformátovaný] 4997 MB < 4996 MB volných>
D: Oddíl2 [Nový, nenaformátovaný] 5232 MB < 5232 MB volných>
Místo bez oddílů 8 MB

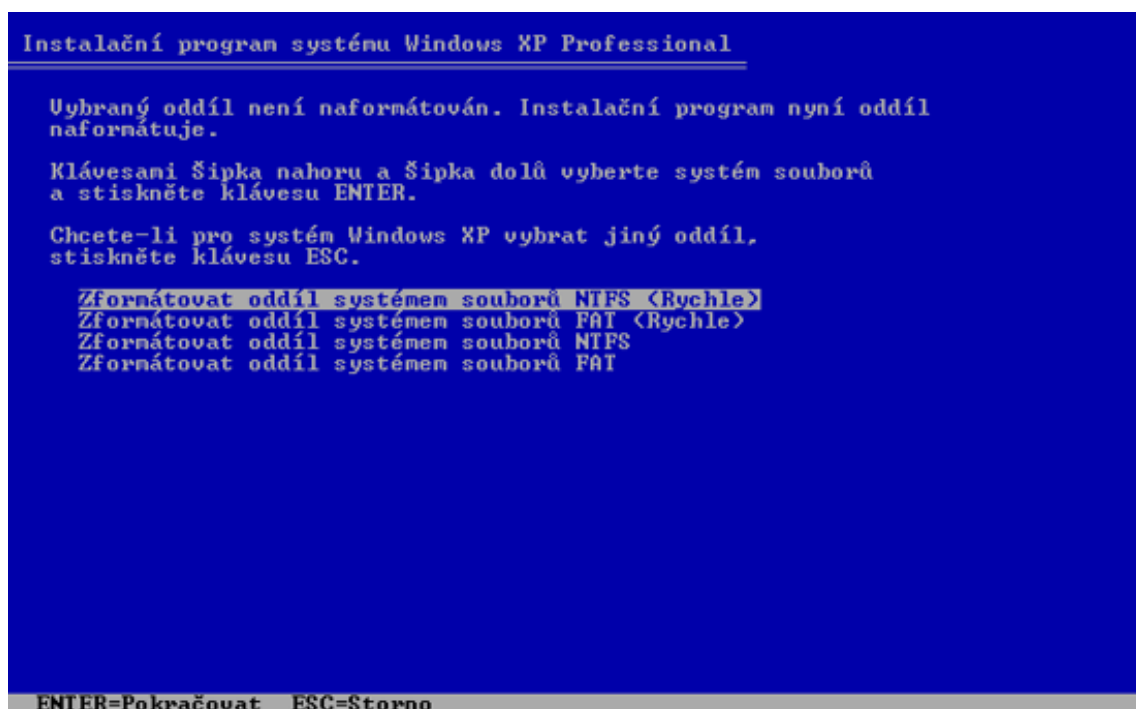
ENTER=Nainstalovat D=Odstranit oddíl F3=Konec

```

Obrázek 6 - Disk s oddíly v instalátoru Win XP[1]

Nyní nám jen zbývá vytvořeným oddílům přiřknout určitý souborový systém. V nabídce tohoto instalátoru je na výběr ze dvou možností. První je souborový systém FAT32, který je, jak se později dozvíme, starší a nevhodný pro soubory větší než 4GB, druhým je NTFS, který je nástupcem FAT32 a umožňuje pracovat se soubory většími než 4GB. V instalaci máme možnost vybrat formátování klasické, nebo rychlé. Volba je čistě na uživateli, já bych ovšem doporučil nevyužívat rychlé formátování. Ke klasickému formátování bych přistoupil z důvodu kontroly diskového povrchu. Tato procedura při

rychlém formátování neproběhne. Jakmile takto vytvoříme souborový systém na obou našich oddílech, spustí instalátor Windows XP automatickou kontrolu disků a následně začne kopírovat své instalační soubory na disk a bude pokračovat samotnou instalací operačního systému Windows XP. Pokud o toto nemáme zájem, stiskneme před začátkem kopírování souborů (po ukončení kontroly disku) tlačítko restart na skříní⁶ počítače. Tímto jsme zabránili systému nakopírovat si své soubory na disk a i přes to jsme vytvořili jednotlivé oddíly na disku. Po restartu je nutné zabránit opětovnému spuštění instalátoru Windows.



Obrázek 7 - Formátování v instalátoru Win XP[1]

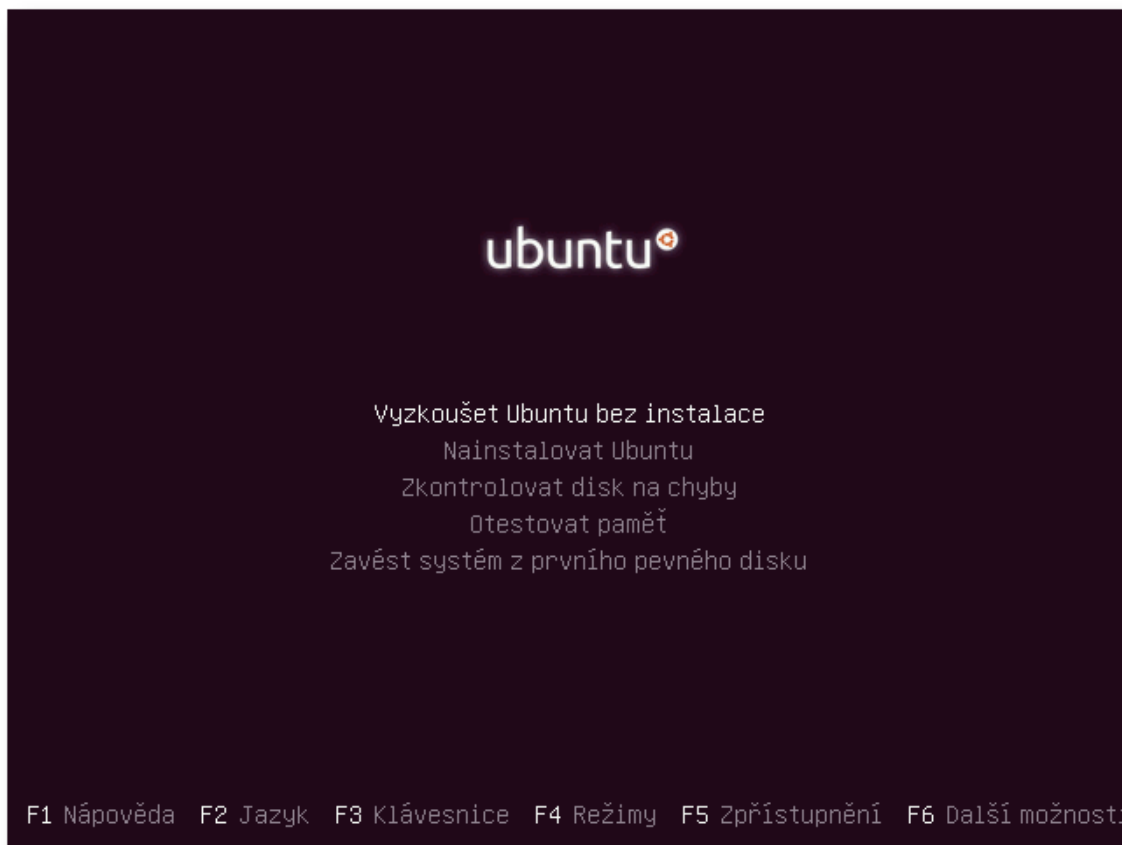
2.1.2 TVORBA DISKOVÝCH ODDÍLŮ POMOCÍ INSTALÁTORU UBUNTU 11.04

Stejně jako u dělení diskových oddílů pomocí instalačního média Windows XP, je i zde potřeba mít nastaveno správně bootování systému z disku CD. Po spuštění počítače, s vloženým diskem operačního systému Ubuntu, se zobrazí nejprve černá obrazovka, ve které je možné, stisknutím libovolné klávesy, změnit nastavení instalace. Jelikož si většinou sám instalační proces nastaví vše správně, nemá běžný uživatel potřebu nic měnit. Po chvíli naběhne textová nabídka, ve které máme na výběr z několika možností. Nás budou zajímat následující dvě:

⁶ též označován jako Case = počítačová skřín

- Vyzkoušet Ubuntu bez instalace
- Nainstalovat Ubuntu

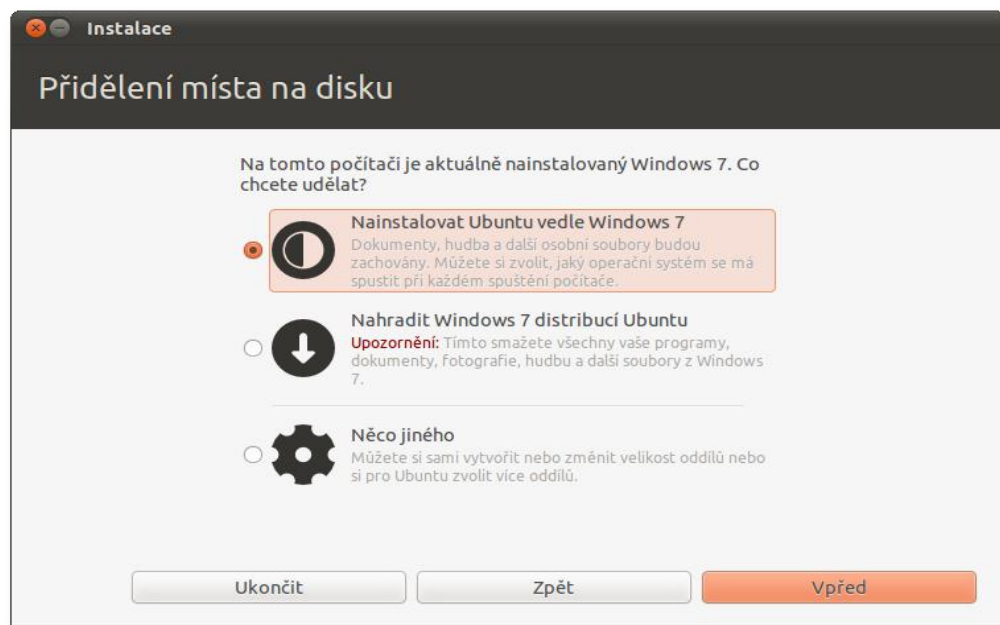
Z těchto dvou možností se můžeme dostat ke komponentě určené k rozdělování disku (viz následující obrázek). Pokud bychom zvolili variantu Vyzkoušet Ubuntu bez instalace, naběhl by nám grafický systém, který by vypadal stejně jako plnohodnotná instalace na disku. V tomto systému bychom se museli proklikat přes různé nabídky přímo ke komponentě na rozdělování disků. Proto si celý postup vysvětlíme na volbě Nainstalovat Ubuntu.



Obrázek 8 - Instalační nabídka Ubuntu[2]

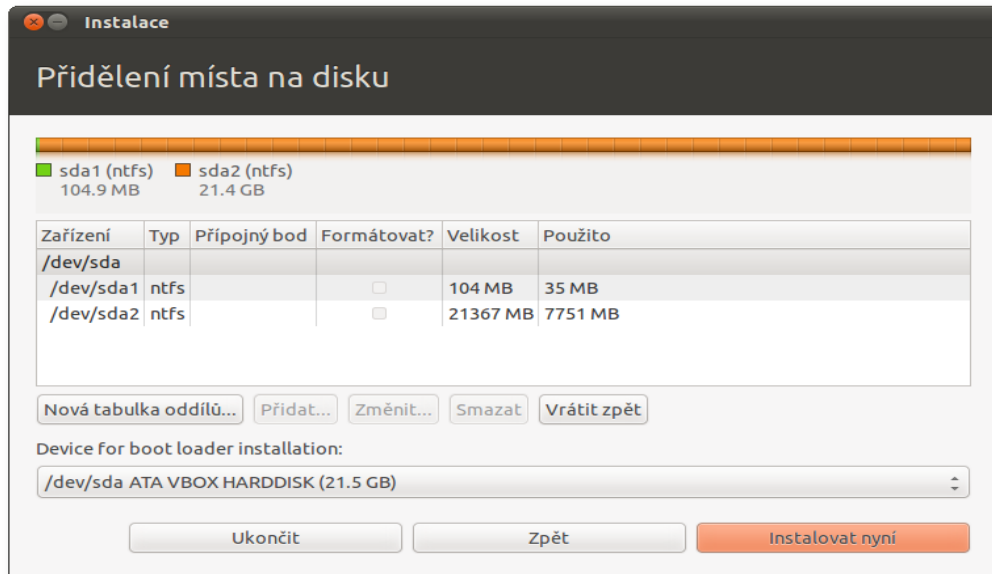
Jakmile vybereme možnost Nainstalovat Ubuntu, dojde k načítání souborů do paměti a následnému spuštění instalátoru. Zde si vybereme jazyk instalace a budeme opět dotázáni, zda si chceme systém prohlédnout bez instalace, či zda jej chceme nainstalovat na disk. Tentokrát bude nabídka zobrazena v líbivějším grafickém kabátku. Opět tedy vybereme, nyní již kliknutím myši, volbu **Nainstalovat Ubuntu**.

V dalším kroku bude instalačním procesem zkontrolováno, zda splňuje počítač potřebné parametry pro instalaci systému. V tomtéž kroku nám bude nabídnuto stažení aktualizací a zásuvných modulů pro aplikace třetích stran (například přehrávače hudby) během instalace. Jelikož systém jako takový instalovat nechceme, nemusíme se těmito zaškrtnutými nijak zabývat. Klikneme na tlačítko **Vpřed**. Tím se dostaneme k dalšímu kroku a to k volbě, ve které rozhodneme, zda chceme systém nainstalovat na na disk se zanecháním stávajícího operačního systému (pokud je na disku již instalován), na celý disk, případně zda máme zájem o něco jiného. My zvolíme možnost **Něco jiného** (viz následující obrázek).



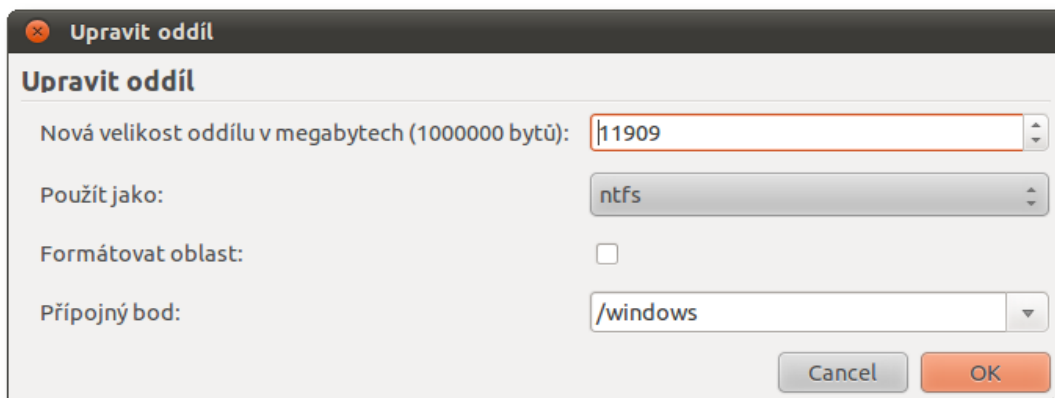
Obrázek 9 - Možnost "Něco jiného" - Instalace Ubuntu[2]

V dalším kroku se již konečně dostaneme k rozdělování disku.



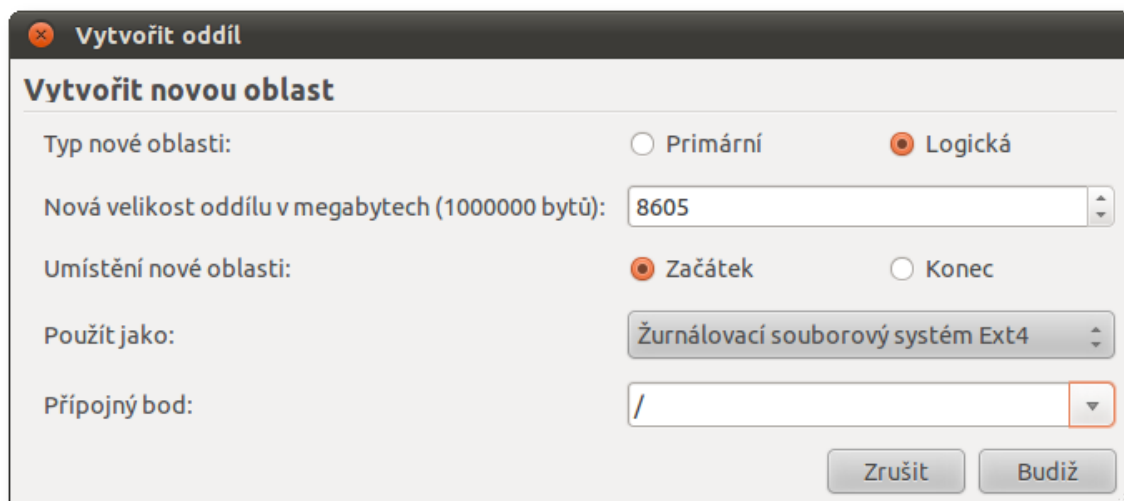
Obrázek 10 - Původní rozdělení disku - Instalátor Ubuntu[2]

Z předchozího obrázku vidíme, že na disku byly původně vytvořeny dva oddíly. V kolonce zařízení vidíme přípojné body `/dev/sda`, které označuje jeden pevný disk. Následně vidíme `/dev/sda1` a `/dev/sda2`, které znázorňují jednotlivé diskové oddíly tohoto pevného disku. Toto značení je jednoznačné a vzniká již při připojení pevného disku (případně při vytvoření diskového oddílu). Oba oddíly byly zformátovány souborovým systémem NTFS. Jeden byl velikosti 104 MB a druhý měl 21367 MB. V našem případě provedeme změnu velikosti druhého oddílu. Rozdělíme jej nejprve na dva oddíly, při čemž jeden z nich bude mít zapsán souborový systém NTFS a druhý bude mít Linuxem používaný souborový systém EXT4. Tuto změnu provedeme vybráním příslušného oddílu (v našem případě většího) a následným kliknutím na tlačítko Změnit.



Obrázek 11 - Změna velikosti původního oddílu - Instalátor Ubuntu[2]

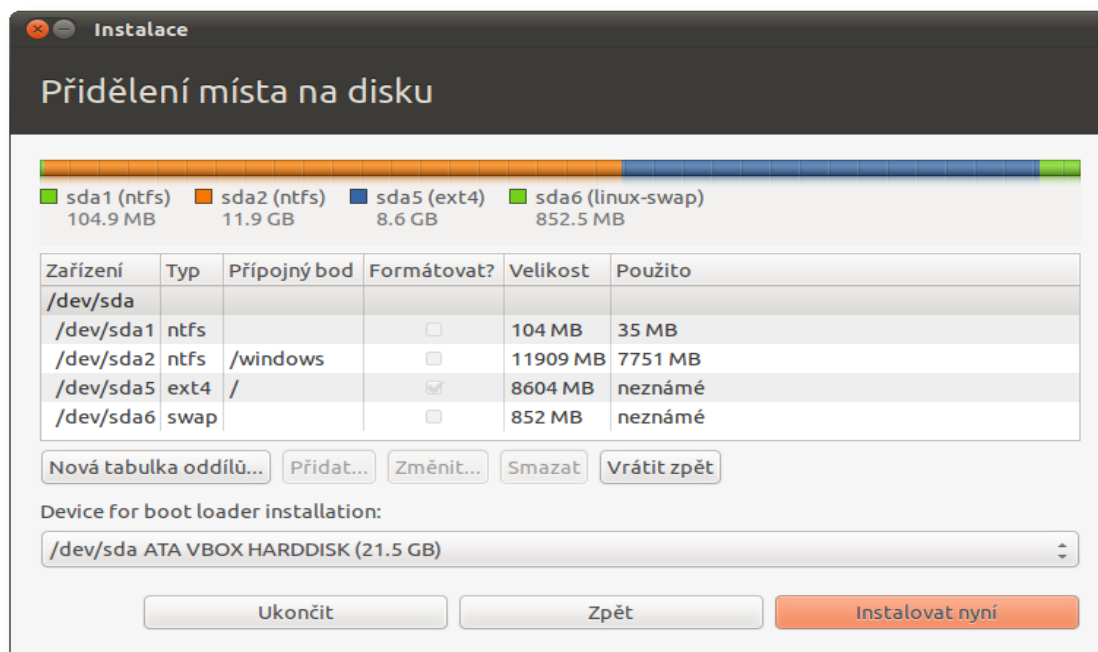
Posléze musíme ze zbylého volného místa vytvořit nový oddíl. To uděláme pomocí tlačítka **Přidat**. Vyskočí nám podobná nabídka jako v předchozím kroku. Zadáme zde požadovanou velikost oddílu, námi požadovaný souborový systém (ext4) a přípojný bod (ten slouží k zavedení Linuxu a je označován pravým lomítkem).



Obrázek 12 - Vytvoření nového oddílu - Instalátor Ubuntu[2]

Stejným způsobem vytvoříme, pokud chceme, swapovací oddíl⁷. Swapovací oddíl je obdobou virtuální paměti. Pokud by se stalo, že v paměti typu RAM dojde k zaplnění, bude využito toto místo pro další ukládání. Pravidlem bývá, že tzv. SWAP bývá u Windows generován jako soubor, kdežto u Linuxu se jedná o diskový oddíl. Následující obrázek ukazuje, jak bude pevný disk rozdělen po námi provedených změnách.

⁷ Swapovací oddíl – Odkládací prostor na disku sloužící systému Linux



Obrázek 13 - Nové rozdělení disku - Instalátor Ubuntu[2]

Až doposud jsme si jen navrhovali rozdělení disku. Stisknutím tlačítka **Zpět** bychom o veškeré provedené změny přišli. Proto musíme nyní stisknout tlačítko **Instalovat nyní**. Tím dojde k zápisu námi požadovaných změn. Jak je vidět na následujícím obrázku, dojde tak k pokračování v instalaci, což ovšem nechceme. Proto musíme přistoupit k podobnému kroku, jako během dělení disku pomocí instalátoru Windows XP, tudíž k restartu. Toto provedeme až ve chvíli, kdy bude disk rozdělen a začne kopírování instalačních souborů a samotná instalace. O správném okamžiku pro restart se dozvíme v dolní části obrazovky (začne kopírování souborů pro instalaci operačního systému). I z tohoto důvodu neklikáme na tlačítko **Vpřed** a nepokračujeme tak v nastavování a instalaci. Podotýkám, že k rozdělování disku budeme nejčastěji přistupovat při instalaci operačního systému, proto nebude třeba tento nestandardní krok (tvrdý restart) provádět. Po restartu opět změním v BIOSu režim bootování z disku CD na pevný disk.



Obrázek 14 - Formátování disku - Instalátor Ubuntu[2]

Tímto jsme si popsali dvě z možností rozdělování disků. Existuje mnoho utilit pro rozdělování disků. Liší se nejen složitostí práce s nimi, ale i platformou, pod kterou jsou spustitelné.

3 STRUKTURA SOUBOROVÉHO SYSTÉMU

Zařízení, na kterém je v pracovní stanici uložen souborový systém, je z pravidla pevný disk. Jedná se o fyzickou komponentu, která slouží jako odkládací paměť pro programy a data. Ta jsou organizována do bloků, což umožňuje efektivní práci mezi pevným diskem (případně jiným vstupním nebo výstupním zařízením) a pamětí. Každý blok je složen z jednoho, nebo více diskových sektorů a je zároveň považován za jednotkou I/O přenosu⁸. Velikost diskových sektorů závisí na vůli uživatele. Ten ji volí v rozmezí 32 – 4096B a je vždy mocninou čísla 2 (jelikož se jedná o binární soustavu). Velikost sektorů volí uživatel v závislosti na velikost teoretické velikosti jednotlivých dat a to tak, aby byly jednotlivé sektory co nejvíce využity. Nejčastěji se v dnešní době volí 512B. Sektory jsou shlukovány do clusterů⁹ a to za účelem lepší adresace dat (při adresaci většího prostoru je čtení rychlejší). Adresování dat na disku bylo prováděno nejprve metodou CHS (Cylindr - hlava - sektor). V dnešní době se již využívá novější systém a to LBA (Adresování logických bloků). Původní CHS adresování bylo využíváno u menších disků. S nástupem disků s většími kapacitami bylo potřeba vymyslet novější metodu. Díky tomu přišla na řadu metoda LBA. Tato metoda si čísluje jednotlivé bloky dat lineárně (postupně). Hlavními a zásadními výhodami pevných disků, díky kterým se stal harddisk¹⁰ vhodným zařízením pro ukládání dat, jsou tyto:

1. U pevného disku je možnost adresování námi zvoleného místa na disku. Díky tomu můžeme přistupovat k souborům pouhým přesunutím čtecí hlavy na požadované místo a to jak sekvenčně, tak i náhodně.
2. Můžeme přepsat pouze konkrétní blok informací, bez ztráty okolních dat.

3.1 ORGANIZACE SOUBOROVÉHO SYSTÉMU

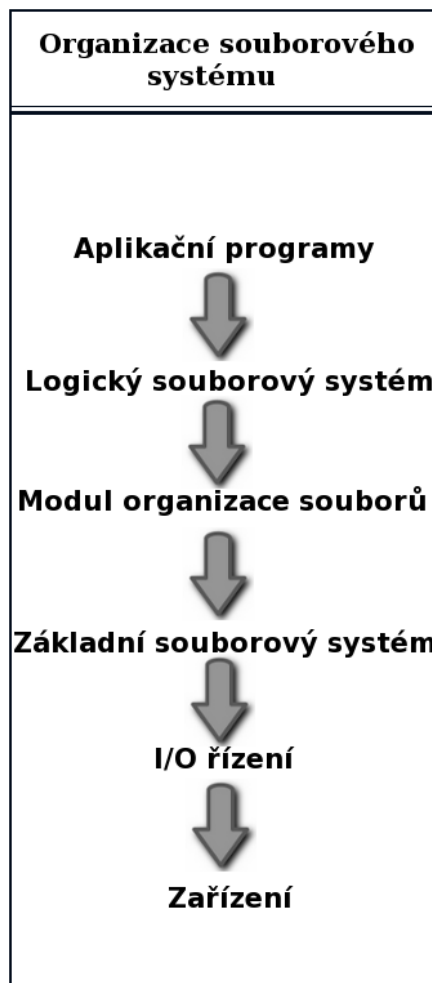
Nejprve je potřeba stanovit adresářovou strukturu a operace se soubory. To provádí programátor, již při tvorbě souborového systému. Interpretaci jednotlivé struktury však zařizuje operační systém. Následně je potřeba vytvořit posloupnost instrukcí, které budou jednoznačně mapovat tuto strukturu na pevných discích a jiných paměťových médiích pracovních stanic.

⁸ I/O přenos – Input/output přenos je zkratka v překladu označující vstupně – výstupní přenos dat

⁹ Cluster – alokační jednotka, vyhrazené místo složené ze sektorů, do kterého budou ukládána data.

¹⁰ Harddisk – HDD – označení pro pevný disk

Souborový systém pracuje a zároveň je definován určitými strukturami, kde platí, že nadřazená struktura využívá vlastností každé jí podřazené struktury, sloužící k vytvoření vlastností, které budou využité na úrovních vyšších. Na následujícím obrázku je naznačen vzhled struktury, který je využíván u souborových systémů. Je rozdělena do šesti skupin, od nejnižší úrovně (zařízení) po nejvyšší (aplikační programy).



Obrázek 15- Organizace souborového systému

Nejnižší úroveň, zobrazená na obrázku je zařízení. Jedná se o hardware¹¹, kterému jsou z nadřazené úrovně posílány instrukce, které udávají, co má toto zařízení provádět.

Na vyšší úrovni nalezneme I/O zařízení. Tato úroveň je tvořena ovladači jednotlivých zařízení. V angličtině jsou označovány jako „device drivers“. Tyto ovladače zajišťují komunikaci jednotlivých částí systému. Starají se o přenos dat mezi pamětí a diskem, předávají instrukce o přerušení. Ovladač jako sám o sobě bychom si mohli

¹¹ Hardware – fyzické zařízení počítače

představit jako takový slovník. Vstupuje do něj příkaz, který je předán z vyšší úrovně, ten je následně přeložen do instrukcí, které jsou hardwarově čitelné a mohou tak být obsluhovány na hardwarové úrovni. Jedná se o přesně organizované uspořádání bitů, které je zasláno do mezipaměti I/O ovladače, odkud je později přečteno periferním zařízením. V této paměti může být uložena například informace o operaci, která bude prováděna a o místě v zařízení, kde bude prováděna.

Další vrstva, tj. základní souborový systém, slouží k převedení požadavku z I/O řízení na takovou informaci, aby byla čitelná ovládacím zařízením. To znamená, že interpretuje každý blok tak, aby bylo možné přesně určit jeho číselnou adresu. Příkladem může být zápis například: „Disk 1, cylindr 15, plotna 1, sektor 12.“

Modul organizace souboru představuje rozhraní mezi fyzickým a logickým systémem. Má přístup k informacím o souboru jak ve fyzických, tak i v logických blocích. Díky tomuto je systém schopen převést logickou adresu bloku na fyzickou, která je potřebná pro základní souborový systém a to k zajištění vstupní nebo výstupní operace. Jelikož jsou logické bloky označovány posloupností čísel od 0 po N a fyzické bloky takto označovány nejsou, je třeba tyto adresy převádět, k čemuž dochází právě na této úrovni. Stejně tak dochází v této úrovni k organizaci volného prostoru. Slouží k tomu manažer volného prostoru, který prochází nealokované bloky a na požádání je dává modulu sloužícímu k organizaci souborů.

Logický souborový systém zajišťuje ochranu a zabezpečení souborů. K tomu dochází i díky tomu, že užívá adresářovou strukturu a symbolická jména souborů pro podávání těchto informací modulu organizace souborů. Dále má, dle druhu souborového systému, i další specifické funkce, které bezpečnost dat zvyšují (například žurnál, podpora šifrování na úrovni souborového systému, list přístupových práv k souboru,...).

K vytvoření souboru tak dochází zavoláním logického souborového systému z aplikační vrstvy. Následně je, díky znalosti adresářové struktury logickým systémem, načten obsah adresáře do paměti, poté je zapsána do obsahu nová položka a nový obsah uložen zpět na pevný disk. K adresáři může být přistupováno jako k souboru. Jediným rozdílem je, že je v atributech uložena informace o tom, že se jedná o adresář. Po procesu vytvoření souboru v adresáři je zavolán modul organizace souboru, který má za úkol

namapovat adresář na čísla bloků na disku, která mu jsou přiřazena v základním souborovém systému a v systému vstupních a výstupních operací (vrstva I/O řízení). Je-li adresář vytvořen (případně aktualizován), může být využit k vykonání I/O operace. Při práci, například otevírání, je v souboru zaznamenána položka informující o jeho otevření. Při každém otevření by bylo potřebné tuto položku najít, což by bylo zdlouhavé. Z důvodu urychlení práce si proto většina souborů vede tabulku, v níž je uložen seznam právě otevřených souborů. Proto dojde-li k práci se souborem, většinou s využitím operace „open¹²“, je vyvoláno prohledání adresáře a zkopírováním příslušející položky do tabulky otevřených souborů. File descriptor¹³ vrací operace open. Všechny operace, které jsou poté se souborem prováděny, se odvolávají na tuto položku za pomoci ukazatele. Pokud dojde k uzavření souboru, je tato položka překopírována zpět na své místo na pevný disk a odstraněna z tabulky otevřených souborů.

3.2 FRAGMENTACE DAT V SOUBOROVÉM SYSTÉMU

Při ukládání dat v souborovém systému dochází k jejich fragmentování. K tomuto dochází z důvodu nedostatku volného souvislého diskového prostoru. Proto není možné soubor uložit jako jeden celek a musí být rozdělen na menší části, které na sebe vždy odkazují. Jednotlivé vzniklé části souborů jsou označovány jako fragmenty. Tyto fragmenty způsobují pomalý přístup k datům, jelikož musí čtecí zařízení pevného disku často přejíždět z jedné pozice do jiné, aby mohlo celá data přečíst. Fragmentace jako taková je tedy, ve světě informatiky, dělení, drobení, tříštění souborů na fyzickém disku. Jsou známy dva druhy fragmentace. Vnitřní a vnější. Vnitřní fragmentace vzniká, pokud není využit kompletně celý cluster. Příkladem může být soubor, který má velikost jen 2 kB a je uložen v clusteru velikosti 4 kB. V tomto případě dojde k plýtvání místem. Vnější fragmentace vzniká, je-li soubor uložen na disku nesouvisle. Dochází tak k rozmístění jednoho souboru po disku a tím k zpomalení přístupu k celkovému souboru.

3.3 ŽURNÁL

Žurnálování, též označováno jako logování, je sofistikovaný způsob zabezpečení dat souborového systému NTFS, EXT3 (a nejen těchto systémů). Při kopírování, přesouvání či jiné akci se souborem je uložen do speciálního souboru záznam, který tuto

¹² Open – otevření souboru

¹³ File deskriptor – ukazatel do tabulky otevřených souborů

akci popisuje. Buďto je to záznam *redo*, nebo *undo*. V prvním jmenovaném jsou uloženy informace o změnách, které musí systém po pádu opět udělat, nejsou-li dokončeny. Záznam *undo* naopak shromažďuje informace o akcích, které musí být vráceny do původního stavu, selže-li systém. Jinými slovy, dojde-li během kopírování k pádu systému, zjistí souborový systém, za pomoci žurnálu, že tato akce nebyla dokončena. Následně se tedy NTFS „podívá“ do žurnálu a zjistí, který z kopírovaných souborů byl naposledy úspěšně přenesen a začne kopírování následujících souborů až do dokončení celé operace. Žurnál je nutné udržovat stále aktuální, proto je každých 5 vteřin obnovován jeho obsah.

4 PŘIPOJOVÁNÍ SOUBOROVÉHO SYSTÉMU

Abychom mohli využívat zařízení, na němž je souborový systém uložen, je třeba nejprve dát vědět počítači, že je v něm toto zařízení umístěno a připraveno k použití. K tomuto slouží tzv. připojení souborového systému. Operační systém je informován o existenci každého zařízení, zároveň zná i jeho jméno a umístění v souborové struktuře. Tomuto se říká bod připojení, anglicky mounting point. Jeho označení se liší v závislosti na operačním systému. V Unixových systémech se přípojný bod označuje dopředným lomítkem („ / “). Cesta k domovskému adresáři tak vypadá takto: „/home/uživatel“. Další přípojně body Unixových systémů jsou například tyto:

- / - přípojný bod souborového systému
- /boot - zavádí jádro, zavaděč
- /home - domovský adresář uživatelů
- /usr - aplikace, které jsou součástí distribuce
- /usr/local - aplikace kompilované uživatelem
- /var - měnící se soubory - logy a podobně
- /tmp - dočasné soubory (tzv. temporary files)
- /opt - aplikace instalované uživatelem
- /etc – konfigurační soubory, startovací skripty

U operačních systémů firmy Microsoft je přípojný bod označován písmenem jednotky, po níž následuje dvojtečka a zpětné lomítko (např.: C:\Windows). Písmena jednotek je možné měnit pomocí Správy počítače v systému Windows nebo pomocí příkazové řádky. Použití grafického rozhraní je přívětivější, proto popíšu možnost pomocí Správy počítače. K tomuto modulu se dostaneme klepnutím na nabídku Start -> Ovládací panely -> Nástroje pro správu -> Správa počítače. Zde si ve stromové struktuře vybereme možnost „Správa disků“. Zobrazí se nám seznam připojených diskových jednotek. Zde klikneme na požadovanou jednotku pravým tlačítkem a zvolíme možnost „Změnit písmeno jednotky a cestu“. Ve vyskočivším okně zvolíme možnost „změnit“ a z vyjždějícího seznamu vybereme požadované písmeno jednotky. Nutno podotknout,

že není možné měnit písmeno jednotky u disku (oddílu) na němž je nainstalován operační systém. Dále není možné volit písmena **A** a **B** jelikož jsou z historických důvodů vyhrazena jednotkám pružných disků (disketové mechaniky).

Operační systém MacOS firmy Apple má přípojný bod označován, jelikož jeho původní architektura vychází z Unixu, stejně jako Unixové operační systémy.

5 METODY ALOKACE

Jsou známy 3 typy alokace prostoru na disku. Prvním typem je *souvislá alokace*, druhým *alokace spojovaná* a posledním typem je *indexová alokace*. Jejich hlavním úkolem je co nejefektivněji využít volné místo na disku k uložení dat a zároveň zajistit co nejvyšší rychlost přístupu k požadovanému souboru. Tyto metody jsou, ve většině případů, využívány samostatně, ale najdou se i takové systémy, které je využívají současně. Popište si tedy, v čem se jednotlivé metody liší a jak pracují.

5.1 SOUVISLÁ ALOKACE

Tato metoda alokace využívá lineárního adresování. Na disku jsou obsazovány souvislé diskové bloky, díky čemuž není třeba, aby čtecí hlava pevného disku přejížděla daleko od právě čtené části souboru. Posun je tak vždy minimální a šetří se tak čas. Jediný větší nutný přesun je vždy z posledního sektoru cylindru na první sektor následujícího cylindru. Ke čtení souboru nám tak stačí znát číslo počátečního bloku a jeho délku (viz Obrázek 16 a příslušející tabulka).

0 soubor1	1 soubor1	2 soubor1	3
4	5 soubor2	6 soubor2	7 soubor3
8 soubor3	9 soubor3	10	11
12	13	14	15 soubor4
16 soubor4	17 soubor4	18 soubor4	19 soubor4
20 soubor4	21	22 soubor5	23

Tabulka 1 - Tabulka k obrázku "Souvislá alokace"

Soubor	Začátek	Délka
soubor1	0	3
soubor2	5	2
soubor3	7	3
soubor4	15	6
soubor5	22	1

Obrázek 16 - Souvislá alokace

Pro ukládání souboru pomocí souvislé alokace je potřeba na disku najít dostatečně velký volný prostor, což bývá občas problém. Proto je potřeba využít nějakého sofistikovaného mechanismu. Tento mechanismus se nazývá „Management volného diskového prostoru.“

Jelikož je kapacita volného místa na disku omezená, je třeba využívat opětovně všechen uvolněný prostor. Díky tomuto začaly operační systémy vytvářet seznam volných bloků. Ten obsahuje veškeré nealokované bloky a jejich velikost. Při vytváření nového souboru je zkontrolován seznam volných bloků, je v něm nalezeno dostatečně velké místo, na které se námi vytvořený soubor uloží. Jakmile dojde k vymazání souboru, dojde k přidání záznamu o nealokovaném prostoru do seznamu. Tato metoda je označována jako First fit. Existují i další metody (Best fit¹⁴, Buddy system¹⁵, ...)

Seznam volných bloků je nejčastěji reprezentován bitovou mapou. V ní je každý volný blok označen hodnotou 1 a obsazený hodnotou 0. Budeme-li tedy mít bloky 1,2,5,6,7,10 volné, bude bitová mapa vypadat takto: 1100111001. Díky tomuto je mapa přehledná, dá se v ní relativně rychle nalézt první volný blok a vyhledávání je jednoduché. Tato alokace se dnes nejvíce využívá u paměťových médií, kde dochází pouze jednou k zápisu (tzv.: WORM)¹⁶. Jelikož byla tato alokace problémová (především při zvětšování souboru docházelo k vysoké fragmentaci) byla rozšířena o extнды¹⁷. Toto rozšíření vytváří při zvětšování souboru další posloupnost bloků, která je přidělena původnímu souboru. K údajům o souboru je tak navíc, kromě počátečního bloku a počtu bloků, uloženo spojení na *extend* blok. Díky tomuto je zachována i nadále, alespoň částečně, sekvenční alokace.

5.2 SPOJOVANÁ ALOKACE

Jedná se o alokaci, která využívá k ukládání souboru odkazů na jednotlivé bloky. Každý soubor se tak stává seznamem, ve kterém je dáno, z jakého bloku na jaký se má během čtení přesunout čtecí hlavička disku. V každé adresářové položce je obsažen

¹⁴ Best Fit - Výběr nejvhodnějšího prostoru pro data (místo, kam se data vejdou přesně)

¹⁵ Buddy system - Založen na hierarchickém dělení volného prostoru na části

¹⁶ WORM - **W**rite **O**nce – **R**ead **M**any – médium, na nějž je možno jen jedenkrát zapsat ale umožňuje více čtení

¹⁷ Extend – rozšiřující blok

ukazatel na první a poslední blok souboru. Poslední blok je označován jako EOF¹⁸. Díky jednotlivým odkazům je možno využít celý disk a soubory nemusí mít umístěny jednotlivé bloky přímo za sebou (kontinuálně). I tato alokace má však své nedostatky. Není zde totiž, jak z principu plyne, možno přistupovat přímo k určitým blokům. Pokud bychom se chtěli dostat na například pátý blok, musíme nejprve začít blokem prvním, ve kterém se dozvíme umístění následujícího bloku. V tomto bloku bude opět uložena informace o dalším a tak to půjde dál, až se konečně dostaneme k námi požadovanému bloku. Tudíž pokud bychom chtěli číst poslední blok souboru, musíme přečíst soubor celý od začátku

až do konce.

0	další 7 1 soubor1	další 5 2 soubor2	3
4	další 15 5 soubor2	6	další 8 7 soubor1
další 10 8 soubor1	9	další 18 10 soubor1	11
12	13	14	další 17 15 soubor2
16	další 23 17 soubor2	další 21 18 soubor1	19
20	EOF 21 soubor1	22	EOF 23 soubor2

Tabulka 2 - Tabulka k obrázku "Spojovaná alokace"

Název	začátek	konec
soubor1	1	21
soubor2	2	23

Obrázek 17 - Spojovaná alokace

¹⁸ EOF – End Of File – konec souboru

Další nevýhodou tohoto typu alokace je potřeba dalšího diskového prostoru pro ukládání ukazatelů na bloky. Ukazatel si zabere v 512 B blocích 4 B, díky čemuž je 0,78% prostoru využito pro neuživatelská data. Tato metoda tak zabírá více místa na disku, než jiné metody alokace. Tento neduh se často řeší seskupením bloků do větších celků. Tyto celky jsou označovány jako clustery. Poté dochází k alokování celých clusterů a nejen menších bloků. Ukazatelů je tak méně a tím pádem zabírají méně místa na disku. Dalším kladem je menší zatížení disku při čtení, jelikož hlavičky nemusí tak často přejíždět z bloku na blok, jelikož je cluster složen ze souvislých bloků.

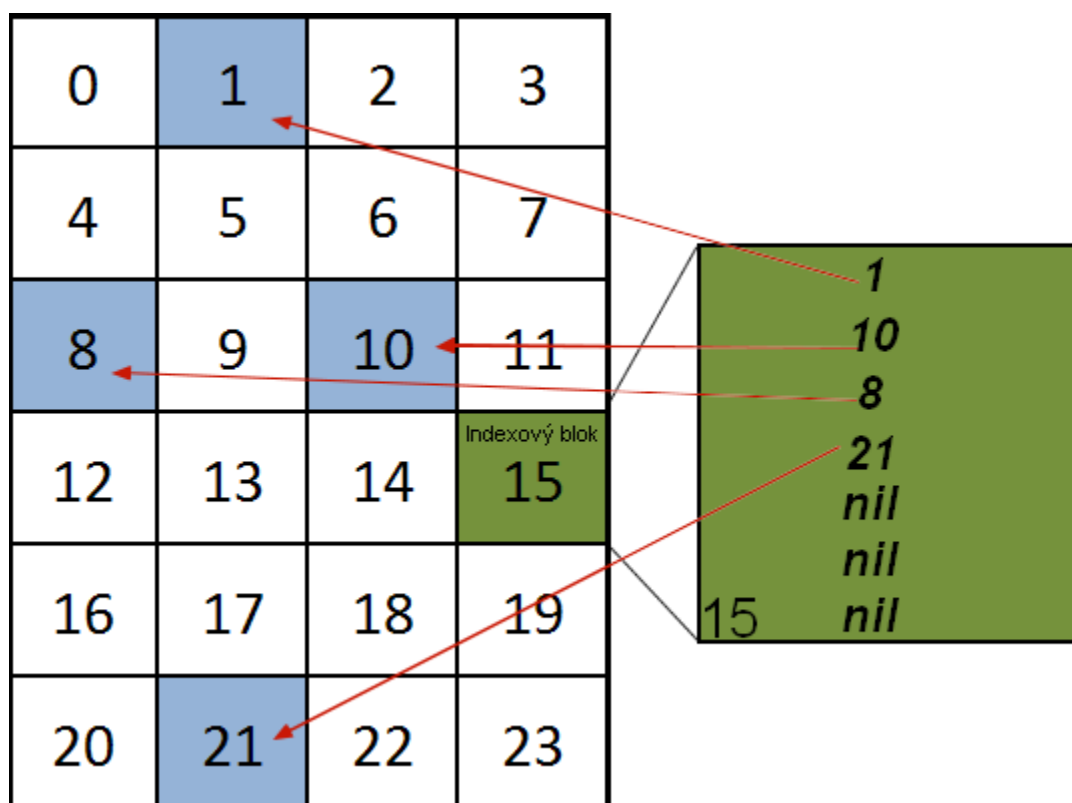
K fatálnímu problému by došlo, pokud by byl jeden blok poškozen. Jelikož by měl odkazovat na blok následující, došlo by k poškození celého souboru. Řešení tohoto problému může být několik. Jedním z nich by bylo zdvojení ukazatelů. Tím by došlo k zabránění dalšího diskového prostoru pro neuživatelská data. Nejlepší řešením se tak zdá být využití *tabulky alokace souboru*¹⁹. Do této tabulky se ukládá informace o každém diskovém bloku. Ten je indexován svým číslem. FAT tyto informace užívá jako seznam odkazů. Adresářová položka v sobě má zaznamenané číslo prvního bloku souboru. Položka FAT, která je díky tomuto číslu naindexována obsahuje číslo následujícího bloku. Takto to pokračuje dále, dokud se nenarazí na blok označený jako EOF (konec souboru). Bloky, které jsou ve FAT prázdné, jsou označeny hodnotou 0. Pokud tedy chceme alokovat blok nový, stačí nalézt v tabulce tuto hodnotu a tu nahradit indikátorem EOF bloku předchozího. Bloku, který byl doposud označován jako EOF musíme přiřadit odkaz na blok nový, který tuto signaturu obsahuje. Jelikož FAT obsahuje veškeré potřebné informace, je možné díky ní přistupovat k jednotlivým blokům náhodně, což spojovaná alokace bez rozšíření o FAT nedokázala.

5.3 INDEXOVÁ ALOKACE

Indexová alokace taktéž řeší náhodný přístup k jednotlivým blokům dat, ale jiným, lepším způsobem, než alokace spojovaná. Pro každý z vytvořených souborů je vyhrazen jeden zvláštní blok, takzvaný blok indexu. V tomto bloku je uložen seznam adres jednotlivých bloků souboru a to vždy tak, že n-tý blok souboru odpovídá n-té adrese v bloku indexu. V adresářové položce je tedy uložena pouze adresa indexového bloku.

¹⁹ FAT – File Allocation Table

Jakmile vytvoříme nový soubor, vytvoří se indexový blok a v něm se nastaví veškeré hodnoty jako *nil* (připravené pro data, ale prozatím prázdné). Je-li vytvořen první blok souboru, dojde hned k zaznamenání jeho adresy do bloku indexu na první místo. K tomuto dochází i s každým dalším vytvořeným blokem, ovšem vždy je adresa uložena na adresu příslušející danému bloku.



Obrázek 18 - Indexová alokace

Tabulka 3 - Tabulka k "Indexové alokaci"

Název	Indexový blok
soubor1	15

Díky tomuto mechanismu podporuje indexová alokace přímý přístup k jednotlivým blokům dat a to bez vnější fragmentace. Nevýhodou této alokace je, že i při zápisu programu, který bude obsahovat jen jeden či dva další bloky je potřeba zabrat další blok navíc (indexový blok). Tímto může docházet k vnitřní fragmentaci.

Dalším problémem může být nedostatek místa na uložení ukazatelů na jednotlivé bloky v bloku indexu. Toto je možné řešit spojovou strukturou, kde vždy poslední volný blok bude odkazovat na další bloky indexu. Jinou možností je využití víceúrovňových

indexů, kde jsou vyhrazeny bloky indexů 1. úrovně, které adresují indexové bloky s odkazy na datové bloky. V případě nutnosti adresace větších souborů je využíváno bloků indexů dalších úrovní. Například druhé, třetí, čtvrté,..., které odkazují na bloky nižší úrovně.

6 SOUBOROVÉ SYSTÉMY NA PLATFORMĚ WINDOWS

6.1 FAT OBECNĚ

Souborový systém FAT²⁰ je jedním z nejstarších souborových systémů. Jeho vznik je datován k srpnu roku 1980. V té době byla minimální konkurence v oblasti souborových systémů, a proto byl FAT využíván i na jiných platformách. Rozšíření tohoto souborového systému mělo několik důvodů. Hlavním byla jednoduchá implementace a především snadná programová přístupnost k jednotlivým datům. Jedná se v podstatě o „textový“ souborový systém, který má otevřený zdrojový kód. Díky tomu nebyl zatížen licenčními podmínkami a mohlo dojít k jeho velkému rozšíření. V prvopočátcích byl systém FAT k nalezení výhradně na stanicích s operačním systémem DOS. V roce 1980 na systému QDOS, což byl předchůdce známějšího MS-DOSu. Dále se FAT rozšířil i na stanice s jinými operačními systémy. Jako zástupce mohu zmínit například FreeDOS, Linux, FreeBSD a OS/2. Později jsme se s ním mohli setkat i na systémech Windows. Zpočátku byl k nalezení na Windows 1.0, objevil se i na dalších verzích 2.0, 3.0, 3.x a samozřejmě na nám známých Windows 95, 98, 98SE, ME, 2000 a XP. Ani v dnešní době, takřka po třiceti letech není tento souborový systém „mrtvý“. Stále se využívá na paměťových médiích, jako jsou například diskety (ty jsou v dnešní době na ústupu a již velmi málo uživatelů využívá jejich služeb) a především Flash disky a paměťové karty. Hlavní nevýhodou FAT je to, že nepodporuje dlouhé názvy souborů. V dnešní době je taktéž velkou nevýhodou, že není možné přistupovat k oddílům větším než 2 TB. Každý název může obsahovat maximálně 8 znaků ve jméně a 3 znaky přípony (toto omezení platilo u prvních verzí FAT, nyní je již využíváno 255 znaků a 3 znaky přípony) a veškeré znaky musí být vytvořeny pomocí znakové sady ASCII. Název souboru a přípona jsou odděleny tečkou. Stejně tak nejsou rozlišována velká a malá písmena. Zároveň má tento systém vyhrazené určité názvy, které nesmí uživatel použít. Jsou to tyto: CON, AUX, COM1, COM2, COM3, COM4, LPT1, LPT2, LPT3, PRN, NUL. Další omezení se týká speciálních znaků. V názvu smí být použito pouze písmen anglické abecedy nebo číslicí. Tudiž nesmí obsahovat speciální znaky, jako jsou závorky, středníky, uvozovky a podobně. Základní FAT systém se využíval pro disky menší než 200MB, při čemž maximální velikost celého

²⁰ File Allocation Table – Tabulka, která obsahuje informace o uložení dat na disku

disku byla limitována 4GB u systému Windows a 2GB pro systémy MS-DOS. Jakmile byl disk větší, začalo docházet k plýtvání místa. K tomuto docházelo kvůli nutnosti obsazovat celé clustery. Velmi důležitou součástí byla pravidelná aktualizace tabulky FAT. Pokud by tabulka nebyla aktuální, mohlo by docházet ke ztrátě dat. Proces aktualizace byl velmi náročný, jelikož bylo potřeba pro každou aktualizaci přesunout čtecí hlavy disku na nultou stopu jednotky. Data nejsou na disku nijak zvlášť uspořádána, je jim přiřazeno vždy první volné místo na disku. Systém FAT zná jen čtyři základní atributy souboru. Jsou jimi „Jen pro čtení“, „Skrytý“, „Archivovat“ a „Systémový“. Obrovskou nevýhodou, tohoto systému, byla absence přístupových práv. I proto procházel tento souborový systém v průběhu let vývojem, stejně tak jako celý počítačový svět. Docházelo k navyšováním požadavků, a proto muselo zároveň docházet k úpravám v souborových systémech. Proto museli programátoři tyto požadavky zapracovat do souborového systému a urychlit tím práci s počítačem. Souborový systém FAT tak zaznamenal několik vývojových fází.

6.1.1 KOŘENOVÝ ADRESÁŘ

Kořenový adresář souborového systému FAT má velikost 32 bitů a má pevně danou strukturu. Tu popisuje následující tabulka.

Tabulka 4 - Kořenový adresář - struktura

Název souboru	Přípona	Atribut	Rezervováno	Čas vytvoření/změny	Datum vytvoření/změny	Počáteční cluster	Délka souboru
8B	3B	1B	10B	2B	2B	2B	4B

6.1.2 FRAGMENTACE FAT

Souborové systémy FAT využívají ke správě souborů *Tabulku obsahu* (Table Of Contents²¹). V této tabulce je uchováván název souboru a jeho rozsah. Pokud na fyzický disk uložíme jeden soubor, tak nedochází k žádnému problému, který by mohl způsobovat fragmentaci. Zápis jednoho souboru znázorňuje následující tabulka. V té je volné místo znázorněno „0“. K rozpoznání a určení jednotlivých bytů na disku jsem využil souřadnicového systému označeného abecedou. Z tabulky jasně vyplývá, že soubor „ahoj.txt“ se rozprostírá mezi byty „ae“ a „le“.

²¹ TOC – Table Of Contents – Tabulka obsahu

Tabulka 5 - FAT - zápis jednoho souboru (TOC)

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	
a	T	O	C	a	h	o	j	.	t	x	t	a	e	l	e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T	O	C
e	A	h	o	j	,	j	a	k	_	j	e	?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
f	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Vytvoříme tedy druhý soubor s názvem „sbohem.txt“. Nyní nedojde k žádné fragmentaci, jelikož za původním souborem je dostatek volného místa. Soubor „sbohem.txt“ tak bude zabírat místo mezi byty „me“ a „ue“ (viz Tabulka 3).

Tabulka 6 - FAT - připsání souboru (TOC)

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	
a	T	O	C	a	h	o	j	.	t	x	t	a	e	l	e	s	b	o	h	e	m	.	t	x	t	m	
b	e	u	e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T	O	C
e	A	h	o	j	,	j	a	k	_	j	e	?	O	d	c	h	a	z	i	m	!	0	0	0	0	0	
f	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

K problému dojde teprve, když budeme chtít k obsahu prvního souboru „ahoj.txt“ připsat například tři otazníky. Jelikož je obsah souboru „sbohem.txt“ uložen hned za obsahem prvního souboru, není zde volné místo pro zvětšení. Díky tomuto budeme muset zapsat požadovaný obsah až na další volné místo. To se nachází za obsahem druhého souboru. V tabulce obsahu se tak vyskytnou další souřadnice, které určí, na jakých bytech se rozprostírá další část souboru. Tato situace je zobrazena v následující tabulce.

Tabulka 7 - FAT - zvětšení souboru (TOC)

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	
a	T	O	C	a	h	o	j	.	t	x	t	a	e	l	e	v	e	x	e	s	b	O	h	e	m	.	
b	t	x	t	m	e	u	e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T	O	C
e	A	h	o	j	,	j	a	k	_	j	e	?	O	d	c	h	a	z	i	m	!	?	?	?	0	0	
f	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tímto způsobem dojde ke zvětšení souboru. Jak je zřejmé, došlo zde k fragmentaci souboru „ahoj.txt“. Toto je neduh souborových systémů FAT. Díky fragmentaci je nutné zajistit následnou defragmentaci, která přesouvá fragmentované soubory na dostatečně velké, volné místo a tam jednotlivé fragmenty souboru spojí. Dojde tak k vytvoření souvislého souboru, který bude lépe a především rychleji čten. Tento proces je ovšem zdoluhavý a náročný, navíc nezajišťuje, že soubory po defragmentaci nezůstanou stále alespoň částečně fragmentované (při větším zaplnění disku nemusí souborový systém najít dostatečně velké volné místo na uložení souboru souvisle).

6.2 FAT12 A FAT16

Tyto souborové systémy mají shodnou strukturu a obsahují tak:

- Rezervované sektory včetně boot sektoru
- Tabulky FAT – většinou dvě (jedna je záložní)
- Kořenový adresář – například C:/
- Datová oblast – obsahuje veškeré adresáře a soubory

6.2.1 STRUKTURA FAT12 A FAT16

Na začátku každého fyzického disku se nacházejí *rezervované sektory*. Jsou v nich zaznamenány podrobné informace o systému souborů. U systémových souborů FAT12 a FAT16 se zde nachází pouze jeden jediný takovýto sektor. Je označován jako boot sektor. Po něm následují tabulky FAT, které nejsou organizovány do clusterů, nýbrž pouze do sektorů. Za oběma tabulkami je umístěn kořenový adresář. Začátek datové oblasti je pak vypočítán pomocí algoritmu $Data = RootDir + RootDir_Size * BootSector.BytesPerSector$.

Tyto systémy souborů jsou schopny adresovat 2^{12} respektive 2^{16} clusteru. To je přesně 4096 / 65536 clusterů. Z toho vyplývá, že je možné pracovat s oddíly velikosti 16MB pro FAT12 ($2^{12} * 4\text{kB}$) respektive přibližně 2GB pro FAT16 ($2^{16} * 32\text{kB}$).

6.3 FAT32

Souborový systém FAT32 má obdobnou strukturu jako předchozí souborové systémy. Hlavní rozdíl je ve spojení oblasti pro kořenový adresář a oblasti pro data.

Struktura pak vypadá následovně:

- Rezervované sektory opět včetně boot sektoru
- Dvě tabulky FAT
- Datová oblast obsahující adresáře a soubory včetně kořenového adresáře

6.3.1 STRUKTURA FAT32

Struktura FAT32 vychází ze starších souborových systémů FAT12 a FAT16. Na začátku disku jsou taktéž umístěny rezervované sektory. Tentokrát je jich ovšem 32 namísto jednoho. Po těchto sektorech následují opět tabulky FAT a po nich již vlastní data. Začátek datové oblasti je vypočítán následujícím vztahem: *Data = RootDir*.

Systém souborů FAT32 je schopný adresovat 2^{28} clusterů, což je 268 435 456 clusterů. Z toho vyplývá maximální teoretická velikost oddílu 8 TB ($2^{28} * 32\text{kB}$).

6.4 VFAT

VFAT není samostatným souborovým systémem. Jedná se o rozšíření stávajících FAT, které umožňuje využívání dlouhých názvů. Operační systém tak přestane mít omezení na 8 znaků. Taktéž řeší zpětnou kompatibilitu, tudíž dokáže nahradit dlouhý název názvem majícím jen kýžených 8 znaků. Název souboru tak může mít až 255 znaků. Zkrácení dlouhého názvu provádí VFAT tak, že z dlouhého názvu zachová prvních 6 znaků, za ně přidá jako sedmý znak vlnovku (~) a pořadové číslo souboru. Tím se zabezpečí, že nedojde k záměně souborů v případě podobného názvu. Tento VFAT (Virtual FAT) je znám od zavedení operačního systému Windows 95.

6.5 NTFS

Souborový systém NTFS²² byl naprogramován koncem 80. let. Byl předurčen stát se nástupcem, již v té době zastaralému, souborovému systému FAT. Revoluční myšlenkou NTFS bylo zajistit datům bezpečnost. Proto je využito dvou bezpečnostních

²² NTFS – New Technology File System – Souborový systém s novou technologií

modelů. Jedná se o využití *seznamů řízení libovolného přístupu* (označováno jako Discretionary access control list – DACL) a *seznamů řízení systémového přístupu* (systém Access control list – SACL). Tyto modely zajistí zaznamenání akce, která byla vyvolána a zároveň řídí, kdo tuto akci vykoná. Zároveň NTFS nabízí možnost šifrování obsahu disku. Díky kombinaci těchto dvou druhů zabezpečení jsou data uživatele dostatečně chráněna před přístupem z jiného operačního systému.

Další novinkou, kterou NTFS přináší je možnost komprese na úrovni souborového systému. Dříve bylo potřeba ke kompresi dat využívat programy jiných firem, nyní je však zabudována přímo do souborového systému. Jakýkoliv soubor na disku tak může být uložen komprimován, přičemž není nijak omezen přístup aplikací k tomuto souboru. Komprimování je rychlé a má pouze jednu nevýhodu. Způsobuje větší virtuální fragmentaci. Z 16 clusterů je vytvořen jen jeden virtuální, čímž dojde ke kompresi. Díky tomuto není potřeba komprimovat soubor jako celek, ale je možné zkomprimovat pouze jeho část.

Na rozdíl od FAT, kde bylo pro názvy využito 8 bitové ASCII kódování, využívá NTFS kódování 16 bitové a to pomocí Unicode²³. To umožňuje ukládání názvů souborů v libovolném jazyce včetně diakritiky.

Proti ztrátě dat je tento souborový systém chráněn pomocí zaznamenávání akcí, které jsou se soubory prováděny. Díky tomuto je možné soubory po pádu systému zpětně obnovit a nepřijít tak o uložená data.

6.5.1 METADATA

Součástí souborového systému jsou speciální soubory, tzv. metadata. Ta jsou přidružena k uživatelským datům a obsahují důležité informace o organizaci dat na disku. Těchto souborů se vytvoří 11. Pro běžného uživatele jsou neviditelné, přistoupit k nim lze jen přes příkazový řádek a to za využití příkazu „dir /ah <jméno souboru s metadaty>“. Například „C:\>dir /ah \$badclus“ slouží k vypsání jmenovky svazku, sériového čísla svazku, a velikosti souboru s metadaty \$badclus.

Metadata jsou tyto soubory:

²³ Unicode – Tabulka znaků všech abeced, které existují

- \$MFT - Master File Table - jedná se o hlavní tabulku systému NTFS
- \$MFTMIRR - Kopie prvních 16-ti záznamů z MFT
- \$LOGFILE - Soubor s informacemi o přesunu souborů
- \$VOLUME - Obsahuje informace o svazcích (Sériové číslo, čas vytvoření)
- \$ATTRDEF - Definuje jednotlivé atributy
- . - Kořenový adresář
- \$BITMAP - Bitová mapa informující o využití clusterů
- \$BOOT - Boot record jednotky
- \$BADCLUS - Informace o špatných clusterech
- \$QUOTA - Informace o kvótách přidělených uživatelům
- \$UPCASE - Přidělení velkých znaků malým

\$BADCLUS

Pomocí tohoto souboru se snaží NTFS předejít ztrátě dat. Jakmile dojde během čtení k chybě, uloží se do tohoto souboru informace o vadném clusteru. Následně dojde k přesunutí dat jinam a k aktualizaci souboru \$BADCLUS. Díky tomu bude NTFS při příští zápisu vědět, že je tento cluster vadný a další data do něj zapsána nebudou.

\$BITMAP

Tento soubor shromažďuje informace o využití disku. Jedná se o mapu bitů, kde 0 znamená prázdný cluster a 1 použitý. Díky tomuto je při vytváření nového souboru zřejmé, kde je dostatečně velké volné místo, a soubor na něj bude uložen. Poté dojde k aktualizaci souboru \$BITMAP, nuly znamenající volné místo se změní na jedničky, díky čemuž budou pro příště reprezentovat obsazené clustery.

\$MFT

Master file table je obdobou File allocation table u souborových systémů FAT. Je uložena na začátek disku a bootovací záznam NTFS zná její přesné umístění a zároveň i umístění její záložní kopie. Hlavním úkolem MFT je udržování informací o rozložení jednotlivých dat na disku. Vlastnosti souborů (atributy, nastavení bezpečnosti, ...)

a adresářů jsou uloženy v záznamech. Tyto záznamy jsou jednotlivými položkami, na které je MFT rozdělena. Jelikož je MFT sama o sobě souborem, je i záznam o ní uložen v ní samé. Aby nemohlo dojít k poškození MFT, je vytvořena její záloha (\$MFTMIRR) a ta je uložena doprostřed disku. Obsahuje kopii prvních 16-ti záznamů z MFT, což zaručuje bezpečné spuštění operačního systému.

Důležitým faktorem určujícím rychlost tohoto souborového systému je rychlost přístupu k MFT. Jelikož se jedná o soubor, může být různě velký, díky tomuto může docházet k fragmentaci a zároveň i ke zpomalení celého systému. Této fragmentaci se předchází vytvořením dostatečně velkého volného prostoru kolem MFT, aby bylo možné MFT dále rozšiřovat. K uvolnění tohoto prostoru pro jiné soubory je možné teprve v případě, kdy dochází volné místo na celé jednotce.

Záznamy v MFT obsahují hlavičku, po níž následuje jeden či více atributů. Ty popisují jednotlivá data nebo soubory v záznamu. V hlavičce je uloženo číslo ověřující integritu, ukazatel na první atribut, první volný byte a první záznam v MFT (v případě že tento záznam není prvním). Atributy se dělí na hlavičku a data. V hlavičce jsou uloženy informace o umístění dat atributu (jedná se o typ, příznak a jméno atributu).

Typy atributů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 8 - Typy atributů v NTFS²⁴

Typ atributu	Popis
\$VOLUME_VERSION	Verze svazku
\$VOLUME_NAME	Jméno svazku disku
\$VOLUME_INFORMATION	NTFS verze a dirty příznak
\$FILE_NAME	Jméno souboru nebo adresáře
\$STANDARD_INFORMATION	Časová razítka souboru a příznaky - skrytý, systémový a pouze pro čtení
\$SECURITY_DESCRIPTOR	Bezpečnostní informace
\$DATA	Data souboru
\$INDEX_ROOT	Obsah adresáře
\$INDEX_ALLOCATION	Obsah adresáře
\$BITMAP	Mapování obsahu adresáře
\$ATTRIBUTE_LIST	Popisuje hlavičky "nerezidentních" atributů
\$SYMBOLIC_LINK	Nepoužitý
\$EA_INFORMATION	Atribut pro slučitelnost s OS/2
\$EA	Atribut pro slučitelnost s OS/2

²⁴ Tabulka převzata z <http://www.zive.cz/Clanky/Detailni-popis-NTFS/sc-3-a-7724/> (viz seznam literatury)

V současné době má v plánu firma Microsoft vydání nového operačního systému Windows 8. Současně s ním má přijít i nový souborový systém, který bude zprvu uveden jen pro serverovou verzi operačního systému, teprve poté by měl být postupně nasazen i na pracovní stanice, na nichž bude tento operační systém instalován. V dnešní době nejsou k dispozici informace o tom, co revolučního přinese a jak bude s daty pracovat. Zároveň není jasný ani jeho oficiální název.

7 SOUBOROVÉ SYSTÉMY NA PLATFORMĚ LINUX

Pro Linuxové operační systémy je k dispozici velké množství systémů souborových. Uživatel má tak možnost vybrat si právě ten, který mu bude vyhovovat. Namátkou můžeme zmínit souborové systémy EXT, EXT2, EXT3, EXT4, JFS, XFS, Minix FS, UFS a ReiserFS. Není to konečný výčet, jelikož je Linux distribuován jako Open Source²⁵, tudíž jsou i souborové systémy pro tuto platformu vyvíjeny s otevřeným zdrojovým kódem. Díky tomu je možné si naprogramovat libovolný souborový systém, či jakoukoliv jinou součást operačního systému. Z tohoto důvodu se budeme zabývat jen těmi nejvyužívanějšími.

7.1 EXT2

Název tohoto souborového systému vznikl z anglického „second extended filesystem“. Toto by se dalo přeložit jako druhý rozšířený souborový systém. Navazuje na souborový systém ext. Jeho autor, Rémy Card, jej navrhl v duchu open source. Stejně jako jeho předchůdce i ext2 vychází ze zastaralého souborového systému, jenž byl označován jako UFS (Unix File system²⁶).

Tento souborový systém ještě nepodporuje žurnálování, umí pouze vytvářet adresáře, různé typy souborů (například speciální soubory reprezentující zařízení, pojmenované roury, sockety,...). Oproti konkurenčním souborovým systémům přichází s několika vymoženostmi. Jimi jsou pevné a symbolické odkazy. Oč se jedná, se dozvíme v kapitole „Typy souborů“. Dále si tento souborový systém ukládá pro každý soubor tzv. UGO práva. Tato zkratka vznikla z počátečních písmen anglických slov User, Group, Other. V překladu se jedná o Uživatele (vlastníka), skupinu a ostatní uživatele, kteří nejsou ve skupině.

Teoretické limity pro velikost souborů v ext2 jsou závislé na velikosti bloku. Stejně tak jsou závislé i maximální velikosti oddílů, které je možné na disku vytvořit. Jejich velikosti popisuje následující tabulka.

²⁵ Open Source - Program s otevřeným zdrojovým kódem

²⁶ Unix File System - Unixový souborový systém

Tabulka 9 - Ext2 - limity pro velikost souborů a oddílů²⁷

Velikost bloku	1 kB	2 kB	4 kB	8 kB
Max. velikost souboru	16 GB	256 GB	2 TB	64 TB
Max. velikost oddílu	2 TB	8 TB	16 TB	32 TB

Nutno podotknout, že tyto velikosti mohou být omezeny v závislosti na operačním systému. Například u 32 bitových systémů je velikost souboru omezena 2 TB, stále však závisí i na velikosti bloků (viz tabulka).

Co se názvů vytvořených souborů týče, je možné v souborovém systému ext2 používat libovolné znaky vyjma znaků národní znakové sady, čísla 0 a lomítka. Maximální délka názvu souboru je stanovena na 255 znaků.

7.1.1 STRUKTURA SOUBOROVÉHO SYSTÉMU EXT2

Na začátku souborového systému je uložen v boot sektoru zavaděč do operačního systému. Následují skupiny bloků mající stejnou strukturu. Tyto skupiny bloků dále obsahují:

- superblok
- deskriptor skupiny
- bitmapu bloků a i-nodů²⁸
- tabulku i-nodů
- datové bloky

Superblok obsahuje informace o počtu i-nodů a bloků, počtu rezervovaných bloků, uchovává číslo prvního bloku, dále velikost fragmentu, informace o počtu bloků a fragmentů ve skupině. Taktéž uchovává informace o čase posledního zápisu a čase kontroly souborového systému, počtu připojení souborového systému od jeho poslední kontroly, maximálním počtu připojení souborového systému před vynucenou chybou, dále také uvádí stav souborového systému, hlášení o detekci chyby, číslo revize,

²⁷ Tabulka převzata z <http://www.linuxexpres.cz/blog/souborove-systemy-v-linuxu/> (viz seznam literatury)

²⁸ i-node - i-uzel (podrobněji v kapitole „Typy souborů“)

maximální dobu mezi kontrolami souborového systému a ID uživatele a skupiny pro rezervované bloky.

7.2 EXT3

Souborový systém ext3 je nástupcem souborového systému ext2. Patří již do rodiny žurnálovacích souborových systémů, tudíž využívá k zajištění integrity dat žurnál (viz podkapitola „Žurnál“). Na rozdíl od souborového systému NTFS určeného pro Windows provádí souborový systém ext3 žurnálování metadat. Tato metoda je rychlejší, než kdyby bylo využito klasické žurnálování. V tomto případě je žurnálován pouze soubor s metadaty, který obsahuje informace o umístění souboru. Tento způsob žurnálování je označován jako „writeback“. Díky tomuto není třeba ukládat data dvakrát (jednou do žurnálu a jednou na fyzický disk). Proto je oprava souboru a kontrola dokončené akce rychlejší.

Nevýhodou tohoto typu žurnálování je možnost vzniku nekonzistence dat mezi metadaty a samotnými daty. Například při prodlužování souboru, dojde-li k pádu systému, může dojít k ochraně prodloužení souboru a alokace datových bloků, ale samotný zápis nemusí být dokončen. Došlo by tak k uložení náhodných dat namísto dat konkrétních do míst, kde měl být soubor prodloužen. Z tohoto důvodu je potřeba aby operační systém provedl nejprve zápis dat na fyzický disk a až poté záznam informací do metadat. Tato operace je nazývána „ordered“.

Souborový systém ext3 je zpětně kompatibilní se souborovým systémem ext2, ovšem pouze v případě, kdy není využíváno žurnálu a funkcí writeback a ordered.

Mezi nevýhody tohoto souborového systému patří především absence defragmentace. Pokud by uživatel požadoval defragmentaci, je nutné provést konverzi na ext2, disk nefragmentovat a opět převést zpět na ext3. Existují však externí utility pro defragmentaci (například programy Shake a defrag), které jsou ovšem použitelné pouze při menším zaplnění disku a pracují na principu kopírování celého souboru na volné místo. Absenci defragmentace nahrazuje souborový systém především tím, že samotné fragmentaci souborů vcelku dobře předchází. Fragmentace se začíná projevovat až přibližně při 80% zaplnění disku.

Další nevýhodou je neobnovitelnost smazaných dat na disku. Ext3 totiž nuluje ukazatele na soubory v i-nodech smazaných souborů. Jediná možnost obnovení je v případě, že uživatel sám ví, na kterém bloku smazaná data začínala a na kterém končila.

Maximální velikosti souborů a oddílů jsou stejné jako u ext2. Jedinou výjimkou je maximální velikost souboru při použití 8 kB bloků. Zde je maximální velikost souboru omezena na 2 TB.

7.3 EXT4

Vývoj tohoto souborového systému byl započat 10. 10. 2006. Jedná se o žurnálovací souborový systém, který je zpětně kompatibilní se souborovým systémem ext3. Ve stabilní verzi byl uveden v prosinci roku 2008. Tento souborový systém vznikl zkopírováním zdrojových kódů z předchozí verze ext3 a jeho doplněním o několik nových funkcí. Mezi tyto funkce patří například Extenty, prealokace místa na disku, odložená alokace, online defragmentace, zvýšení přesnosti údajů o čase a především zvýšení výkonu celého souborového systému. Tento souborový systém odstraňuje limity, které byly využívány u jeho předchůdce, a podstatně je navyšuje. Může tak být použit na oddílu velikosti až 1 EB, maximální velikost souboru je stanovena na 16 TB, přičemž umožňuje uložit až 4 miliardy souborů. Zároveň ruší omezení počtu podadresářů. Porovnání s ext3, týkající se limitů velikostí zobrazuje následující tabulka.

Tabulka 10 - Porovnání max. limitů u ext3 a ext4²⁹

	Ext3	Ext4
Max. velikost oddílu	16 TB	1 EB
Max. velikost souboru	2 TB	16 TB
Max. počet souborů	4 mld	4 mld
Max. počet podadresářů	32768	neomezený

7.3.1 EXTENTY

Extent je jednotka známá pod tímto souborovým systémem, která v určitých případech nahrazuje blok. Jedná se o několik souvislých bloků. Hlavní výhodou je, že extent může být, při 4kB blocích velký až 128 MB. Na tento prostor pak ukazuje pouze

²⁹ Tabulka převzata z <http://www.linuxexpres.cz/blog/souborove-systemy-v-linuxu> (viz seznam literatury)

jeden ukazatel, díky čemuž se zvyšuje výkon systému. Ten tak nemusí hledat jednotlivé menší bloky na fyzickém disku, ale jen tento jeden extent.

7.3.2 PREALOKACE

Tato metoda umožňuje vyhradit určitý datový prostor na disku, aby bylo možné zachovat místo pro následné rozšíření souboru. Dříve se toto provádělo tak, že se na místo, kde byl předpoklad rozšíření souboru, uložila spousta nul, která reprezentovala vyhrazený prostor pro následné rozšíření. Prealokaci využívají především tvůrci databází, poněvadž právě u databází je předpoklad zvětšování souboru největší.

7.3.3 ZPOŽDĚNÁ ALOKACE

Zpožděná alokace zabraňuje vzniku fragmentace a to tím, že zpožďuje zápis souboru. Vysvětleme si to na příkladu. Budu psát dlouhý textový dokument, který budu průběžně ukládat. Souborový systém by tak při každém uložení ukládal novou část a mohlo by se stát, že tato část bude uložena jinde, než původní soubor a dojde tak k fragmentaci. Zpožděná alokace se tak snaží zápis dat odložit na co nejdelší možnou dobu, aby bylo uložení souboru pokud možno souvislé. Tímto zpožděná alokace předchází vzniku fragmentace na disku.

7.3.4 ONLINE DEFRAGMENTACE

Uživatelé operačních systémů Windows (a nejen ti) jistě znají nástroj **Defragmentace disku**. Tento nástroj bylo potřeba při velké fragmentaci souborů na disku spustit (či nastavit automatické spuštění v určitý čas), aby provedl defragmentaci. Souborový systém ext4 tuto nutnost odstranil. Zavedl online defragmentaci. Toto je metoda, která sama automaticky defragmentuje disk během nečinnosti systému. Tudiž pokud přestane uživatel na počítači pracovat, spustí se na pozadí automaticky defragmentace souborů a tím zabraňuje vzniku fragmentace.

8 SOUBORY

V počítačovém světě můžeme uchovávat informace na různých paměťových médiích. Příkladem mohou být Flash disky, magnetické a magnetooptické disky a mnohá další zařízení. Aby bylo možné uložené soubory přečíst na jakémkoliv počítači, je potřeba, aby na ně systém pohlížel jednotně. Soubor jako takový musí být počítačem oddělen od fyzických součástí systému a musí být pevně definován jako logická datová jednotka. Následně musí být umístěn na příslušející fyzické datové zařízení. Toto zařízení by mělo být energeticky nezávislé, aby nedocházelo při odpojení napájení, případně při restartu systému ke ztrátě uložených dat. Soubor je vlastně sdružení informací, které jsou si jistým způsobem příbuzné a jsou uloženy na paměťovém médiu. Z pohledu uživatele je soubor nejmenší část logického odkládacího zařízení. Z toho plyne, že data nemohou být uložena na paměťové médium, pokud nejsou zapsána v souboru. Tento pohled na soubor ale není úplně přesný. Soubor je, z počítačového hlediska, posloupnost bitů, bytů, řádků nebo jiných záznamů. Zároveň má význam, který je dán uživatelem. Informace v souboru uložené jsou pevně definovány vlastníkem a tvůrcem daného souboru. Pokud jsou informace rozdílné, musí dojít k jejich uložení v příslušném typu souborů. Ukažme si na příkladu. Pokud budu mít uloženou zvukovou nahrávku, je potřeba, aby byla uložena v některém ze zvukových souborů, tedy například v souboru „zvuk.mp3“. Pokud bych tento soubor uložil jako „zvuk.txt“, tak by operační systém nevěděl, jak tento soubor otevřít, případně by zvolil způsob, který by nám nezobrazil uložené informace tak, jak bychom očekávali. Proto má každý soubor definovanou svou strukturu, která náleží jeho typu. Například textový soubor je posloupnost znaků seřazená do řádků a sloupců tak, aby dávala uživateli určitou výpovědní hodnotu. Webová stránka je sekvence příkazů, které přísluší použitému programovacímu jazyku a jsou tak čitelné a zobrazitelné v prohlížeči. Dále máme kvanta dalších typů a druhů souborů, které mají vždy specifický způsob uložení dat tak, aby byl výsledek pro běžné uživatele srozumitelný.

8.1 STRUKTURA UKLÁDÁNÍ SOUBORŮ

V počítači jako takovém máme zažitou jistou strukturu v ukládání dat. Příkladem uvedu logické uspořádání tzv. domácího videa. Pokud pravidelně nahráváme filmy, budeme je chtít nějakým způsobem roztrždit a získat tak přehled o jejich umístění. Proto

nejčastěji zvolíme využití adresářové struktury (v operačních systémech Windows je adresář označován jako „složka“). Hlavní adresář si pojmenujeme například 2011. V něm budeme mít podadresáře Leden, Únor, Březen, ... V těchto podadresářích budou uložena jednotlivá příslušející videa. Jak je vidět, jedná se o strukturu hierarchickou. Toto uspořádání nám ale nic neříká o jejich fyzickém uložení na disku, nevíme, na jakém sektoru jsou data skutečně uložena. Pro člověka je to vcelku nepodstatná informace, ale počítač ji potřebuje k tomu, aby nám dokázal potřebná data správně zobrazit. O způsob zápisu, uložení dat, ale i o další práva přístupu k souboru se stará právě souborový systém. K vytvoření souborového systému (v informatice je označován jako „File system“) dochází před ukládáním fyzických dat a to způsobem, který je označován jako formátování.

8.2 TYPY SOUBORŮ

Nejsou data jako data. Uživatelé systému Windows jistě znají složku a běžný datový soubor. To jsou typově jediné dva druhy souborů, které jsou pod operačním systémem Windows známé. Samozřejmě že se datové soubory liší podle druhu aplikace, pro kterou jsou určeny, ale z principu se jedná stále o tentýž druh datového souboru. Druhým typem, známým na platformách Windows, jsou složky. Ty slouží jako schránka pro sdružování souborů předchozího typu. Jejich účelem je zřehlednit strukturu v systému.

V unixových systémech jsou rozpoznávány tři druhy dat. Jednak adresář, druhak klasický datový soubor (známý i z Windows) a třetím druhem jsou speciální soubory. Mezi nejznámější speciální soubory v unixových komunitách patří především symbolické linky³⁰ a pojmenované roury³¹.

8.2.1 SPECIÁLNÍ SOUBORY V LINUXU

I-NODE

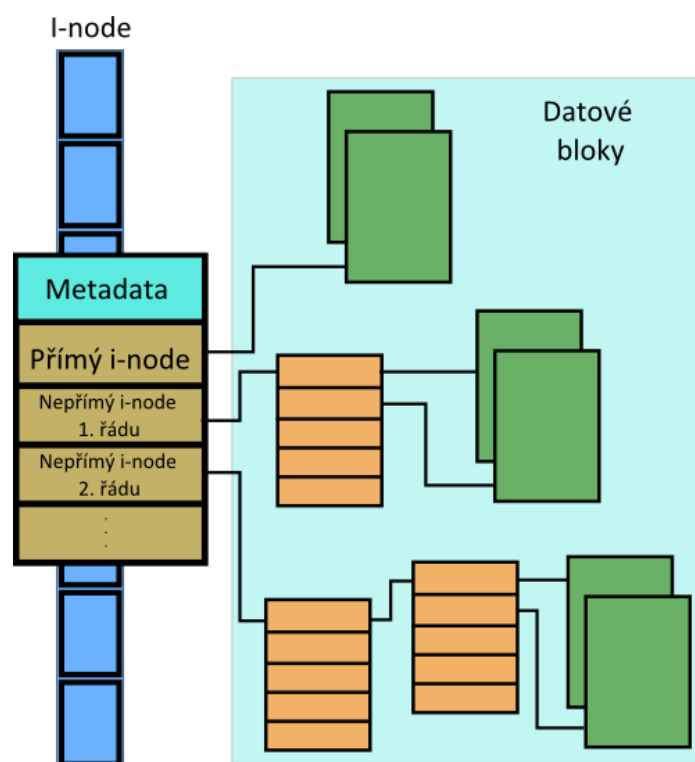
I-node je typ souboru, který uchovává informace o souborech (metadata) jiných. Ke každému souboru na disku existuje právě jeden i-node a ten má své jedinečné číslo. Zároveň tento druh souboru uchovává odkazy na bloky dat, ve kterých jsou fyzická data

³⁰ Symlink - Je odkaz, který ukazuje na fyzický soubor. Více symbolických linků může ukazovat na 1 fyzický soubor.

³¹ Pojmenované roury - Způsob výměny dat mezi dvěma soubory bez potřeby zásahu uživatelem.

uložena. Zároveň obsahuje informace o typu souboru, právech přístupu, vlastníkovi souboru, velikosti souboru a o čase poslední změny, smazání a posledního přístupu k souboru. Zároveň jsou v tomto souboru zaznamenávány počty odkazů (hardlinky a symlinky - viz kapitoly Hardlinky a Symlinky) a další atributy (například informace o smazatelnosti).

I-nody mohou odkazovat na datové bloky dvěma způsoby. Buďto přímo nebo nepřímě. Přímý odkaz ukazuje rovnou na blok dat. Nepřímý odkazuje na odkaz, který odkazuje přímo na blok dat. Toto ukazuje následující obrázek.



Obrázek 19 - Přímý a nepřímý i-node

NEPOJMENOVANÉ ROURY

Roura je speciální typ souboru, který zabezpečuje komunikaci dvou programů. Tento typ souboru přeměňuje výstup z jednoho programu na vstup programu jiného. V terminálu operačního systému Linux se tento typ komunikace přepíná pomocí svíslého lomítka (|). Tohoto lze využít, například pokud chceme zaznamenat do textového souboru jednotlivé výstupy z jiného programu. Při využití těchto rour dojde pouze k jedné komunikaci mezi programy.

POJMENOVANÉ ROURY

Tento typ souboru vychází z klasických rour. Výhodou oproti předchozímu typu je možnost opakovaného využití roury. Tato roura vznikne zadáním příkazu mkfif0 „název roury“. Těchto rour je využíváno například při psaní skriptů. Pokud si již nepřejeme tento soubor používat, musíme jej manuálně zrušit.

HARDLINKY

Hardlink je v podstatě pevný odkaz. Ten ukazuje na umístění souboru. Ukazuje-li více hardlinků na stejný soubor, zvýší se počet v i-node. Dojde-li poté u jednoho souboru ke „smazání“ souboru, na nějž je odkazováno, dojde pouze ke snížení počtu v i-node, ale soubor nebude fyzicky smazán. K fyzickému smazání dojde teprve, když se počet v i-node dostane na nulovou hodnotu. To bude znamenat, že soubor již není využíván a proto může být smazán. Těchto odkazů se hojně využívá například u přístupu ke knihovnám. Více programů tak může používat jednu knihovnu, při čemž ji nemusí pokaždé instalovat znovu (jako je tomu u Windows).

SYMLINKY

Symlinky (též označovány jako softlinky³²) jsou obdobou hardlinků. Jedná se taktéž o odkazy na konkrétní datový soubor. Rozdíl mezi hardlinkem a symlinkem je v tom, že pokud dojde ke smazání původního souboru, nedochází ke snižování počtu v i-node. Díky tomu může nastat situace, kdy budou ostatní symlinky odkazovat pouze na neexistující umístění souboru.

8.3 ATRIBUTY SOUBORU

Každý soubor, který vytvoříme na disku je nějak pojmenovaný. Pojmenování je provedeno řetězcem znaků, nebo čísel. V závislosti na systému se rozlišuje mezi velkými a malými písmeny. U některých operačních systémů ale dochází k ekvivalenci mezi velkými a malými písmeny, proto je soubor „priklad.txt“ brán stejně jako soubor „PriKLaD.TXT“. Systém nevidí rozdíl mezi pojmenováními těchto dvou souborů.

Pokud soubor pojmenujeme, zajistíme tím nezávislost na uživateli, systému a procesoru, kterým byl vytvořen. To znamená, že pokud tento soubor přeneseme na nějakém paměťovém médiu, bude čitelný i na jiném operačním systému, přičemž

³² Softlinky - z anglického Soft + link = měkký odkaz

soubor nebude třeba přejmenovávat. Z hlediska ochrany souborů má každý z nich určité atributy, které rozhodují o úrovni oprávnění. Nějaké souborové systémy jsou bezpečnější, jiné méně. Důkazem může být souborový systém FAT v porovnání s NTFS (viz žurnálování a další funkce pro zabezpečení dat). Vesměs všechny ale obsahují alespoň tyto základní atributy souborů:

- Jméno – Název souboru, který je čitelný z lidského hlediska
- Typ – Informace o typu souboru potřebná v různých souborových systémech
- Lokace – Ukazatel na umístění souboru
- Velikost – Označuje objem dat daného souboru
- Ochrana – Definuje, kdo může soubor číst, spouštět, zapisovat do něj a podobně
- Datum, čas – Datum a čas vytvoření případně změny, tato data lze využít pro monitorování práce se souborem.

8.4 OPERACE PŘI PRÁCI SE SOUBORY

Abychom lépe pochopili, jak souborový systém na pracovních stanicích funguje, je potřeba vědět, jak se pracuje se soubory samotnými. Proto si blíže popíšeme základní operace pro práci se soubory, jimiž jsou: vytvoření, zápis do souboru, čtení ze souboru, smazání souboru a vypuštění souboru.

- Vytvoření souboru – K vytvoření souboru potřebujeme nejprve najít a vyhradit dostatečně velký prostor pro jeho vytvoření a následně je potřeba vytvořit nový záznam, v němž bude mimo jiné uložena informace o jeho názvu a umístění v systému.
- Zápis do souboru – Systém provede volání, které si vyžádá specifikaci jména a informaci, která má být v souboru uložena. Následně vyhledá požadovaný soubor, uloží ukazatel zápisu v souboru a za něj vloží námi zapisované informace.

- Čtení souboru – Systém provede volání, které si vyžádá, stejně jako u zápisu, specifikaci jména. Poté nastaví ukazatel čtení na místo, odkud má být čteno a provede čtení. U většiny systémů jsou ukazatele pro čtení i pro zápis nahrazeny jedním společným ukazatelem, který se nazývá ukazatel aktuální pozice. Tím dojde k zjednodušení práce souborového systému a uspořené místo na disku.
- Smazání souboru – Pro smazání souboru musí systém nejprve najít umístění daného souboru. Jakmile jej najde, dojde k uvolnění celého úložného prostoru. Tím soubor ale ještě smazán není, je potřeba odstranit i informace o jeho existenci v tabulce záznamů. Teprve až když je i tato informace odstraněna, je soubor kompletně smazán.
- Vypuštění souboru – Je operace, ve které uživatel žádá o uvolnění obsahu souboru, ale přeje si, aby byly veškeré jeho atributy (kromě atributu velikosti) nezměněné. Aby nemusel být soubor smazán a následně znovu vytvořen se stejnými atributy, dojde pouze k nastavení velikosti na nulu, čímž je tato operace provedena.

9 MĚŘENÍ RYCHLOSTI SOUBOROVÝCH SYSTÉMŮ

Pro testování zatížení souborových systému existuje mnoho, pro tento účel určených, aplikací. Tyto aplikace jsou označovány jako **Benchmarky**. Benchmark je obecně program pro testování výkonu nejen souborových systémů, ale i například procesoru, grafické karty a jiných komponent počítače.

Mezi nejznámější benchmarky pro měření souborových systémů patří programy jako Sisoft Sandra, Bonnie++, PC Mark, HD Tune a další. Tyto programy nabízí velké možnosti. Nejčastěji testují rychlost zápisu na disk. Mnohdy nabízí ale i měření dalších parametrů souborového systému a obecně zápisu na disk jako například rychlost čtení/zápisu při sekvenčním přístupu k datům, nebo čtení/zápis náhodných dat. Tyto programy vesměs zapisují různými způsoby větší, nebo menší soubory na disk, pak je čtou, přepisují a při tom měří dobu, za jako bylo možné data zapsat, přepsat či přešíst. Z této doby je pak vypočítána rychlost přístupu k datům.

Pro účely své bakalářské práce jsem si navrhl strukturu dat, která jsem následně kopíroval z jednoho pevného disku na druhý. Aby nedocházelo k zatížení a tím i zkreslení měřených informací operačním systémem, byl zvolen jeden disk, na kterém běžel pouze operační systém a ze kterého nedocházelo přímo k přenosu dat. Využit byl operační systém Ubuntu 12.04 64bit a namapován byl na souborový systém ext3. Jednalo se o 500 GB disk firmy Western Digital připojení pomocí SATA rozhraní. Druhý disk jsem zvolil jako zdrojový. Na tomto disku byl namapován pro každé měření souborový systém ext3 a jednalo se o 200 GB disk od firmy Western Digital připojený přes rozhraní SATA s označením WD 2000JS. Třetí disk byl cílový, tudíž sloužil pro ukládání dat. Na tomto pevném disku byly jednotlivé souborové systémy měněny. Celé měření bylo prováděno na následující sestavě:

- Procesor: AMD Phenom II X4 920 3,5 GHz
- Grafická karta: GeForce GTX 460
- Základní deska: Gigabyte GA - MA790X DS4 s čipovou sadou AMD 790X
- Operační paměť: 4 GB DDRII

- Pevné disky: 500 GB WD5003ABYX SATA, 200GB WD2000JS SATA, 80GB WD800JB U-ATA 133

Nejprve bylo testováno kopírování 39865 malých souborů o objemu 5,1 GB, posléze bylo provedeno kopírování jednoho souboru o velikosti 5,3 GB. Měřena byla vždy doba kopírování celého objemu dat. Každé měření bylo prováděno dvakrát, aby se minimalizovaly chyby měření. Následně byla vypočítána rychlost přenosu. Ta byla počítána z průměru obou naměřených hodnot. Po každém měření bylo provedeno formátování, díky čemuž bylo měření vždy provedeno na čistě namapovaný souborový systém. Změřena byla zároveň i rychlost formátování daného souborového systému. Upozorňuji, že bylo prováděno souvislé kopírování celého objemu dat, proto zde nedocházelo ke zpomalování zápisu dat z důvodu fragmentace dat.

Pro souborový systém FAT32 bylo použito 4845 souborů o celkové velikosti 3 GB a následně jeden soubor o velikosti 3,2 GB. K tomuto bylo potřeba přistoupit z důvodu omezení maximální velikosti souboru tímto souborovým systémem. Zdůrazňuji, že původní 5,3 GB soubor byl zvolen záměrně, aby bylo poukázáno na tuto skutečnost. Více malých souborů by bylo možné kopírovat i o původním objemu 5 GB. Menší objem dat byl zvolen proto, aby byl zřejmý rozdíl v rychlosti přenosu více malých souborů a jednoho souboru o zhruba stejné velikosti.

V následujících stranách jsou vidět jednotlivé naměřené hodnoty. Nejprve vždy pro jeden určitý souborový systém, posléze dochází k porovnání jednotlivých souborových systémů mezi sebou.

9.1 NAMĚŘENÉ HODNOTY

Tabulka 11 - Naměřené hodnoty EXT2

Kopírování z EXT3 na EXT2	1. pokus čas[s]	2. pokus čas [s]	Průměrná rychlost [MB/s]	Rychlost formátování [s]
Mnoho malých souborů 39865 (5,1GB)	230	222	22,566	35
Jeden soubor 5,3 GB	134	135	37,918	

Tabulka 12 - Naměřené hodnoty EXT3

Kopírování z EXT3 na EXT3	1. pokus čas[s]	2. pokus čas [s]	Průměrná rychlost [MB/s]	Rychlost formátování [s]
Mnoho malých souborů 39865 (5,1GB)	231	226	22,319	40
Jeden soubor 5,3GB	139	137	36,957	

Tabulka 13 - Naměřené hodnoty EXT4

Kopírování z EXT3 na EXT4	1. pokus čas[s]	2. pokus čas [s]	Průměrná rychlost [MB/s]	Rychlost formátování [s]
Mnoho malých souborů 39865 (5,1GB)	227	222	22,717	4,5
Jeden soubor 5,3GB	135	137	37,500	

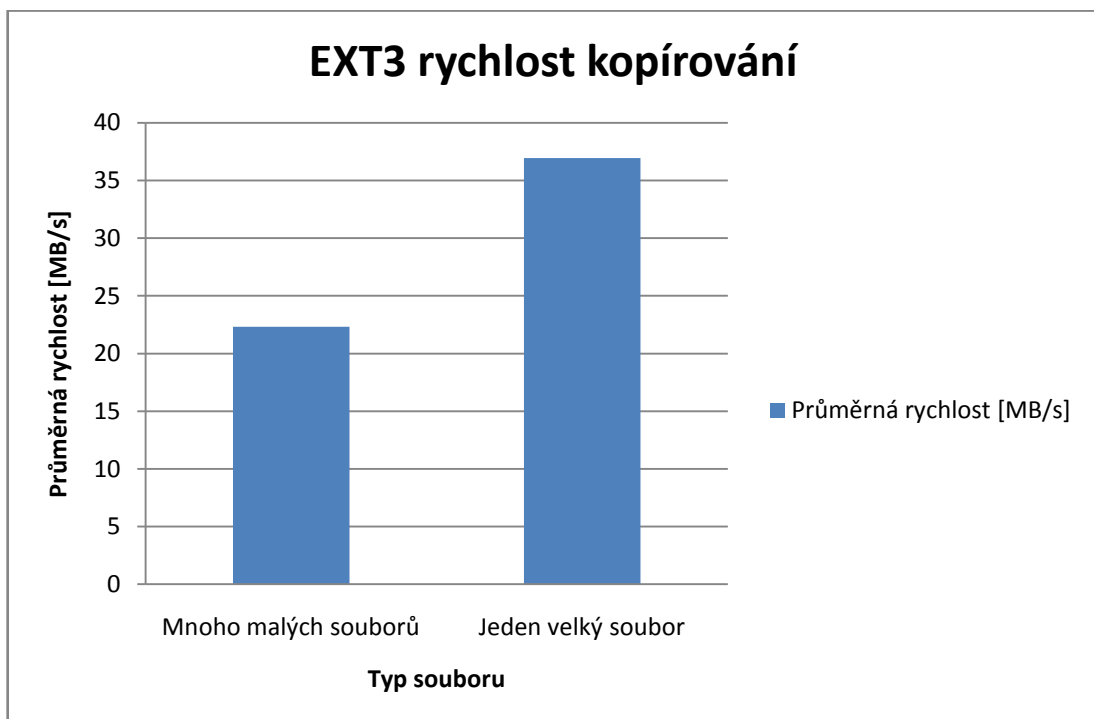
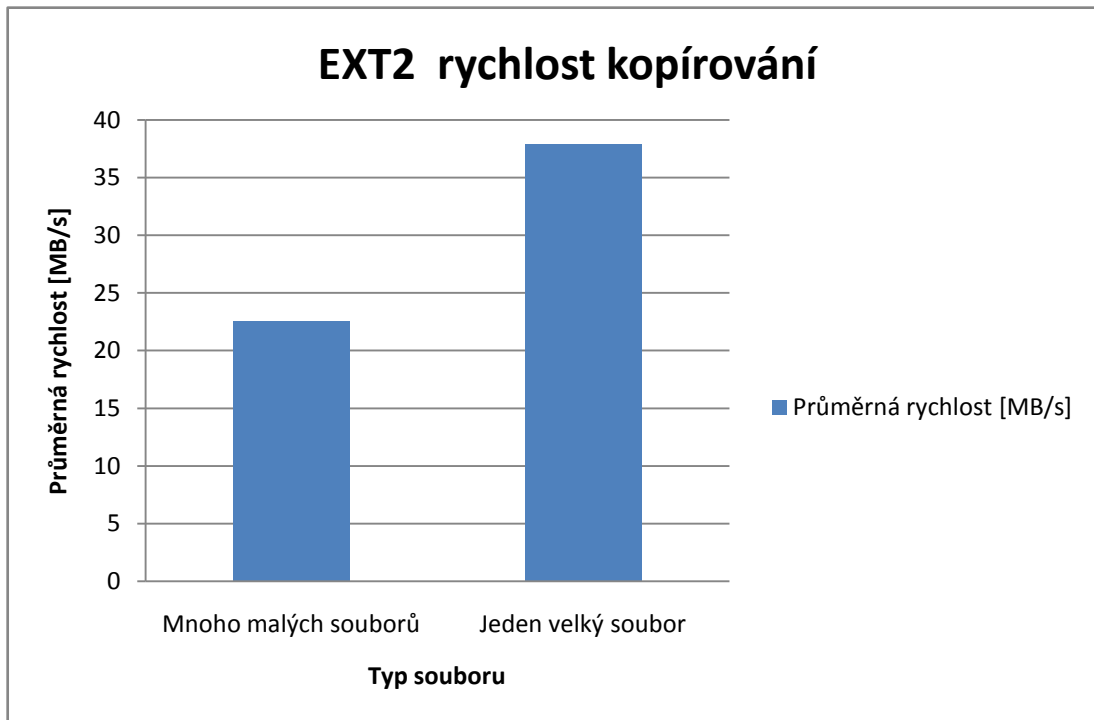
Tabulka 14 - Naměřené hodnoty NTFS

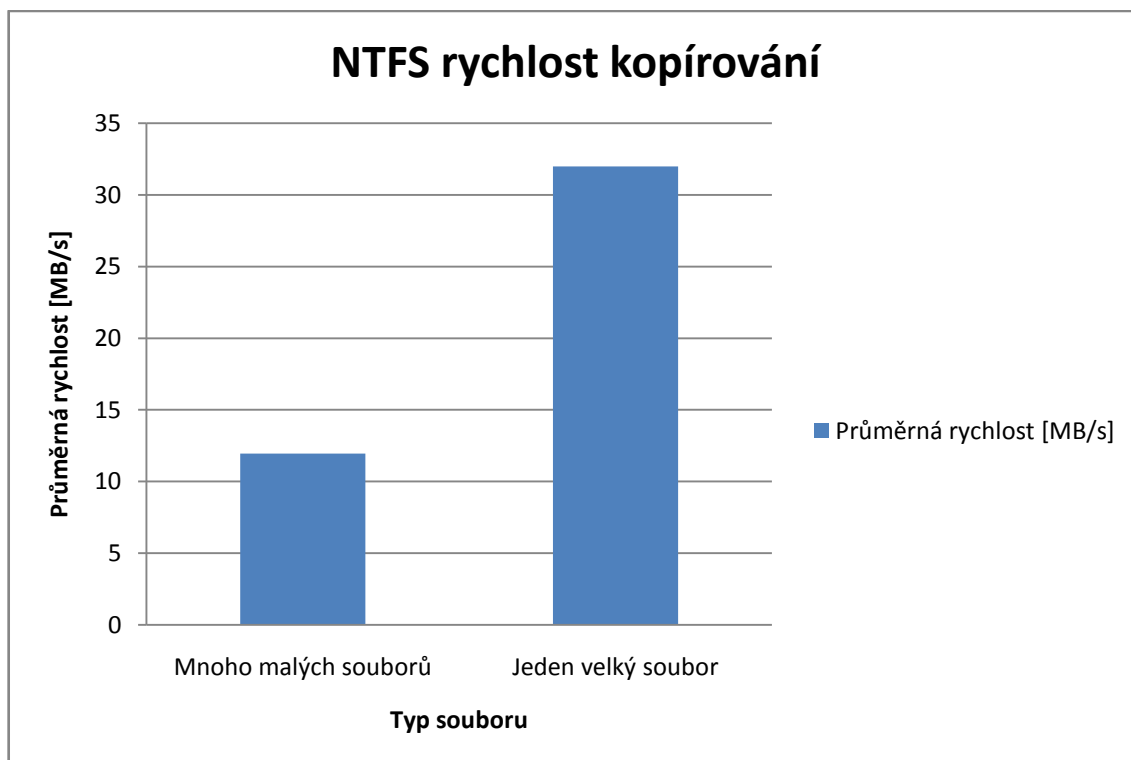
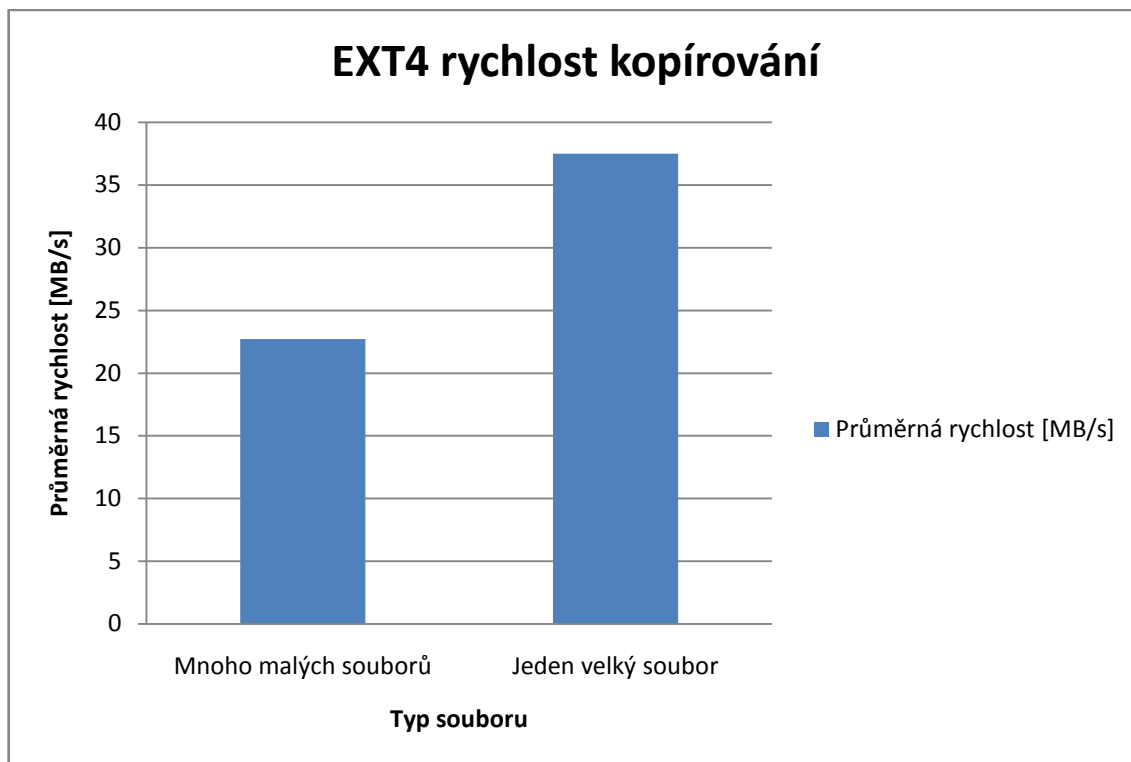
Kopírování z EXT3 na NTFS	1. pokus čas[s]	2. pokus čas [s]	Průměrná rychlost [MB/s]	Rychlost formátování [s]
Mnoho malých souborů 39865 (5,1GB)	435	418	11,958	3,5
Jeden soubor 5,3GB	159	160	31,975	

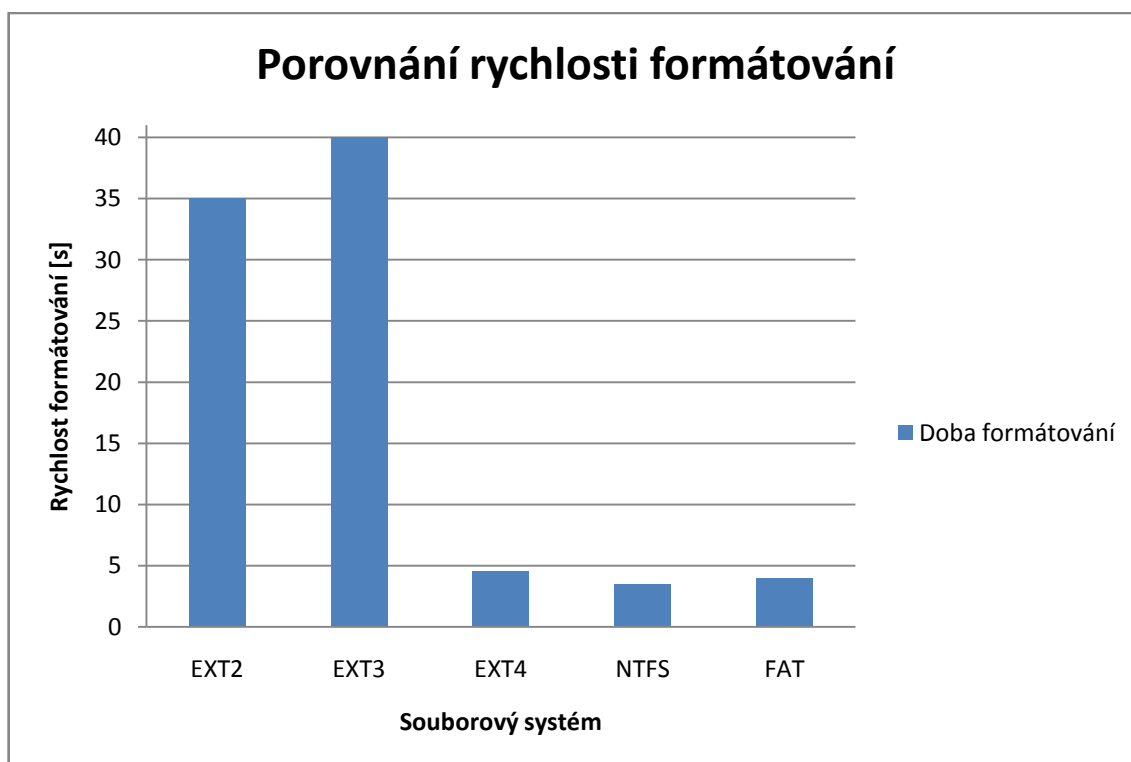
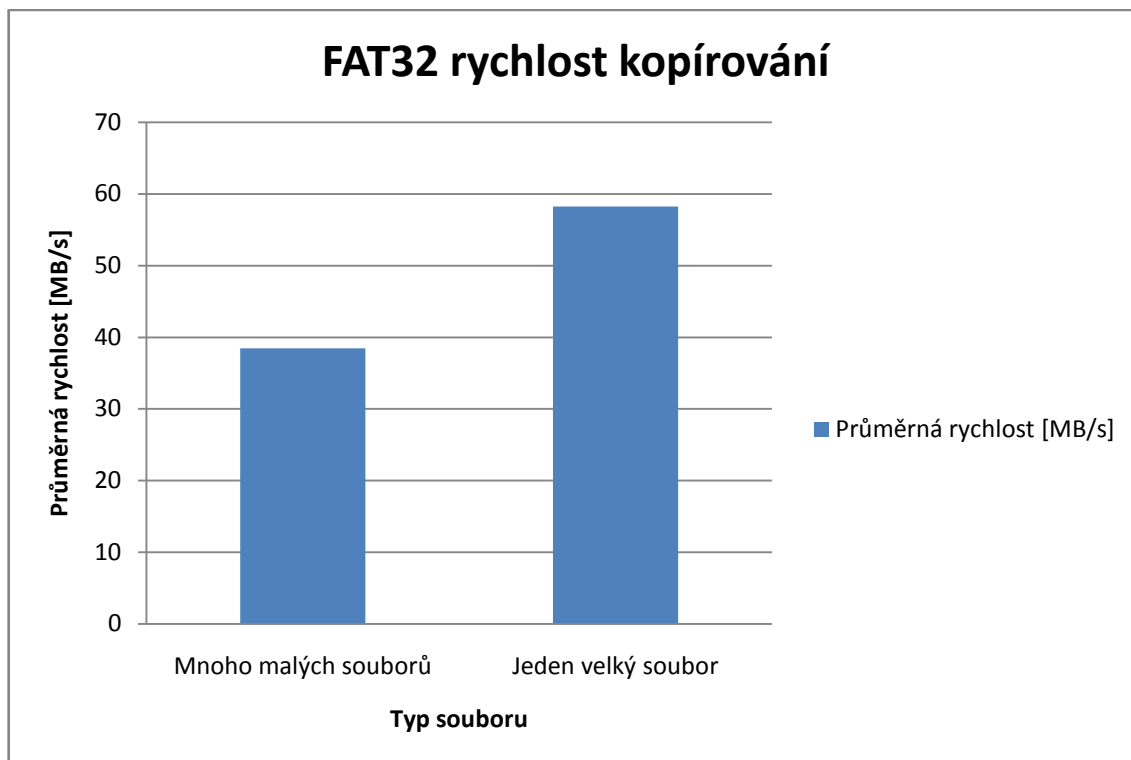
Tabulka 15 - Naměřené hodnoty FAT32

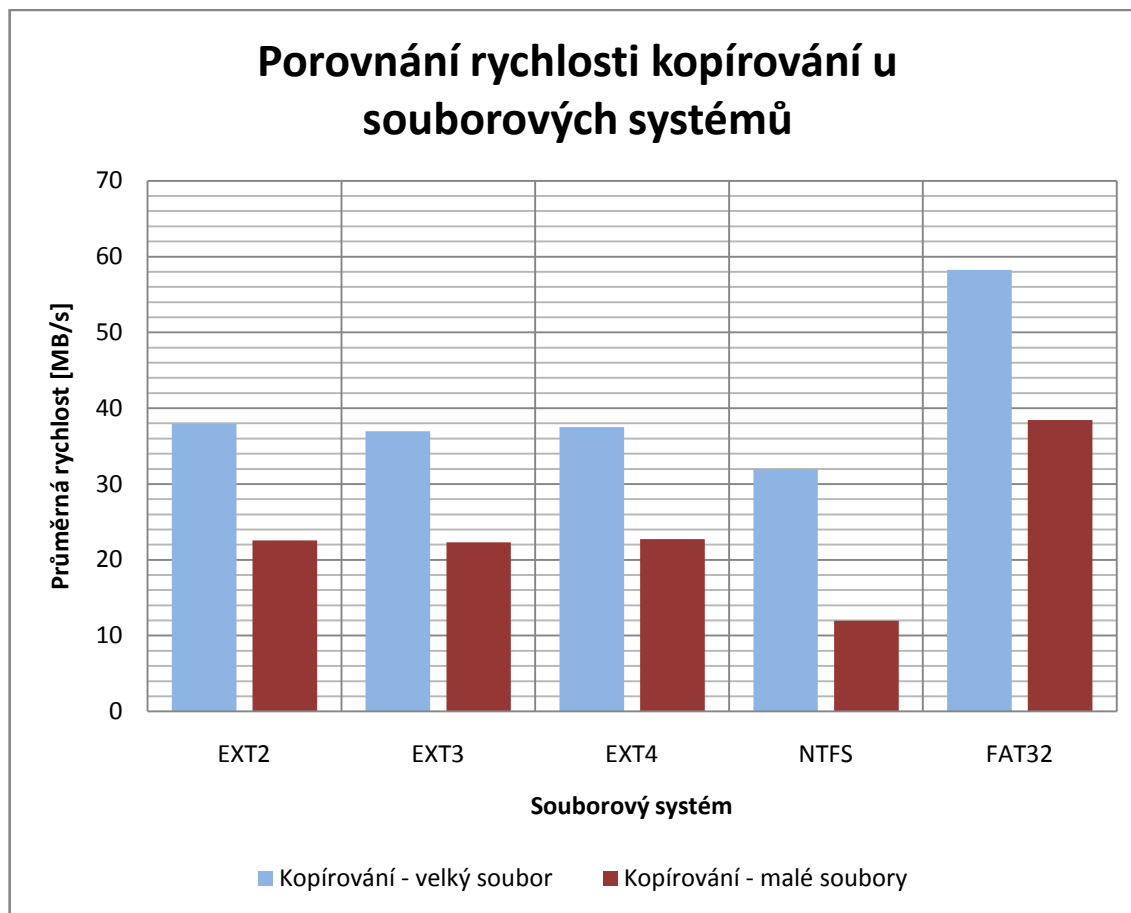
Kopírování z EXT3 na FAT32	1. pokus čas[s]	2. pokus čas [s]	Průměrná rychlost [MB/s]	Rychlost formátování [s]
Mnoho malých souborů 4845(3GB)	78	78	38,462	4
Jeden soubor 3,2GB	52	51	58,252	

9.2 GRAFY









9.3 SHRNU TÍ MĚŘENÍ

Z předchozích grafů vyplývá, že kopírování velkých souborů je mnohem rychlejší, než kopírování podobného objemu menších souborů. Grafy ukazují, že kopírování malých souborů je o více jak třetinu pomalejší, než kopírování souborů velkých. Například u souborového systému EXT4 byly malé soubory kopírovány průměrnou rychlostí 22,71 MB/s, při čemž téměř stejně velký soubor byl kopírován průměrnou rychlostí 37,5 MB/s. Tento rozdíl vzniká, dle mého názoru, tím, že je třeba asociovat každý malý soubor zvlášť, což celý průběh kopírování ztelně zpomalí. Zároveň je vidět, že v porovnání všech měřených souborových systémů jsou jednotlivé verze ext na stejné úrovni. Toto si vysvětluji tím, že jsou všechny založeny na stejném principu a novější verze vždy přináší jen novinky týkající se zabezpečení, ale styl ukládání dat je vždy obdobný. Zároveň je vidět, že souborový systém NTFS je výrazně pomalejší a to především při kopírování většího množství malých souborů. Zaostává ovšem i při kopírování souborů větších. Toto je nejspíš způsobeno spoluúčastí operačního systému. Jelikož nemá NTFS otevřený zdrojový kód, není implementace NTFS v Linuxu dokonale odladěná a může tak

zapříčinit pomalejší přístup k datům. Oproti tomu souborový systém FAT32 překvapil velkou rychlostí zápisu jak u malých souborů, tak u souborů velkých. Porovnáme-li souborový systém ext3, který měl průměrnou rychlost kopírování velkého souboru 36,96 MB/s a rychlost kopírování malých souborů 22,32 MB/s, se souborovým systémem FAT32, který měl průměrnou rychlost kopírování velkého souboru 58,25 MB/s a rychlost kopírování malých souborů 38,46 MB/s, je jasně vidět, že souborový systém FAT32 má značně vyšší rychlost kopírování. Předčil tak ale i všechny ostatní měřené souborové systémy. Předpokládám, že tohoto bylo dosaženo díky zápisu jednotlivých souborů přímo za sebe, bez nutnosti vyhledávat dostatečně velká volná místa. Zároveň tento souborový systém neudrží informace o dokončených operacích, což mu, dle mého názoru, umožnilo rychlejší zápis.

Nutné je zdůraznit, že v celém měření byla data zapisována najednou a proto zde nedocházelo k fragmentaci jednotlivých souborů, což by zcela jistě naměřené výsledky podstatně ovlivnilo.

10 ZÁVĚR

Pro bakalářskou práci se podařilo sehnat mnoho přínosných informací i přes to, že byly špatně dostupné. Díky tomu mohlo být vytvořeno objektivní shrnutí nejčastěji používaných souborových systémů, které zároveň vhodně vystihuje zásadní rozdíly mezi jednotlivými typy.

Práce je rozčleněna do několika částí. Nejprve pojednává a vysvětluje pojmy, které jsou pro správné pochopení principů a práce souborových systémů důležité. Vysvětluje, co jsou to diskové oddíly, jak se tvoří a pomocí konkrétních instalátorů operačních systémů nastiňuje, jak diskový oddíl vytvořit.

Dále popisuje obecnou strukturu souborového systému a jeho organizaci na fyzickém disku. Zabývá se důležitými pojmy, jako je fragmentace dat a žurnálování, které jsou důležité pro pochopení výhod jednotlivých souborových systémů. Následně vysvětluje, jak je souborový systém připojován, vysvětluje nejvyužívanější metody alokací.

Později se zabývá souborovými systémy na platformě Windows. Konkrétně popisuje principy a struktury souborových systémů FAT a NTFS. Zároveň popisuje rozšíření VFAT. V následující kapitole popisuje některé souborové systémy využívané v Unixových operačních systémech. Konkrétně se zabývá principy souborových systémů ext2, ext3 a ext4. Poukazuje na vylepšení, která přináší novější verze těchto systémů.

Dále bakalářská práce pojednává o souborech, které jsou známé pod operačními systémy Windows a Linux.

Ke konci bakalářské práce jsou zmíněny programy pro měření výkonu a zátěže souborových systémů. Následně je provedeno měření, jehož průběh byl předem promyšlen a navržen autorem práce. Zde se podařilo srozumitelně a přehledně porovnat souborové systémy z hlediska zápisu dat. Měření bylo užitečné, jelikož potvrdilo teoretické předpoklady. Za grafy, které znázorňují výsledky měření je provedeno shrnutí výsledků a jejich vyhodnocení.

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Struktura oddílů na disku, Master Boot record	4
Obrázek 2 - Spuštění instalátoru Win XP[1]	5
Obrázek 3 - Dialog při instalaci Win XP[1]	6
Obrázek 4 - Licenční podmínky instalátoru Win XP[1].....	6
Obrázek 5 - Disk bez oddílů v instalátoru Win XP[1]	7
Obrázek 6 - Disk s oddíly v instalátoru Win XP[1]	8
Obrázek 7 - Formátování v instalátoru Win XP[1]	9
Obrázek 8 - Instalační nabídka Ubuntu[2]	10
Obrázek 9 - Možnost "Něco jiného" - Instalace Ubuntu[2]	11
Obrázek 10 - Původní rozdělení disku - Instalátor Ubuntu[2]	12
Obrázek 11 - Změna velikosti původního oddílu - Instalátor Ubuntu[2]	12
Obrázek 12 - Vytvoření nového oddílu - Instalátor Ubuntu[2]	13
Obrázek 13 - Nové rozdělení disku - Instalátor Ubuntu[2]	14
Obrázek 14 - Formátování disku - Instalátor Ubuntu[2]	15
Obrázek 15- Organizace souborového systému	17
Obrázek 16 - Souvislá alokace	23
Obrázek 17 - Spojovaná alokace	25
Obrázek 18 - Indexová alokace	27
Obrázek 19 - Přímý a nepřímý i-node	45

12 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Tabulka k obrázku "Souvislá alokace"	23
Tabulka 2 - Tabulka k obrázku "Spojovaná alokace"	25
Tabulka 3 - Tabulka k "Indexové alokaci"	27
Tabulka 4 - Kořenový adresář - struktura.....	30
Tabulka 5 - FAT - zápis jednoho souboru (TOC)	31
Tabulka 6 - FAT - připsání souboru (TOC)	31
Tabulka 7 - FAT - zvětšení souboru (TOC)	31
Tabulka 8 - Typy atributů v NTFS	36
Tabulka 9 - Ext2 - limity pro velikost souborů a oddílů	39
Tabulka 10 - Porovnání max. limitů u ext3 a ext4	41
Tabulka 11 - Naměřené hodnoty EXT2	51
Tabulka 12 - Naměřené hodnoty EXT3	51
Tabulka 13 - Naměřené hodnoty EXT4	51
Tabulka 14 - Naměřené hodnoty NTFS	51
Tabulka 15 - Naměřené hodnoty FAT32.....	51

13 SEZNAM LITERATURY

1. DANĚK, A. Zápiskník Antonína Daňka. *Instalace Windows XP krok po kroku* [online]. 07. 04. 2007 [cit. 2012-02-15]. Dostupné z: <http://blog.antonindanek.cz/clanek/instalace-windows-xp-krok-po-kroku>
2. TREFNÝ, V. Ubuntu.cz. In: TREFNÝ, V. *Ubuntu Česko Průvodce instalací* [online]. 20. 10. 2011 [cit. 2012-02-18]. Dostupné z: <http://wiki.ubuntu.cz/Průvodce%20instalací>
3. DRLÍK, M. eAmos - výukový systém. In: *eAmos* [online]. 12. 1. 2011 [cit. 2012-03-31]. Dostupné z: http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kat_inf/externi/kat_inf_53595/drlikm00_10/task_5/file-system.pdf
4. SDRUŽENÍ AUTORŮ. NTFS.com. *NTFS* [online]. 1998-2012 [cit. 2012-05-23]. Dostupné z: <http://www.ntfs.com/>
5. NĚMEC, M. ŽIVĚ.CZ. *Detailní popis NTFS* [online]. 16. 08. 1999 [cit. 2012-05-19]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/Clanky/Detailni-popis-NTFS/sc-3-a-7724/>
6. MICROSOFT. support.microsoft.com. *Pomoc a podpora Microsoft* [online]. 01. 12. 2007 [cit. 2009-06-03]. Dostupné z: <http://support.microsoft.com/kb/308423/cs>
7. MICROSOFT. support.microsoft.com. *Pomoc a podpora Microsoft* [online]. 31. 07. 2007 [cit. 2012-05-20]. Dostupné z: <http://support.microsoft.com/kb/101670/en-us?fr=1>
8. MICROSOFT. support.microsoft.com. *Pomoc a podpora Microsoft* [online]. 24. 01. 2006 [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: support.microsoft.com/kb/100108
9. MACHAČ, J. Střední průmyslová škola sdělovací techniky. *Úvod do souborových systémů* [online]. 01. 09. 2009 [cit. 2011-10-17]. Dostupné z: <http://www.panska.cz/ivt/doku.php?id=uvod-do-souborovych-systemu>
10. DYTRYCH, K. *Diskové oddíly, rozdělování na partitions, swap* [online]. neznámý [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: <http://school.kjn.cz/operacni-systemy/partitions.html>
11. DRÁB, M. secit.sk. *Souborové systémy FAT* [online]. 02. 08. 2008 [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: www.secit.sk/sk/content/souborove-systemy-fat
12. DOČEKAL, D. www.pooh.cz. *Soubory a souborový systém* [online]. 29. 10. 2002 [cit. 2011-11-10]. Dostupné z: <http://www.pooh.cz/pooh/a.asp?a=2003424&db=1001>
13. MGR.MRÁZEK, L. Operační systémy. *Systém souborů, koncepce souboru* [online]. neznámý [cit. 2012-02-15]. Dostupné z: <http://homen.vsb.cz/~kod31/vyuka/opsys/os.html>
14. DR.ING.TOMAN, J. jtkvd.cz. *PSDSB - Počítačové sítě a distribuované systémy* [online]. 21. 05. 2012 [cit. 2012-06-03]. Dostupné z: <http://jtkvd.zcu.cz/PSDSB/psdsb/psdsb/index2.htm>
15. HEJDA, V. Souborové systémy v Linuxu. In: *linuxexpres.cz* [online]. 21. 11. 2011 [cit. 2012-06-04]. Dostupné z: <http://www.linuxexpres.cz/blog/souborove-systemy-v-linuxu>
16. PIRKL, D. Systémy souborů v Linuxu. In: *atrey.karlin.mff.cuni.cz* [online]. 27. 05. 1998

- [cit. 2012-06-04]. Dostupné z: <http://atrey.karlin.mff.cuni.cz/seminar/OLD/Papers97/linuxfs/#fs02>
17. ŠTRAUCH, A. EXT4: Evoluční souborový systém. In: *Root.cz* [online]. 14. 07. 2008, 0:00 [cit. 2012-06-05]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/ext4-evolucni-souborovy-system/>
 18. ŠIMŮNEK, M. Ext2: i-node. In: *mis.e-mis.cz* [online]. 20. 05. 2012 [cit. 2012-06-05]. Dostupné z: http://mis.e-mis.cz/index.php/Ext2:_i-node
 19. MILAR, B. Bash 6: Roury, vstupy a výstupy. In: *linuxexpres.cz* [online]. 21. 09. 2005 [cit. 2012-06-05]. Dostupné z: <http://www.linuxexpres.cz/praxe/bash-6-dil>
 20. MILAR, B. Bash 7: Pojmenované roury a aliasy. In: *linuxexpres.cz* [online]. 19. 10. 2005 [cit. 2012-06-05]. Dostupné z: <http://www.linuxexpres.cz/praxe/bash-7-dil>
 21. NĚMEC, M. Popis NTFS. In: *milannemec.com* [online]. neznámý [cit. 2012-03-16]. Dostupné z: <http://www.milannemec.com/ntfs.html>
 22. BENEŠ, M. Správa paměti. In: *Katedra informatiky FEI VŠB-TU Ostrava* [online]. Neznámé datum publikování [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cs.vsb.cz/benes/vyuka/pte/texty/pamet/ch05s04.html>

14 RESUMÉ

This thesis is dedicated to file systems of workstations. I managed to gather many valuable information's for this work, although they were not easy to access. Thanks to that, I could create objective summary of the most common file systems, and point out the major differences between them.

Thesis is divided into several parts. At first it explains concepts that are important for clear understanding of principals and tasks of file systems. It explains what the disc partitions are and how are these partitions created and how it is possible to create one while using specific installers of file systems.

The next part describes general structure of file system and its organizations on a physical disc. It speaks about terms like data fragmentation and journaling which are important for understanding of advantages of particular file systems. The following explanation involves the way how the file system is attached and what are the most used methods of allocations.

Later on, it describes file system on Windows platform. Specifically, it describes principals and structures of FAT and NTFS file systems and its enlargement called VFAT. The next chapter describes some of file systems which are being used on UNIX based systems. Especially principals of ext2, ext3 and ext4 file systems. It shows the improvements that the new versions of these systems brings.

The next topic this thesis is dedicated to are files, that are known on Windows and Linux OS.

At the end of this bachelor's work are mentioned programs and applications that are possible to use for measuring the performance and loads of file systems. Next up is measuring, that has been thought through and designed by the author of this thesis. There, I managed to intelligibly and clearly compare file systems in terms of data writing. Measuring was useful because it confirmed the theoretical predictions. Summary of results is located at the end of the thesis together with graphs that shows the results of measuring.