

**Zadání:**

1. Připojte pokusný IDE ATA disk k PC přes sběrnici PATA.
2. Prostřednictvím nástroje „Správa disků“ ve Windows na pokusném disku vytvořte 3 logické oddíly takto:
  - 1 oddíl - velikost 100 MB, FAT16, logická jednotka X
  - 2 oddíl - velikost 100 MB, FAT32, logická jednotka Y
  - 3 oddíl - velikost 100 MB, NTFS, logická jednotka Z
3. Seznamte se s možnostmi využití aplikace „WinHex“ pro práci s pevným diskem.
4. Pomocí aplikace WinHex prostudujte strukturu systémových oblastí pevného disku - Master Boot (MB), Partition Table (PT), Boot Record (BR), Root Directory (RD) a FAT16, FAT32, NTFS.
5. Zjistěte, co se stane s vlastními daty a systémovou oblastí při:
  - vymazání souboru
  - formátování disku
6. Vysvětlete, jaké mechanismy se uplatní při záchraně souboru příkazem UNDELETE, postup ověřte pomocí aplikace WinHex pro FAT16 a FAT32.
7. Na pokusném disku vytvořte 3 soubory s následujícím obsahem:
  - soubor A1.txt – obsah „123“
  - soubor A2.txt – obsah „456“
  - soubor A3.txt – obsah „789“.Tyto tři soubory spojte modifikací potřebných systémových oblastí na disku tak, aby byly všechny soubory spojeny do jednoho souboru A1, který bude obsahovat řetězec „123456789“.
8. Prostudujte strukturu NTFS pomocí programu „DiskView“. Diskutujte základní rozdíly proti FAT.
9. Prostřednictvím nástroje „Správa disků“ ve Windows na pokusném disku zrušte všechny vytvořené logické oddíly.
10. Vypněte PC a odpojte pokusný disk.



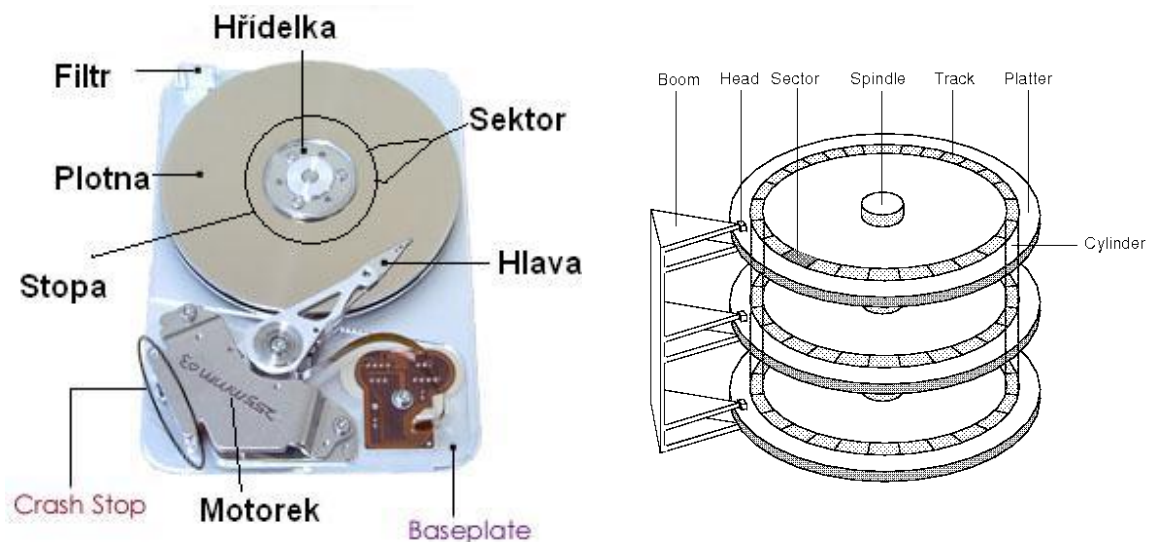
## Dva pohledy na pevný disk:

**Fyzická struktura pevného disku** - stavba a parametry disku, řadič, metody práce s diskem.

**Logická struktura disku** - popis logického uspořádání dat na disku, organizace dat.

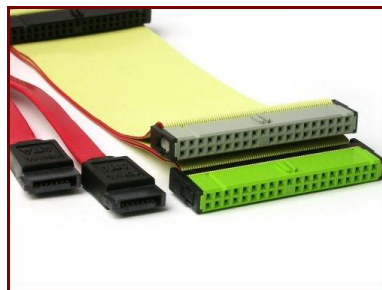
## Fyzická struktura pevného disku:

- **stopy** - soustředné kružnice na plotně HDD, jsou číslovány, nultá stopa má největší průměr.
- **cylindry** - je množina všech stop na discích se stejným číslem, sektory nad sebou.
- **hlavy** - čtecí hlava, vzdálenost hlav od disku je 0.000003 mm.
- **sektory** - část kruhové stopy (tracku) pro uložení dat - nejčastěji velikost 512 B
- **clusters** - sdružení sektorů, nejmenší alokační blok, čím je cluster menší, tím se šetří místo na disku, čím je větší, tím je rychlejší přístup.

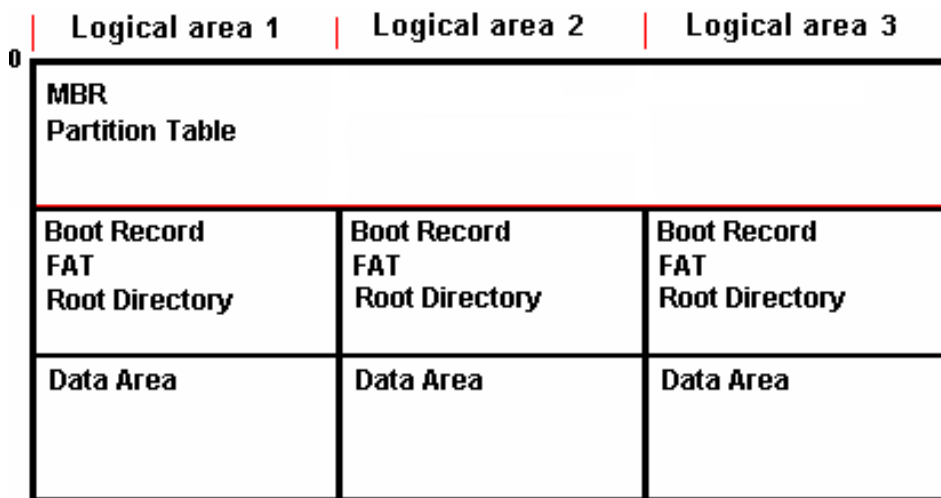


## **Rozhraní pevného disku:**

- ATA
- SATA
- SCSI
- IDE, EIDE
- USB



## Logická struktura pevného disku:



### Master Boot Record (MBR)

je uložena v nulté sektoru na nulté stopě, je základem logické struktury disku, má dvě části:

- **Master Boot Rekord** (*Zaváděcí záznam*) – obsahuje krátký program spouštěný při startu BIOSem. Načítá tabulku oblastí a hledá aktivní oblast, ze které je spuštěn OS. Zaváděcí záznam kontroluje schopnost zavedení disku, obsahuje dva skryté soubory IO.SYS a MSDOS.SYS. Pokud tyto programy existují, počítač je při startu načte a spustí je. Navíc záznam obsahuje tabulku s informacemi o identifikační značce disku (jmenovce).
- **Partition Allocation Table** - uložena v nultém sektoru disku, popisuje logické členění disku na oddíly, umožňuje start OS z aktivního oddílu.

### Boot Record

je začátkem každé logické oblasti, je vytvořen při logickém formátování disku, leží na 0-tém sektoru logické oblasti, má velikost 1 sector, typicky o velikosti 512B, uchovává informace o FAT systému, velikosti sectoru a clusteru, identifikaci operačního systému, který tuto oblast formátoval, tabulku popisu disku. Obsahuje také lokální zavaděč systému.

### File Allocation Table – FAT

- Jsou v ní uloženy informace o tom, kde jaký soubor leží a kde má své další části (čísla clusteru).
- Jádrem logické struktury je **alokační jednotka** nebo-li **cluster**, nejmenší logická jednotka disku pro uložení dat.
  - menší cluster -> výhoda pro malé soubory, nevýhoda pro velké soubory.
  - větší cluster -> nevýhoda pro malé soubory, výhoda pro velké soubory.
- Je uložena dvakrát v nulté stopě.
- Různé typy: FAT12, FAT16, FAT32, NTFS, EXT2

Souborový systém	max. soubor	max. počet	max. oddíl	rok	použití
FAT 12	32 MB	$2^{12}=4\ 077$	32 MB	1977	MS DOS - FDD
FAT 16	2 GB	$2^{16}=65\ 517$	2 GB	1988	MS DOS - HDD
FAT 32	4 GB	$2^{28}=268\ 235\ 237$	2 TB	1996	WIN 95 OSR2
NTFS	16 TB	$2^{32}=4\ 294\ 967\ 296$	256 TB	1993	WIN NT, XP
ext2	16 GB	?	2 TB	1993	LINUX

Volume Size	FAT16 Cluster Size	FAT32 Cluster Size	NTFS Cluster Size
7MB - 16MB	2KB	Not supported	512 bytes
17MB - 32MB	512 bytes	Not supported	512 bytes
33MB - 64MB	1KB	512 bytes	512 bytes
65MB - 128MB	2KB	1KB	512 bytes
129MB - 256MB	4KB	2KB	512 bytes
257MB - 512MB	8KB	4KB	512 bytes
513MB - 1GB	16KB	4KB	1KB
1GB - 2GB	32KB	4KB	2KB
2GB - 4GB	64KB	4KB	4KB
4GB - 8GB	Not supported	4KB	4KB
8GB - 16GB	Not supported	8KB	4KB
16GB - 32GB	Not supported	16KB	4KB
32GB - 2TB	Not supported	Not supported	4KB

### NTFS (New Technology File System)

- Přišel s ním Windows NT, dovoluje přiřazovat souborům atributy (jen pro čtení atd.)
- MFT (Master File Table) je jádrem systému NTFS.
- Soubor je logicky rozdělen tak, že pro každou složku je vyřazen jeden řádek, v případě velkého souboru více řádků.
- Velikost clusteru je menší než u FAT, typicky 1 sektor.
- Obsahuje kompresi dat.
- Lze nastavit oprávnění pro složky a soubory, jeden z uživatelů je správce, který určuje práva pro ostatní.

### Root Directory:

hlavní adresář, stromová struktura, leží hned za druhou FAT, uchovává informace o souborech, jejich názvy, přípony, velikost v bytech, atributy, odkaz na první cluster do FAT, kde soubor začíná.

### Data Area:

prostor pro ukládání vlastních dat souborů. Adresace dat souboru pomocí čísel clusteru ve FAT.

### Správa disku:

- **formátování** - proces vytvoření nové logické struktury na disku.
- **fragmentace souboru** - nežádoucí jev, který vzniká v důsledku mazání souborů, fragmentovaný soubor je zapsán ve více cylindrech, které neleží bezprostředně za sebou --> zpomalení PC.
- **defragmentace** - proces, který umí spojit nesouvislé bloky souborů.

**Podrobnější popis logických oblastí a jejich obsahu naleznete v příloze!**

## Popis NTFS

Souborový systém NTFS byl navržen pro Windows NT. NT také podporují nebo podporovaly HPFS (navržený pro OS/2) a FAT (navržený pro DOS), ale tyto souborové systémy mají omezené možnosti a nespĺňují podmínky kladené dnešními potřebami. Těmito nedostatky jsou zejména omezená velikost disku a bezpečnost. Rovněž FAT32 podporovaný Windows 2000 tyto požadavky nespĺňuje.

NTFS byl navržen na konci 80 let při současně zahájeném vývoji NT a lze říct, že byl navržen, aby splňoval nejen současně, ale i předpokládané požadavky.

Disky (resp. partition) většiny souborových systémů jsou děleny na logické jednotky nazývané clustery. FAT používá 16-bitovou identifikaci clusterů, proto může adresovat maximálně 65536 clusterů. Velikost clusteru je tedy přímo úměrná na velikosti disku. Větší clustery způsobují větší vnitřní fragmentaci a větší plýtvání s prostorem na disku. Například 250-ti bajtový soubor na disku s 16 kB clustery zabírá celý cluster a více než 15 kB je nevyužito.

Vývojáři FAT a HPFS nevěnovali pozornost bezpečnosti, ale NTFS používá stejný bezpečnostní model jako NT. Seznamy řízení libovolného přístupu (Discretionary access control lists - DACL) a seznamy řízení systémového přístupu (system access control lists - SACL) řídí, kdo vykoná akci se souborem a zajistí její zaznamenání.

FAT používá pro pojmenování souborů 8-bitové ASCII kódování. V NTFS je použito 16-bitové kódování Unicode, což umožňuje pojmenovat soubor v libovolném jazyce.

FAT nemá žádné opatření proti chybám na disku. Při pádu systému se systémové struktury stát nekonzistentní, což může způsobit ztrátu dat. NTFS má zabudováno transakční zaznamenávání akcí, proto se může při pádu systému pokusit obnovit data při jejich minimální ztrátě.

Ve Windows NT jsou dva nástroje na vytváření NTFS partition - Správce Disků (windisk.exe) a utilita na formátování. Oba umožňují nastavit požadovanou velikost clusteru. Jestliže tuto velikost nenastavíte, nastaví defaultní hodnotu. Čím menší jsou clustery, tím lepší je využití diskového prostoru, ale je třeba více prostoru pro organizaci clusterů, protože jich je pak mnohem víc.

Defaultní velikosti clusterů

Velikost svazku	Velikost clusteru
512MB nebo méně	512 bajtů
513MB-1024MB	1KB
1025MB-2048MB	2KB
2049MB a více	4KB

K uživatelským datům jsou přidružena tzv. metadata, ve kterých jsou informace o organizaci dat na disku. Jestliže inicializujete NTFS disk, NTFS vytvoří 11 souborů s metadaty. Tyto soubory nejsou normálně viditelné z nějakého souborového manažeru, ale můžete je zobrazit pomocí aplikace WINHEX nebo DiskView.

Aby se zabránilo ztrátě dat, NTFS chrání své datové struktury na disku podpisem. Když nastane chyba při čtení dat, NTFS označí clustery jako špatné, přemapuje umístění dat jinam a aktualizuje \$BADCLUS, aby příště nebyly chybné clustery použity znovu. Jestliže je v systému chybám odolný diskový driver, tak vrací do NTFS informaci, že použil svou schopnost na ochranu dat.

\$BITMAP je velké pole bitů, kde každému bitu odpovídá cluster na disku. Když je bit 0, cluster je prázdný, jinak je použitý. NTFS udržuje tento soubor ke sledování volných clusterů na disku k jejich přidělení pro nová data.

## Metadata soubory v NTFS

MFT jméno	Záznam	Popis
\$MFT	0	Master File Table — hlavní část NTFS
\$MFTMIRR	1	Kopie prvních 16-ti záznamů MFT
\$LOGFILE	2	Transakční logovací soubor
\$VOLUME	3	Obsahuje sériové číslo svazku, čas vytvoření
\$ATTRDEF	4	Definice atributů
.	5	Kořenový adresář disku
\$BITMAP	6	Obsahuje mapu použití clusterů (použité vs. volné)
\$BOOT	7	Boot record jednotky
\$BADCLUS	8	Seznam špatných clusterů na disku
\$QUOTA	9	Obsahuje informace o uživatelských kvótách — nepoužito před NT 5.0 NTFS
\$UPCASE	10	Přidělení velkých znaků k malým

### Master File Table

Podobně jako v souborovém systému FAT je hlavní částí file allocation table, tak v NTFS je hlavní částí MFT, protože udržuje informace o rozložení všech souborů, adresářů i metadat na disku. MFT je rozdělena na jednotky, které se nazývají záznamy. V jednom nebo více MFT záznamech NTFS ukládá metadata, která popisují vlastnosti souboru nebo adresáře (bezpečnostní nastavení, atributy) a jeho umístění na disku. Protože MFT je také soubor, je i on zaznamenán v MFT. Uložení informací v těchto záznamech umožňuje, aby MFT mohla růst nebo zmenšovat se. NTFS vnitřně určuje soubory a adresáře podle pozice jejich záznamů v MFT, které označují začátek jejich metadat. Soubory metadat v tabulce 2 mají určené první záznamy v MFT. Velikost záznamu je obvykle 1kB, ale může být i větší.

\$MFTMIRR je další opatření proti ztrátě dat. \$MFTMIRR obsahuje kopii prvních 16 záznamů MFT a NTFS ukládá tento soubor uprostřed disku (MFT blízko začátku disku). Jestliže má NTFS problém při čtení disku, použije kopii. Bootovací záznam NTFS disku (512 bajtů na začátku disku) obsahuje pozici MFT i její kopie. Rychlost přístupu do MFT hraje rozhodující roli v celkovém výkonu NTFS, proto se NTFS snaží tento přístup maximálně zrychlit. Protože MFT je soubor, který může růst a zmenšovat se, může být fragmentovaný (rozdělený do více částí). Tato fragmentace vzniká, protože NTFS nemůže přidělit souvislý prostor pro MFT, protože velikost MFT nelze dopředu určit.

Přístup k souboru je nejrychlejší, jestliže celý soubor je v jednom souvislém bloku clusterů, ale fragmentovaná MFT může způsobit opakované čtení záznamu, což snižuje výkon. Aby se předcházelo fragmentaci, NTFS vytváří oblasti clusterů okolo MFT, ve kterých zabraňuje ukládání jiných souborů a adresářů. Tato oblast (MFT-Zóna) snižuje pravděpodobnost fragmentace MFT. NTFS uvolní tuto oblast pouze, jestliže je na disku málo volného prostoru. Bohužel NTFS nenechá defragmentovací nástroje defragmentovat MFT.



## Záznamy v MFT

Záznam se obsahuje malou hlavičku, ve které jsou základní údaje o tomto záznamu. Za hlavičkou následuje jeden nebo více atributů, které popisují data nebo typ souboru či adresáře odpovídajícího záznamu. Hlavička obsahuje čísla, která NTFS používá pro ověření integrity, ukazatel na první atribut v záznamu, ukazatel na první volný bajt v záznamu a číslo prvního (hlavního) záznamu v MFT, jestliže záznam není první.

### MFT Record



NTFS používá k ukládání všech informací o souborech a adresářích atributy. Ve Windows NT 4.0 je v NTFS 14 atributů. Na disku se atributy dělí do dvou částí: hlavička a data. V hlavičce je uloženo: typ, jméno a příznaky atributu, které určují umístění dat atributu. Pro lepší výkon NTFS jsou data atributů raději umístěna v MFT záznamu, je-li to možné, než v jiném clusteru. Jestliže jsou data atributu uložena v MFT záznamu je atribut "rezidentní" jinak je "nerozidentní". Atribut může být rezidentní pouze tehdy, jestliže data atributu mají takovou velikost, aby mohla být umístěna v MFT záznamu. Obvyklá velikost MFT záznamu je 1kB. Jméno souboru, standardní informace a bezpečnostní atributy jsou vždy rezidentní.

### Typy atributů v NTFS

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 "nerozidentních" atributů
\$SYMBOLIC_LINK	Nepoužitý
\$EA_INFORMATION	Atribut pro slučitelnost s OS/2
\$EA	Atribut pro slučitelnost s OS/2

Jestliže NTFS musí ukládat data atributu mimo MFT, hlavička atributu obsahuje informaci o umístění dat atributu na disku. Informace, kde jsou umístěna data mimo MFT, jsou ve virtuálním čísle clusteru (virtual cluster number - VCN), které označuje relativní pořadové číslo clusteru dat a v logickém čísle clusteru (logical cluster number - LCN), které označuje číslo clusteru na disku. Zvláštním případem jsou komprimované soubory. NTFS podporuje pouze proudovou (stream) kompresi a tu aplikuje na bloky po 16 clusterech. Jestliže soubor má příliš mnoho atributů, které se nevejdou do MFT záznamu, NTFS vyhradí přídavné záznamy a v hlavním záznamu uloží atribut "seznam atributů" (attribute-list). Tento seznam atributů ukazuje na umístění atributů v přídavných záznamech.

## Adresáře

V NTFS je adresář uložen v MFT jako atribut "index". NTFS používá tento atribut k uložení jmen souborů a kopií atributů standardních informací pro soubory v tomto adresáři. To zrychluje procházení adresářů, protože není potřeba číst MFT záznamy souborů v adresáři.

Jestliže se data pro adresář vejdou do MFT záznamu, jsou uložena atributu "index root". Jakmile velikost dat překročí možnosti MFT záznamu, NTFS použije atribut "index buffers" k uložení dalších dat. Tento atribut určuje umístění bloku dat pro adresář. Na NT 4.0 mají tyto bloky velikost 4 kB.

## Logování NTFS

Každá změna v souboru, adresáři nebo v metadatech je zapsána do souboru, ve které jsou zaznamenávány všechny změny na disku. Program CHKDSK používá tento soubor na minimalizaci ztrát dat na disku při pádu systému a k jeho udržení konzistence. V tomto souboru jsou dva druhy záznamů "redo" a "undo". V redo záznamech jsou uloženy informace o změnách, které musí být znovu udělány, jestliže systém selže a změněná data nejsou na disku. Například redo operací se signalizuje, že smazání souboru musí být dokončeno, jestliže nastane selhání, ale pouze některé datové struktury byly aktualizované. NTFS používá undo operace k vrácení změn, které nebyly dokončeny kvůli pádu systému. Jestliže NTFS připojí data k souboru a systém selže, mezi tím kdy NTFS zvětší velikost souboru a tím kdy zapíše nová data, undo záznam určí, o kolik se má zkrátit délka souboru do původní velikosti.

Velikost logovacího souboru (obvykle 2 až 4 MB) je závislá na velikosti disku. Logovací soubor není naplněn, dokud NTFS nezajistí, že redo a undo záznamy, které se ukládají do logovacího souboru, nejsou požadovány pro obnovu. NTFS obnovuje logovací soubor periodicky každých 5 sekund.

Převzato z <http://www.milannemec.com/ntfs.html>

## Aplikace WINHEX

**WinHex** je univerzální a výkonný hexadecimální editor, vhodný pro obnovu dat, low-level zpracování dat, zabezpečení dat, klonování disků, apod. Umožňuje editaci dat uložených na pevném disku, disketě, CD-ROM, DVD, ZIP, Smart Media, Compact Flash, apod. Dokáže analyzovat a porovnávat soubory, vyhledávat, využívat šablony. Podporuje FAT, NTFS, Ext2/3, ReiserFS, CDFS, UDF. Součástí je i RAM editor.

- Diskový editor pro harddisky, diskety, CD-ROM, DVD-ROM, ZIP, Smart média, Flash karty
- Mocný adresářový prohlížeč pro FAT12, FAT16, FAT32, a NTFS
- RAM editor, poskytující přístup k dalším k procesům virtuální paměti
- Analýza a porovnání souborů
- Důkladné pružné hledání a nahrazovací funkce
- 128 bitové šifrování, kontrolní součty, CRC32, hashování (MD5, SHA-1)
- Bezpečné vymazání skrytých souborů, čištění disku k zajištění Vašeho soukromí
- Importuje všechny formáty ze schránky, zahrnující ASCII hexadecimální hodnoty
- Konverze mezi binárními, hexa ASCII, Intel Hex a Motorola S hodnotami
- Charakteristické sety: ANSI ASCII, IBM ASCII, EBCDIC, (Unicode) Okamžité vypnutí, tisk, generátor náhodných čísel.
- Podpora souborů větších než 4GB. Velmi rychlé, snadné k použití, rozsáhlá online nápověda.



# Příloha

## Fyzická a logická struktura media HDD

### Struktura disku

- Každé médium (nosič) může mít více **povrchů** (surfaces), **stran** (sides), **hlav** (heads)  
disketa 1-2 povrchy (typicky 2)  
pevný disk - více povrchů
- Data jsou uložena v soustředných kruzích - **stopách** (tracks), **cylindr** (válec) - všechny stopy určitého poloměru.
- Na každé stopě je pevný počet sektorů  
disketa - 9, 15 nebo 18 sektorů  
pevný disk - typicky 17 sektorů, disky MFM  
26 a více sektorů, disky RLL nebo SCSI
- MS-DOS nepočítá s více jak 1024 cylindry (10 bitů pro adresaci cylindru).
- Pokud má disk více cylindrů, BIOS provádí **přepočítání parametrů disku**  
=> pro systém se jeví jako disk s méně cylindry, ale více povrchy, než ve skutečnosti má.
- sektor - pevný počet bytů (slabik) - 512 bytů
- celková kapacita = počet povrchů x počet stop x počet sektorů x velikost sektoru

### Organizace dat na disku

- medium - disketa (pružný disk, floppy disk)
- jednostranný/oboustranný záznam: Single Side – SS      Double Side - DS
- Rozměry diskety:  
5,25 palce (") - standard pro PC-XT i PC-AT  
3,5 palce - novější, lepší z hlediska kapacity, mechanické odolnosti, ochrany proti přepsání.
- **Záznamová hustota (příčná):**  
Udává se ve stopách na palec (TPI - Tracks Per Inch).  
- 5,25" - 48 stop /palec (Single Density - SD)      96 stop na palec (Double Density - DD)  
135 stop/palec (High Density - HD)
- **Záznamová hustota (podélná):**  
Udává se v počtu bitů/palec (bpi - bits per inch).  
Moderní metody záznamu - důležitý je počet možných změn magnetizace/jednotku délky - neuvádí se.

### Příprava disket před prvním použitím

- Formátování disket:  
Zapíše se adresy stop, sektorů a další důležité informace.  
Vytvoří se oblasti **Boot, FAT, Root, Data Area**.  
Vytvoří se kořenový adresář následujících kapacit:  
disketa 360 kB      112 adresářových položek  
disketa 1,2 MB      224 adresářových položek

## Číslování sektorů

- Dva způsoby číslování sektorů:  
**fyzické číslování** - využívá BIOS,  
 reprezentuje fyzické umístění sektoru na mediu (třírozměrná adresa)

	disketa	Disk
Povrch	0 - 1	0 - 15
Stopa	0 - 39	0 - 1001, ....
Sektor	1 - 9	1 - 17 (26, ...)

### logické číslování - využívá DOS

celé medium - jednorozměrné pole sektorů => jednorozměrná adresa  
 sektory jsou číslovány od 0 (!!!) od okraje media (fyzicky na povrchu 0, stopa 0, sektor 1) až do vyčerpání všech povrchů, stopa a sektorů.

povrchů	stop	sektorů	max. č. sektoru	medium
2	40	8	639	FD 320 kB
2	40	9	719	FD 360 kB
2	80	9	1439	FD 720 kB
2	80	15	2399	FD 1,2 MB
2	80	18	2779	FD 1,44 MB
15	1001	17	255224	HD 125 MB

**U fyzického číslování se počítají sektory vždy od 1, u logického vždy od 0 !!!!**

- Vztah mezi logickými a fyzickými sektory na dvoustranné disketě, 9 sektorů na stopě:

	Povrch 0, stopa 0									Povrch 1, stopa 0								
F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

F – fyzické číslování    L - logické číslování

### Vztahy pro výpočet adres

- Přepočítání logické adresy na fyzickou  
 MOD - dělení modulo (tj. zbytek po dělení)  
 / - celočíselné dělení  
**číslo povrchu** = (logická adresa/počet sektorů na stopě) MOD počet povrchů  
**číslo stopy** = logická adresa/(počet sektorů na stopu x počet povrchů)  
**číslo fyzického sektoru** = 1 + (log. adresa MOD počet sektorů na stopu)
- Příklad:  
 logický sektor 22 - transformace na trojrozměrnou adresu  
**povrch:**  
 $(22/9) \text{ MOD } 2 = 2 \text{ MOD } 2 = 0$   
**stopa:**  
 $22/(9 \times 2) = 22/18 = 1$   
**sektor:**  
 $1 + (22 \text{ MOD } 9) = 1 + 4 = 5$   
 => povrch 0, stopa 1, fyzický sektor 5

## Logická struktura diskety

- Disketa obsahuje 4 základní oblasti:
  1. **zaváděcí záznam (Boot)**  
1 sektor
  2. **tabulka obsazení diskety (FAT)**  
(File Allocation Table)  
min. 2 sektory
  3. **kořenový adresář (Root Directory)**  
má proměnnou délku - min. 4 sektory
  4. **datová oblast (Data Area)**  
vyplňuje zbytek diskety
  
- **Zaváděcí záznam (Boot)**  
Obsahuje:  
kód systémového zavaděče, pokud se jedná o systémovou disketu, příp. informaci o tom, že nejde o systémovou disketu.  
  
informaci o disketě:  
velikost sektoru, počet sektorů v alokačním bloku, počet rezervovaných sektorů na začátku disku (disketa 1 - Boot), počet kopií FAT, počet položek v kořenovém adresáři, celkový počet sektorů, počet povrchů, počet skrytých sektorů, celkem sektorů).
  
- **Tabulka obsazení diskety/disku (FAT)**  
Obsahuje informaci, z níž lze odvodit, jak jsou jednotlivým souborům přiděleny alokační bloky (informaci o zaplnění diskety soubory a o umístění jednotlivých souborů a jejich částí).  
Vyskytuje se ve dvou identických kopiích, které leží bezprostředně za sebou.
  
- **Kořenový adresář (Root Directory)**  
Obsahuje informaci o souborech a adresářích na disketě.
  
- **Datová oblast (Data Area)**  
Oblast využitelná pro uložení dat.  
Důležité:  
Sektory datové oblasti jsou souborům a (podadresářům) přidělovány zásadně jen po **alokačních blocích** (cluster).  
1 alokační blok na disketě představuje většinou 2 sektory (1 kB) po sobě jdoucí.  
**Sektory DOSu jsou seskupeny do alokačních bloků.**  
**Jeden alokační blok je minimální prostor, který může DOS vyčlenit pro soubor** => soubor, který je tvořen pouze 1 bytem, nezabere pouze 1 B, ale 1 alokační blok.  
Na organizační strukturu disku se podílejí tabulka obsazení diskety a adresáře.
  
- Tři typy tabulek obsazení disku:  
12-ti bitová tabulka  
Na vyjádření čísla alokačního bloku je k dispozici 12 bitů => je použitelná pro maximálně 4096 alokačních bloků.  
Pevný disk s 12 -ti bitovou tabulkou a alokační blok 8 sektorů (4 kB) => je možné použít do kapacity 16 MB  
pro pružné disky a pevné disky do 15 MB.

### 16-ti bitová tabulka FAT

K dispozici pouze v DOSu 3.x a vyšších verzích.

Použitelné pro maximálně 65 536 alokačních bloků - používané na discích větších než 15 MB.

Velikost alokačních bloků:

Disky do 128 MB - 2 kB.

Disky 128 MB - 256 MB - 4 kB.

Disky 256 MB - 512 MB - 8 kB.

Pozn.: Velikost alokačního se odvodí jako podíl kapacity a počtu alokačních bloků.

Např.: disk kapacity 128 MB, počet alokačních bloků 65 536 => velikost alokačního bloku – 2 kB.

- Nyní: **32 bitová FAT** tabulka
- Informace o velikosti alokačního bloku je obsažena v BPB (viz popis zaváděcího záznamu logického disku).
- Každý alokační blok má ve FAT tabulce záznam. Záznam obsahuje jednu z následujících informací:
  - **Ukazatel** (číslo) na následující alokační blok.
  - "0" indikující, že alokační blok je volný.
  - **FF8-FFF** (12-ti bitová tabulka) nebo **FFF8-FFFF** (16-ti bitová tabulka) - indikace posledního alokačního bloku souboru.
  - **FF7** nebo **FFF7** - indikace vadného alokačního bloku

### Logická struktura pevného disku

- Základní informace:

Logická struktura pevného disku závisí na tom, jakým programem byl disk rozdělen na oblasti (logické disky - partitions).  
Rozdělení fyzického disku na logické disky je možné provést např. programem FDISK (MSDOS).
- Na rozdíl od diskety je logická struktura dvouúrovňová, díky čemuž:

Je možné s diskem lépe manipulovat.  
Je možné mít nainstalováno více operačních systémů na jednom disku - pouze jeden je aktivní (zavádí se).
- Dvě úrovně rozdělení pevného disku:

1. úroveň

  - rozdělení fyzického disku na logické disky,
  - údaje o rozdělení fyzického disku na logické disky jsou ve fyzickém sektoru 1, povrchu 0, stopě 0 (Master Boot + Partitions Table).

**Počet oblastí ve FDISK je prakticky neomezen** - zbývá 23 písmen abecedy.

Zásady pro vytvoření oblastí:

  - každá oblast musí **začínat na hranici cylindru** (povrch 0, fyzický sektor 1)
  - každá oblast musí **končit na hranici cylindru** (pokud jsou 4 povrchy, pak povrch 3, fyzický sektor 17).

**FDISK nastaví indikaci aktivní oblasti** (bude se z ní zavádět).

2. úroveň

Po provedení příkazu FORMAT v každé oblasti pak obsahuje 4 části s naprosto shodným významem jako disketa (Boot, FAT, Root, Data Area).
- Pevný disk se 4 povrchy, 17 sektory rozdělený pomocí FDISK na 3 oblasti.

Fyz. Oblast1                      Oblast 2                      Oblast 3  
 Sek.

1	MB, PT	PT	PT
2			
17			
1	Boot FAT	Boot FAT	Boot FAT
2			
17			
1			
2			
17			
1			
2			
17			

  
 Pohyblivé hranice oblastí

**Struktura logického disku (oblasti) je shodná se strukturou diskety.**

### Systémové oblasti disků

#### Master Boot (hlavní zavaděč)

##### Zavaděč

- Zjistí, která oblast (logický disk) je aktivní a pak z ní zavede lokální zavaděč
- **Aktivní oblast** (active partition) - takový logický disk, v němž je nahrán operační systém a v Partitions Table (tabulce oblastí) je tento logický disk označen patřičným příznakem => takový disk je tzv. "bootovatelný" - **bootable partition (systémový disk)**.
  - Aktivní může být pouze jedna oblast - ta musí obsahovat soubory IO.SYS a MSDOS.SYS a v Boot sektoru jejich zaváděcí kód (lokální zavaděč).
- **Posloupnost činností při zavedení systému**
  - **Technický zavaděč** (je součástí ROM-BIOSu) zavede do operační paměti Master Boot a spustí ho.
  - **Master Boot** zjistí, který logický disk je aktivní a z této oblasti zavede do operační paměti **lokální zavaděč (Boot)** a spustí ho.
  - **Lokální zavaděč** zavede soubory **IO.SYS**, **MSDOS.SYS** a interpret příkazů **COMMAND.COM**.

#### 1 Tabulka oblastí (Partitions Table)

- Je uložena na konci 1. fyzického sektoru - od adresy **1BEH**.
- Obsahuje položky velikosti **16 B**, v níž jsou uloženy informace o každém logickém disku => začátky dalších oblastí - adresy **1CEH, 1DEH, ....**

- Identifikace konce tabulky - jedno slovo o obsahu **55AAH**.
- Význam údajů v tabulce oblastí

Rel. Adresa	Délka [B]	Význam
0	1	Příznak aktivní oblasti
1	1	č. povrchu začátku oblasti
2	2	č. cylindru a sektoru začátku oblasti
4	1	Příznak typu operačního systému
5	1	č. povrchu konce oblasti
6	2	č. cylindru a sektoru konce oblasti
8	2	Relativní posun 1. sektoru v oblasti
C	2	Velikost oblasti (v počtu sektorů)

- **Aplikace programu FDISK - rozlišení Primary DOS Partition** (aktivní - 80H) a **Extended DOS Partition** (neaktivní - 00H).
  - primary - primární logický disk
  - extended - zřetězený logický disk
- Komentář k jednotlivým oblastem:
  - aktivní oblast - **80H**, neaktivní oblast - 00H
  - číslo povrchu počátku oblasti: mělo by být vždy **0** - výjimku tvoří pouze první oblast
  - cylindr a fyzický sektor počátku oblasti: sektor by měl být vždy **1**, sektor - 6 bitů, cylindr - 10 bitů
  - příznak operačního systému
  - číslo povrchu, kde je poslední fyzický sektor oblasti - mělo by být vždy **nejvyšší číslo povrchu**
  - cylindr a fyzický sektor konce oblasti mělo by být vždy číslo **posledního sektoru na stopě**
  - relativní posun prvního sektoru oblasti oproti začátku fyzického disku: o kolik sektorů je oblast posunuta oproti Master Boot sektoru
  - pro první logický disk reprezentuje toto číslo velikost Master Boot sektoru,
  - pro druhý logický disk (oblast) velikost předcházející oblasti v počtu sektorů (tzn. Master Boot sektor + oblast C)

- Příklad tabulky oblastí - logické disky C, D

Adr.	Obsah			
1BE	80010100	010E1108	11000000	E6080000
1CE	00000109	050ED1E7	F7080000	21DB0300
1DE	00000000	00000000	00000000	00000000
1EE	00000000	00000000	00000000	00000000

- 4 položky – možnost nainstalovat **4 operační systémy**

- Dekódování výpisu:  
adresa 1BE  
 80 - aktivní oblast  
 01 - počáteční povrch 1  
 0100 - cylindr 0, sektor 1  
 01 - 12-ti bitová FAT  
 0E - koncový povrch 14  
 1108 - koncový cylindr/sektor - 8/17  
 00000011 - relativní posun vůči Master Boot - 17 sektorů  
 000008E6 - počet sektorů v oblasti je 2278  
adresa 1CE  
 neaktivní oblast, zřetěžená oblast
- **V každé tabulce oblastí jsou obsazeny pouze 2 položky:**  
 1. položka - **aktuální logický disk** (jeho popis)  
 2. položka - **popis zbývající oblasti disku** jako extended partition (typ 05H).
- Takto jsou řetězeny tabulky rozdělení disku pro všechny oblasti.
- V našem příkladě je konec oblasti na 8. cylindru, 17. sektoru
- Na 9. cylindru, 0. povrchu, v 1. sektoru je uložena další tabulka rozdělení disku, která v první položce popisuje logický disk D a v druhé položce je opět popsána zbývající část disku jako extended partition.
- Takto FDISK řetězí tabulky rozdělení disku pro všechny oblasti (logické disky).
- **Tabulka poslední oblasti obsahuje již jen jednu položku** typu 01H nebo 04H (12 bitová nebo 16 bitová tabulka FAT).
- První položka v tabulce rozdělení může definovat oblast typu 01H, 04H nebo 06H, druhá položka vždy pouze oblast typu 05H.

## 2 Boot (zaváděcí záznam - lokální zavaděč)

- Musí být v 0-tém sektoru diskety a v každé oblasti pevného disku.
- Obsahuje:

adr.	délka [B]	Význam
00	3	Instrukce skoku na začátek kódu zavaděče
03	8	Ident. DOSu, pod kterým byl disk formátován
0B	19	Tabulka popisu disku (BPB)
1E	16	Rezerva pro systém
3E		Kód zavaděče
1FE	2	55AAH

- **Tabulka popisu disku** - fyzická reprezentace disku - informace o struktuře oblasti.

adr.	délka[B]	význam
0B	2	velikost sektoru v B
0D	1	Počet sektorů v alokačním bloku (vždy mocnina 2)
0E	2	počet rezervovaných sektorů na počátku disku, pro diskety obvykle





- Zapisuje-li se soubor na nově zformátovaný disk, pak zabírá souvislou oblast alokačních bloků od začátku datové oblasti.
- K fragmentaci dochází vlivem uvolňování alokačních bloků (mazání souborů) mezi obsazenými alokačními bloky a zápisem dalších velkých souborů, které se ukládají do volných fragmentů.

- Příklad 2:

- záznam v adresáři: 2

FAT	FDF	FFF	3	4	5	6	FFF	000	000
Položka	0	1	2	3	4	5	6	7	8

- Soubor jsou přiděleny tyto alokační bloky:  
2,3,4,5,6

- Příklad 3:

- Má-li být soubor rozšířen o další alokační bloky a bloky 7, 8 byly mezitím obsazeny jiným souborem, bude situace vypadat takto:  
záznam v adresáři: 2

FAT	FDF	FFF	3	4	5	6	9	8	FFF
Položka	0	1	2	3	4	5	6	7	8
FAT	10	FFF	000						
Položka	9	10	11						

- Příklad 4:

- FAT alokující pro soubor pouze jediný alokační blok:  
záznam v adresáři: 11

FAT	FDF	FFF	3	4	5	6	9	8	FFF
Položka	0	1	2	3	4	5	6	7	8
FAT	10	FFF	FFF	000					
Položka	9	10	11	12					

- Příklad 5:

FAT po zrušení souboru:

po zrušení souboru se všechny položky ve FAT vynulují, takže:

FAT	FDF	FFF	000	000	000	000	000	8	FFF
Položka	0	1	2	3	4	5	6	7	8
FAT	10	FFF	FFF	000					
Položka	9	10	11	12					

**Principy práce s FAT:**

- Je-li soubor vymazán, **řetěz položek FAT se vynuluje** (alokační bloky se uvolní).
- Vynulované položky se mohou přidělit dalším souborům, až **po přidělení se data v alokačních blocích přepíše**.
- **Zrušený soubor je možné zcela obnovit** (příkazem UNDELETE) pouze tehdy, pokud **nebyl nějaký jeho alokační blok mezitím přidělen jinému souboru**.

- Pokud soubor neobsahuje na disku spojitý prostor, nazývá se tento stav **rozdrobením (fragmentací) souboru**.
- Fragmentace je uživateli zcela skryta, poněvadž je mechanismem přidělování volného místa na disku.
- Při čtení dlouhých fragmentovaných souborů mohou vznikat problémy s dlouhou vybavovací dobou (neustálé vystavování Č/Z hlav).
- Odstraňování fragmentace - obsahy jednotlivých alokačních bloků se musí na disku fyzicky přemístit.
- Možnosti působení virů - vir označí ve FAT položku jako FF7 - vadný alokační blok (nebo je označen jako přidělený) - ten je pak nepřístupný - tzv. salámový virus ("ukrajuje" disk).

## Adresáře

### Kořenový adresář

- Root directory - hlavní adresář.
- Obsahuje všechny **údaje o souborech a svých podadresářích**.
- Je vytvořen při **formátování disku**.
- Leží hned za druhou FAT.
- Má omezenou velikost (počet položek), která záleží na velikosti disku.
- Celý adresář se skládá z položek konstantní délky 32 B a každá položka plně popisuje jeden soubor (kromě jeho fyzického umístění na disku - o to se stará FAT v součinnosti s adresářem).
- Položkou adresáře může být také informace o podadresáři (rozlišeno v attributech).
- Struktura položky adresáře:

adr.	Délka [B]	význam
00	8	jméno souboru, 1-8 ASCII znaků
08	3	přípona souboru, 1-3 ASCII znaky
0B	1	atributy souboru
0C	10	Reservováno – musí být vynulováno.
16	2	čas vytvoření/poslední změny souboru
18	2	datum vytvoření/poslední změny souboru
1A	2	odkaz na 1. alokační blok přidělený souboru
1C	4	velikost souboru [B]

- Pro účely zkoumání media je možné využít např. program **Diskedit z Norton Utilities**.