

# Súborové systémy

---

Je označenie pre spôsob organizácie dát vo forme súborov tak, aby bol k ním jednoduchý prístup. Pevné disky sú zväčša rozdelené na logické oddiely(partície), takže súborový systém sa rozkladá na konkrétnom oddieli a nie na celom disku. To nám umožňuje mať na HDD viac nezávislých súborových systémov.



Informácie uložené v súborovom systéme delíme na **metadáta** a **dáta**.

**Metadáta** popisujú štruktúru súborového systému a sú nositeľmi služobných a doplňujúcich informácií, ako sú:

- veľkosť súboru
- čas poslednej zmeny súboru
- čas posledného prístupu k súboru
- vlastník súboru
- zoznam bloku dát
- oprávnenie v súborovom systéme a pod.

**Dáta** vnímame ako vlastný obsah súboru, ktorý môžeme prečítať, keď súbor otvoríme.

## Obmedzenia súborových systémov

- Veľkosť pamäťového média, ktorú je daný systém schopný pokryť
- Dĺžka súboru
- Dĺžka mena súboru
- Počet vnorených podadresárov
- Podporovaná znaková sada

## Žurnalovanie

Zápis dát a metadát do súborového systému prebieha v niekoľkých krokoch. Ak dôjde ku chvíly, kedy na PC vznikne havarijný stav, zostane súborový systém v nekonzistentnom stave. Preto je potom pri ďalšom štarte operačného systému dôležité, aby bola prevedená kontrola a následne prípadné chyby opravené. Pre tento účel majú moderné operačné systémy vytvorené tzv. **žurnalovanie**, ktoré umožňuje po havárii rýchlu opravu chyby. Princípom je uloženie chronologického záznamu vykonávaných operácií, do ktorého sa zapisujú všetky vykonávané činnosti.

Medzi žurnalovacie súborové systémy patria: **NTFS** (Windows), **EXT3** (Linux), **EXT4** (Linux), **XFS** (Linux), **HFS+** (Mac OS X), **ZFS** (Solaris) a iné.

Žurnalovanie zapisuje zmeny, ktoré majú byť v PC súborovom systéme prevedené do špeciálneho záznamu nazývaného **žurnál**. Tento je obvykle realizovaný ako cirkulárny buffer a jeho účelom je ochrániť dáta na pevnom disku pred stratou integrity v prípade neočakávaných havárií. Žurnál je umiestnený na špeciálnom mieste súborového systému a je umiestnený tak, aby zaberal súvislý priestor.

## Princíp žurnálu

**Žurnál** je pre ochranu vykonávanej transakcie využívaný nasledujúcim spôsobom:

1. Do žurnálu je zapísané čo a kde sa bude meniť
2. Je vykonaná vlastná séria zmien
3. Do žurnálu je zapísané, že operácia bola úspešne dokončená
4. Záznam v žurnály je zrušený

## Kvóty

Sú limity nastavené správcom systému, ktoré určitým spôsobom obmedzujú použitie súborových systémov. Najčastejšie sa kvóty používajú na obmedzenie nasledujúcich vecí:

- Veľkosť využitého miesta
- Počtu súborov

## Prehľadová tabuľka

Súborový systém	Max. dĺžka názvu súboru	Max. dĺžka cesty	Max. veľkosť súboru	Max. veľkosť HDD oddielu	Rok	Pôvodný operačný systém
FAT 12	255 b	Bez obmedzenia	32 MB	32 – 512 MB	1980	QDOS
FAT 16	8 b (pôvodne)/ 255b(len LNF/VFAT)	Bez obmedzenia	2GB/4GB	16MB – 4GB	1983	MSDOS v.2
FAT 32	8b(DOS bez LFN)/255b (len LFN/VFAT)	Bez obmedzenia	2GB/4GB	2TB	1997	Windows 95
HFS	30b	Bez obmedzenia	?	?	1985	Mac OS
NTFS	255 b	Bez obmedzenia	16 TB	16EB	1995	Windows NT
EXT 3	255 b	Bez obmedzenia	16 GB – 2 TB	2 TB – 32 TB	1999	Linux
EXT 4	255 b	Bez obmedzenia	16 TB	1 EB	2006	Linux
XFS	255 b	Bez obmedzenia	9 EB	9 EB	1994	IRIX
ZFS	255 b	Bez obmedzenia	16 EB	16 EB	2004	Solaris 10

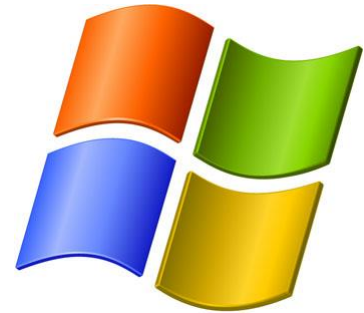
FAT 12

FAT 16

FAT 32

NTFS

ISO9660 (pre zápis na CD/DVD)



EXT2

EXT3

EXT4

ReiserFS

JFS a iné



## FAT

Skratka z angl. názvu **File Allocation Table**, jedná sa o tabuľku obsahujúcu informáciu o obsadení disku v súborovom systéme. Je podporovaný prakticky všetkými operačnými systémami. FAT bol vytvorený v roku 1980 s prvou verziou QDOSu. Prvá verzia nemala podporu podadresárov a používala 12 bitov pre adresáciu sektoru.

### Alokačná tabuľka súborov (FAT)

Táto tabuľka popisuje priradenie každého clusteru v oddieli (1 záznam zodpovedá 1 clusteru). Obvykle existujú 2 kópie (obe sú uložené bezprostredne za sebou) – tá druhá je použitá v momente, keď sa prvá stane nečitateľnou.

Priradenie clusteru môže nadobúdať rôzne špecifické hodnoty ako napr.:

0x0000	voľný
0xFFFFE	chybný
0xFFFF	cluster indikujúci koniec súboru

### Boot sektor (VBR, spúšťací záznam disku)

Prvý sektor logickej oblasti disku, obsahujúci súborový systém FAT sa skladá z dvoch častí:

1. Blok parametrov disku
2. Spúšťací kód disku

***Boot sektor nie je to isté ako MBR (Master boot record), ktorý je úplne prvým sektorom na fyzickom disku a obsahuje tabuľku rozdelenia disku (partition table) a hlavný spúšťací kód.***

## Problémy

- Fragmentácia
- Stratené clustre
- Prekrížené súbory
- Poškodená FAT

### Typy FAT

- FAT 12 (1980)
- FAT 16 (1983)
- VFAT (1995)
- FAT 32 (1997)
- FAT + (2006)
- exFAT (2007)

## NTFS

---

Skratka z angl. názvu **New Technology File System**. Bol navrhnutý ako natívny súborový systém pre Windows NT a obsahoval oproti FAT viacero novinek :

1. *Žurnalovanie*
2. *Access control list* – podpora pre pridelenie práv k súborom
3. *Kompresiu* – na úrovni súborového systému
4. *Šifrovanie* – (EFS = Encrypting File System) umožňuje chrániť dáta užívateľa na úrovni súborového systému a je transparentný
5. *Diskové kvóty*

### Štruktúra NTFS

NTFS používa 64-bitové adresy clustrov, takže diskový oddiel môže byť väčší ako pri FAT, a to konkrétne až 16 EB. Celý systém je riešený ako databáza, ktorej jeden záznam zodpovedá súboru. NTFS je flexibilný , všetky jeho súbory sa dajú presúvať.

Základ tvorí 11 systémových súborov, tzv. metadáta, ktoré vznikajú bezprostredne po naformátovaní zväzku:

**\$LogFile** – žurnalovanie

**\$MFT** (Master File Table) – je tabuľka obsahujúca záznamy o všetkých súboroch, adresároch a metadát. Nachádza sa hneď za boot sektorom. Veľkosť záznamu je obvykle 1kB, ale môže byť aj väčší.

**\$MFTMirr** – je súbor zaisťujúci bezpečnosť dát. Nachádza sa uprostred disku, obsahuje prvých 16 záznamov \$MFT.

**\$Badclust** – drží zoznam známych chybných clusterov, ktoré znovu nebudú použité, pokiaľ nenastane chyba pri načítavaní dát, systém označí clustre za zlé a \$Badclust sa aktualizuje.

**\$Bitmap** – je jednorozmerné pole bitov, ktoré slúži k sledovaniu voľného miesta, keď je bit 0 = je voľný a v opačnom prípade je použitý.

## Zaujímavé atribúty súborov

- *\$FILE\_NAME* – štruktúra pre meno súboru. Obsahuje ešte aj veľkosť, referencie na nadradený adresár.
- *\$SECURITY\_DESCRIPTOR* – prístupové práva k súboru
- *\$DATA* – vlastný obsah súboru

## ext 3, ext 4

---

Je žurnalovací súborový systém vytvorený pre operačný systém Linux.

### Výhody

Významnou úlohou je, že poskytuje plynulý prechod z ext2 na ext3 bez kompletnej zálohy a obnovy dát. Súborové systémy ext sú spätne kompatibilné s predchádzajúcimi verziami.

- Žurnalovanie
- Indexy súborov v adresári implementované stromy
- Možnosť zmeniť veľkosť súborového systému za chodu

V linuxovej implementácii ext3 sú dostupné 3 spôsoby žurnalovania:

- *Žurnál* – metadáta aj obsah súborov sa ukladajú do žurnálu a až potom sú zapísané na disk. Najspoľahlivejší ale zároveň najpomalší metóda, pretože sú dáta zapisované dvakrát.
- *Writeback* – metadáta sa žurnalujú, ale obsah súborov nie. Toto je najtýchlejší spôsob, ale prináša riziko, že pri kolapse budú dáta zapísané tam kam nemajú.
- *Ordered* – podobné ako writeback s tým rozdielom, že si vynucuje zapísanie súboru, skôr ako ho v metadátach označí ako zapísaný. Tento spôsob je dobrým kompromisom medzi výkonom a stabilitou.

### Nevýhody

#### Defragmentace

Neexistuje žiadny nástroj pre defragmentáciu, ktorý je možné použiť za behu ext3, avšak systém fragmentácii aktívne predchádzajú. Existuje len offline defragmentátor pre ext2 (e2defrag), ktorý však vyžaduje najskôr konverziu ext3 späť na ext2 systém. Pokiaľ je ext3 zle nastavený, e2defrag môže spôsobiť poškodenie. Existujú defragmentačné nástroje ako je Shake a defrag, ktoré kopírujú každý súbor a „počítajú“ s tým, že novo alokovaný súbor už nebude fragmentovaný.

#### Typy NTFS

- NTFS 4.0 (1996)
- NTFS 5.0 (2000)
- NTFS 5.1 (2001)
- NTFS 5.2 (2003)
- NTFS 6.0 (2007)