

Operačné Systémy: Súborové Systémy

Od MBR po GPT, od FAT32 po Ext4

Prehľad prednášky



Rozdelenie Diskov

Porovnanie MBR a GPT, ich štruktúra a limity.



Windows Systémy

Detailný pohľad na architektúru FAT32 a robustnosť NTFS.



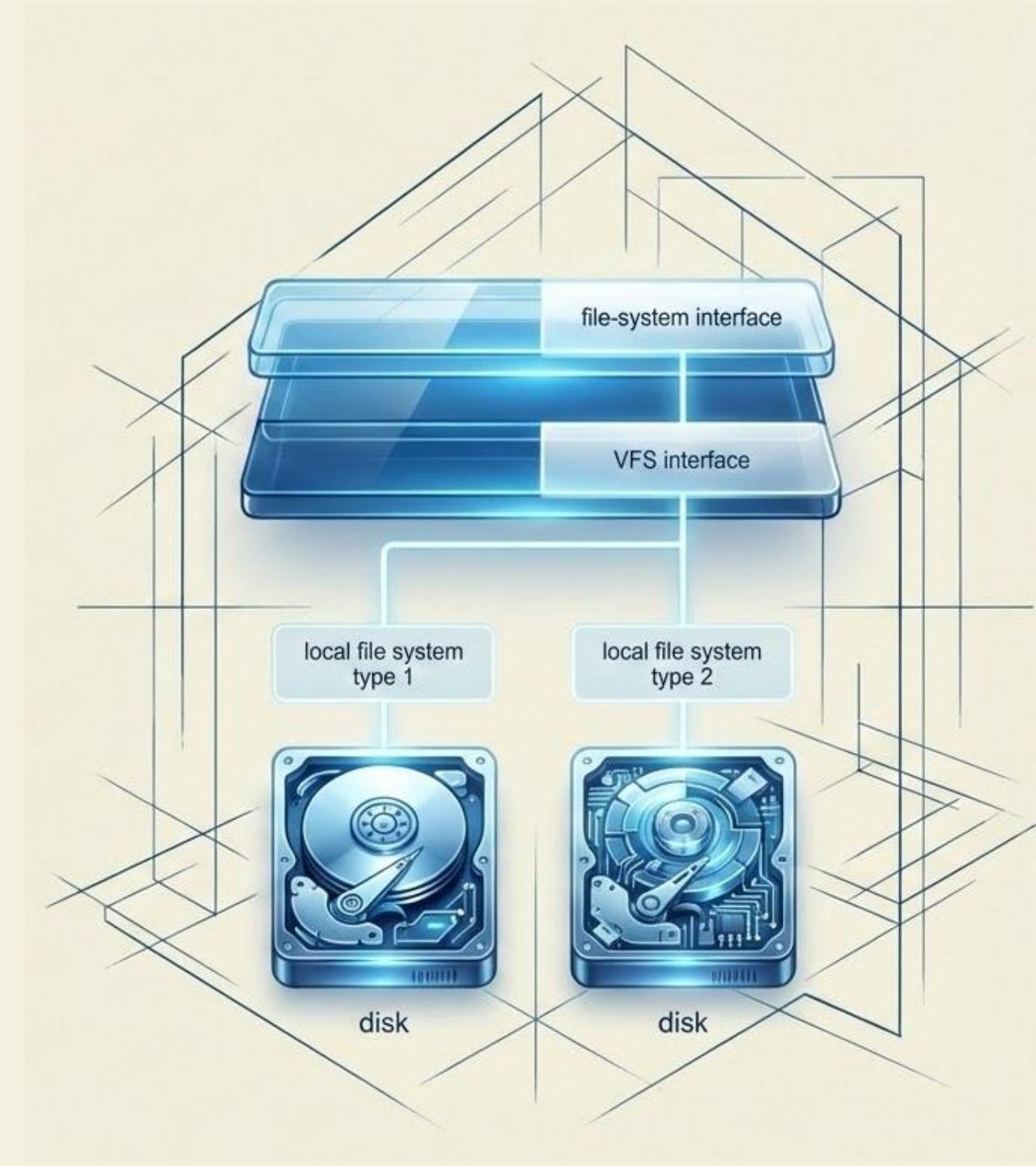
Linux Systémy

Evolúcia rodiny Ext: inody, žurnálovanie a extenty.

Úloha OS: Abstrakcia

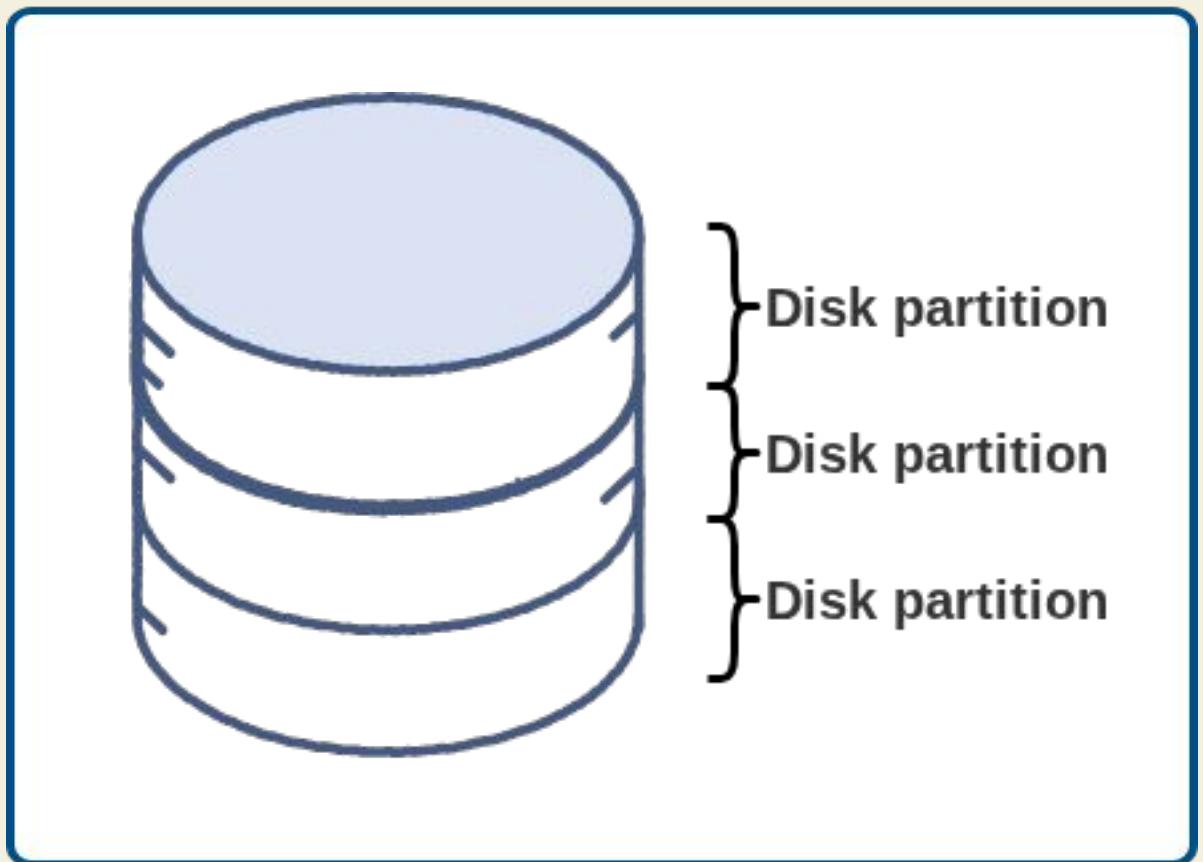
Operačný systém slúži ako kritická vrstva medzi fyzickým hardvérom a užívateľskými aplikáciami.

Bez tejto abstrakcie by programátori museli priamo ovládať motory diskov alebo adresovať pamäťové bunky pre každú operáciu zápisu.

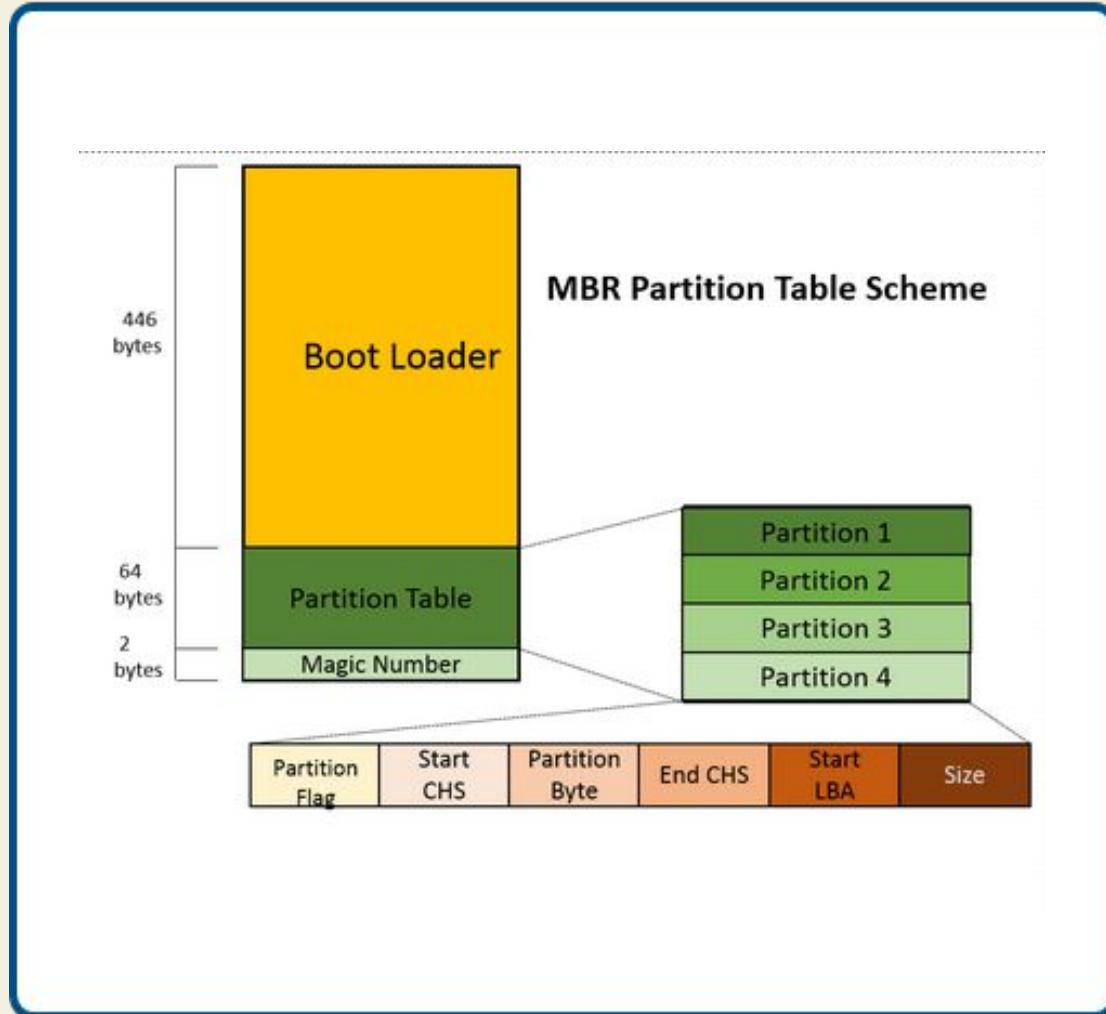


Rozdelenie Disku (Partitioning)

- Proces logického rozdelenia fyzického priestoru disku.
- Definuje hranice, v rámci ktorých operačný systém vytvára svoje dátové štruktúry.
- Dve hlavné schémy: **MBR** (Master Boot Record) a **GPT** (GUID Partition Table).



MBR: Master Boot Record



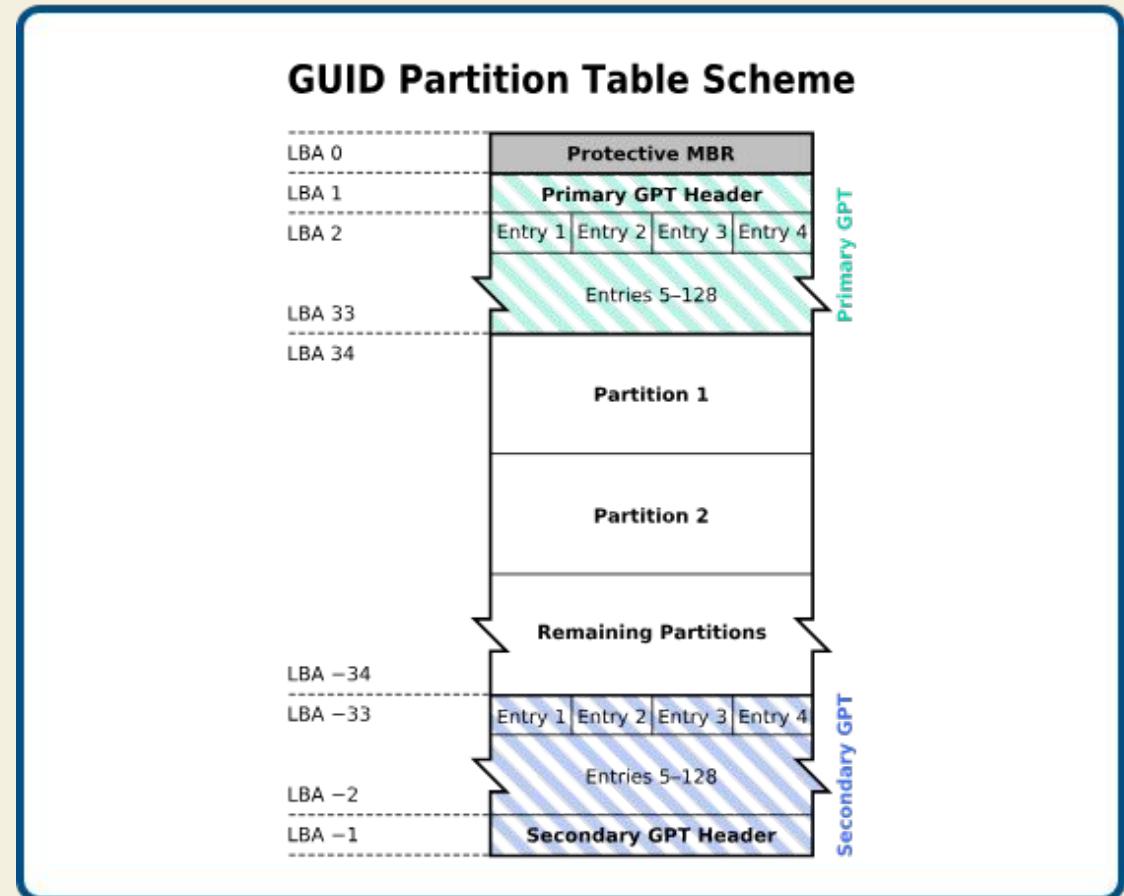
- Zavedený v roku 1983 s PC DOS 2.0.
- Umiestnený na prvom fyzickom sektore (LBA 0).
- **Bootstrap Code:** 446 bajtov pre zavádzací.
- **Tabuľka oddielov:** iba 4 záznamy (limit 4 primárne oddiely).

Limity MBR

-  **32-bitové adresovanie:** Maximálna kapacita disku je obmedzená na 2 TB. Dáta za touto hranicou sú nedostupné.
-  **Max. 4 oddiely:** Pre viac oddielov je nutné použiť komplikované "rozšírené" (Extended) oddiely.
-  **Nízka spoľahlivosť:** MBR je uložený iba na jednom mieste. Poškodenie prvého sektora znamená stratu prístupu k celému disku.

GPT: GUID Partition Table

- Štandard pre moderné systémy s UEFI.
- **64-bitové adresovanie:** Podpora pre disky s kapacitou až 9.4 ZB (Zettabajtov).
- Podporuje štandardne **128 primárnych oddielov**.
- Identifikácia oddielov pomocou unikátnych GUID reťazcov.



Spoločnosť GPT

- 🛡 **Redundancia:** Kópia hlavičky a tabuľky oddielov je uložená na konci disku.
- ✓ **CRC32 Kontrola:** Firmvér dokáže detegovať poškodenie dát ešte pred bootovaním systému.
- ◀◀ **Protective MBR:** Obsahuje "falošný" MBR na začiatku, aby staré nástroje neprepísali disk.

Porovnanie: MBR vs. GPT

Parameter	MBR (Legacy)	GPT (Modern)
Adresovanie	32-bit	64-bit
Max. kapacita	2 TB	9.4 Zettabajtov
Počet oddielov	4 primárne	128 primárnych
Integrita dát	Žiadna	CRC32 Checksum
Bootovanie	BIOS	UEFI

Súborový systém FAT32

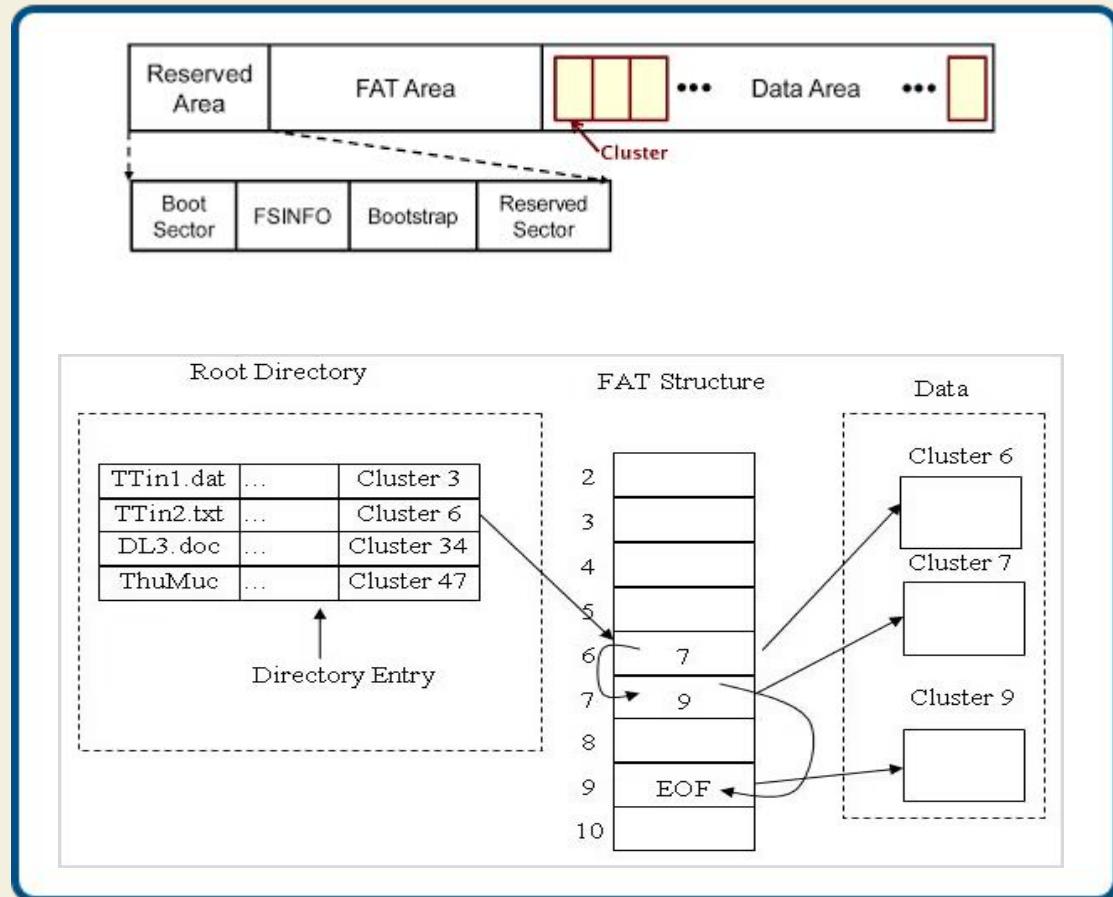
FAT32: Úvod

File Allocation Table (FAT) je jeden z najstarších a najjednoduchších súborových systémov.

Vďaka svojej jednoduchosti je ideálny pre prenosné médiá ako USB kľúče a SD karty, s podporou naprieč Windows, Linux, macOS a Android.



Architektúra FAT32



Využíva metódu **zreťazenej alokácie** (Linked Allocation).

Súbory sú uložené ako spojový zoznam klastrov.

Tabuľka FAT obsahuje ukazovatele na nasledujúci klaster pre každý blok dát.

Efektívne pre sekvenčný prístup, pomalé pre náhodný prístup na veľkých diskoch.

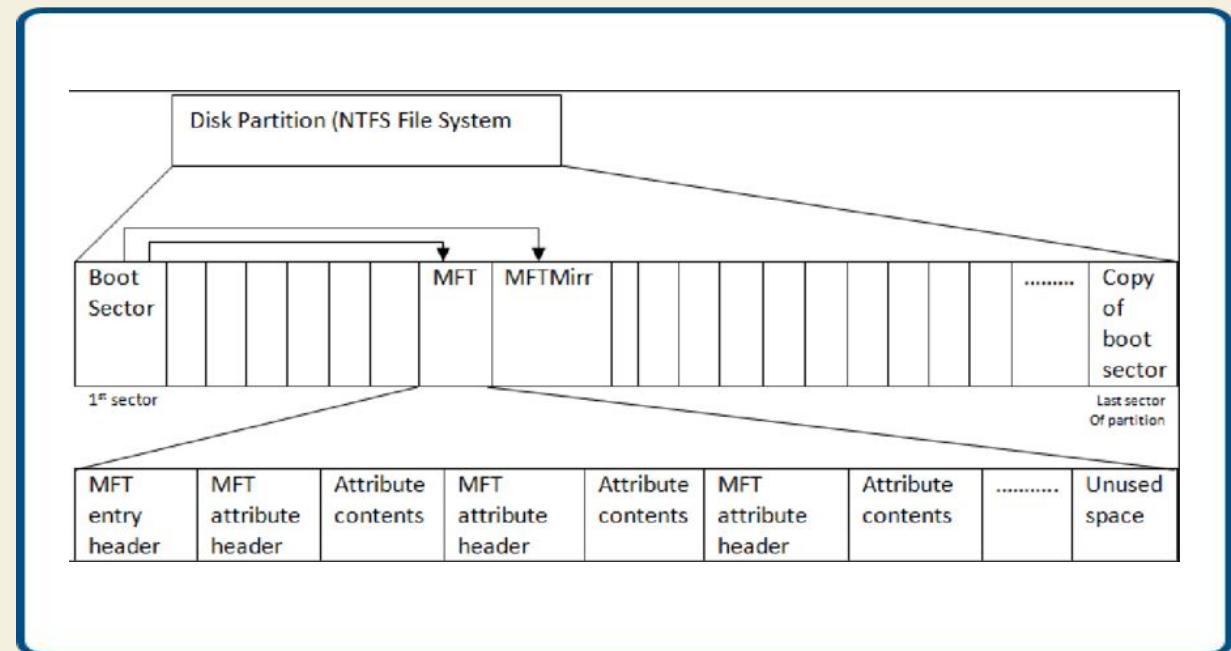
Kritické limity FAT32

-  **Limit veľkosti súboru:** Maximálne 4 GB (mínus 1 bajt). Nemožné uložiť HD filmy alebo ISO obrazy.
-  **Žiadne žurnálovanie:** Výpadok prúdu môže ľahko poškodiť súborový systém. Oprava vyžaduje úplný sken.
-  **Žiadna bezpečnosť:** Nepodporuje prístupové práva (ACL) ani vlastníctvo súborov.

Súborový systém NTFS

NTFS: Robustná Databáza

- Štandardný súborový systém pre Windows NT a novšie.
- Navrhnutý pre spoľahlivosť, bezpečnosť a výkon.
- Filozofia prebratá z UNIXu: "**Všetko je súbor**". Všetky metadáta sú uložené v špeciálnych súboroch.



Master File Table (MFT)

-  Centrálna databáza, ktorá obsahuje záznam pre **každý** súbor na disku.
-  **Atribúty:** Súbor je len kolekcia atribútov (Názov, Čas, Dáta).
-  **Rezidentné dátá:** Veľmi malé súbory sú uložené priamo v MFT zázname pre extrémne rýchly prístup.

Žurnálovanie v NTFS

NTFS používa transakčný log (\$LogFile) na ochranu integrity dát.

Pred vykonaním zmeny sa "zámer" zapíše do logu. V prípade výpadku prúdu systém prehrá log a obnoví konzistentný stav v priebehu sekúnd.

Bezpečnosť v NTFS



SID

Security Identifier. Unikátny identifikátor pre každého používateľa a skupinu v systéme.



ACL

Access Control List. Zoznam, ktorý presne definuje, kto môže čítať, zapisovať alebo spúštať súbor.



Audit

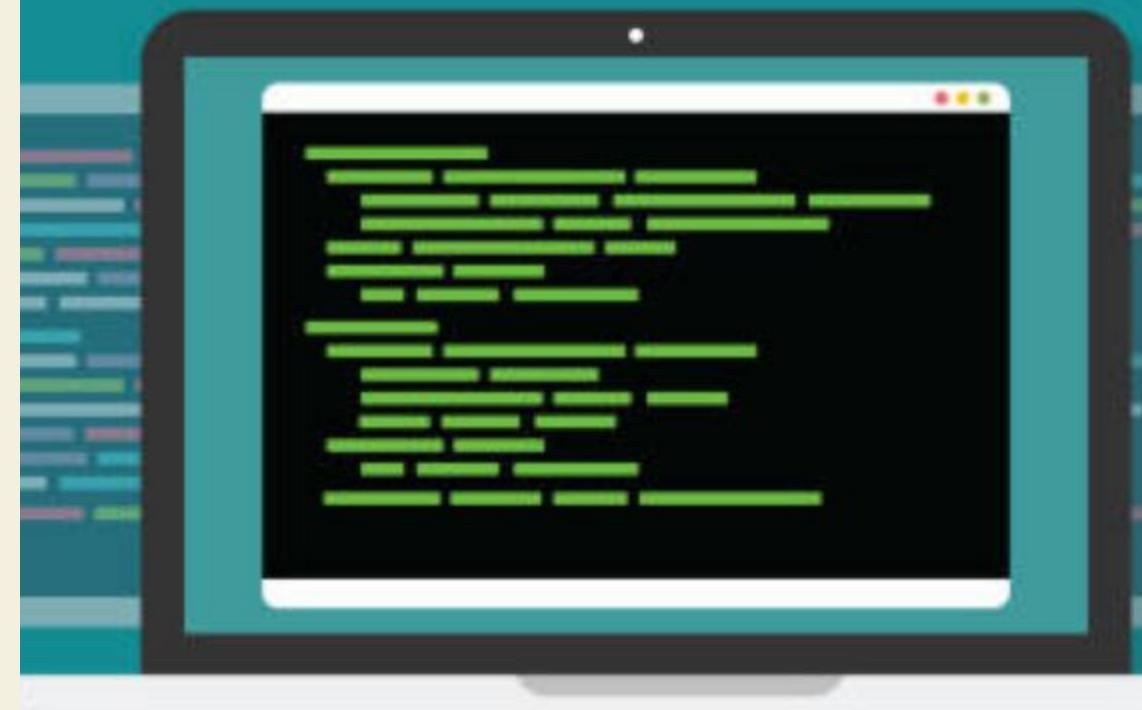
Systém dokáže logovať úspešné aj neúspešné pokusy o prístup k súborom.

Rodina systémov Ext

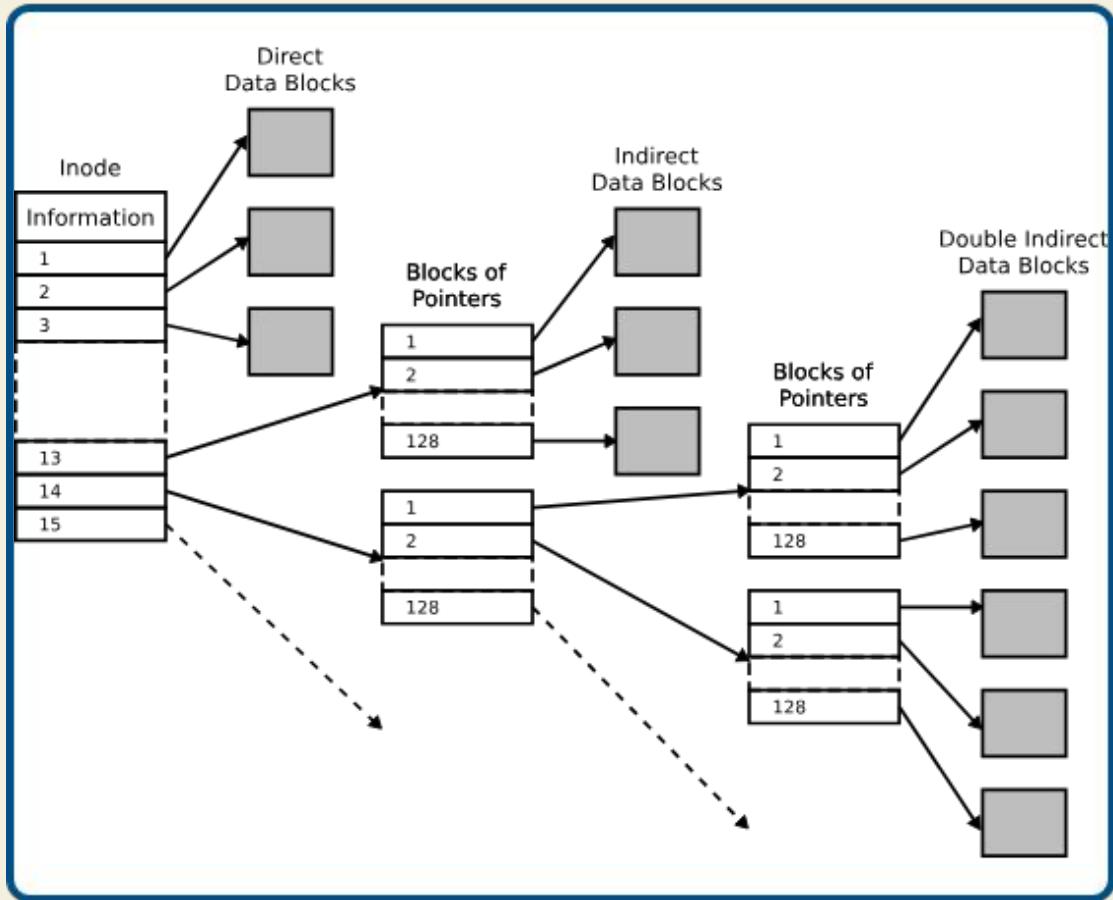
Evolúcia v Linuxe

Rodina Ext (Ext2, Ext3, Ext4) predstavuje štandard pre Linuxové distribúcie.

Každá verzia stavia na základoch predchádzajúcej, pridávajúc funkcie ako žurnálovanie a extenty pre lepšiu škálovateľnosť.



Ext2 a Inody



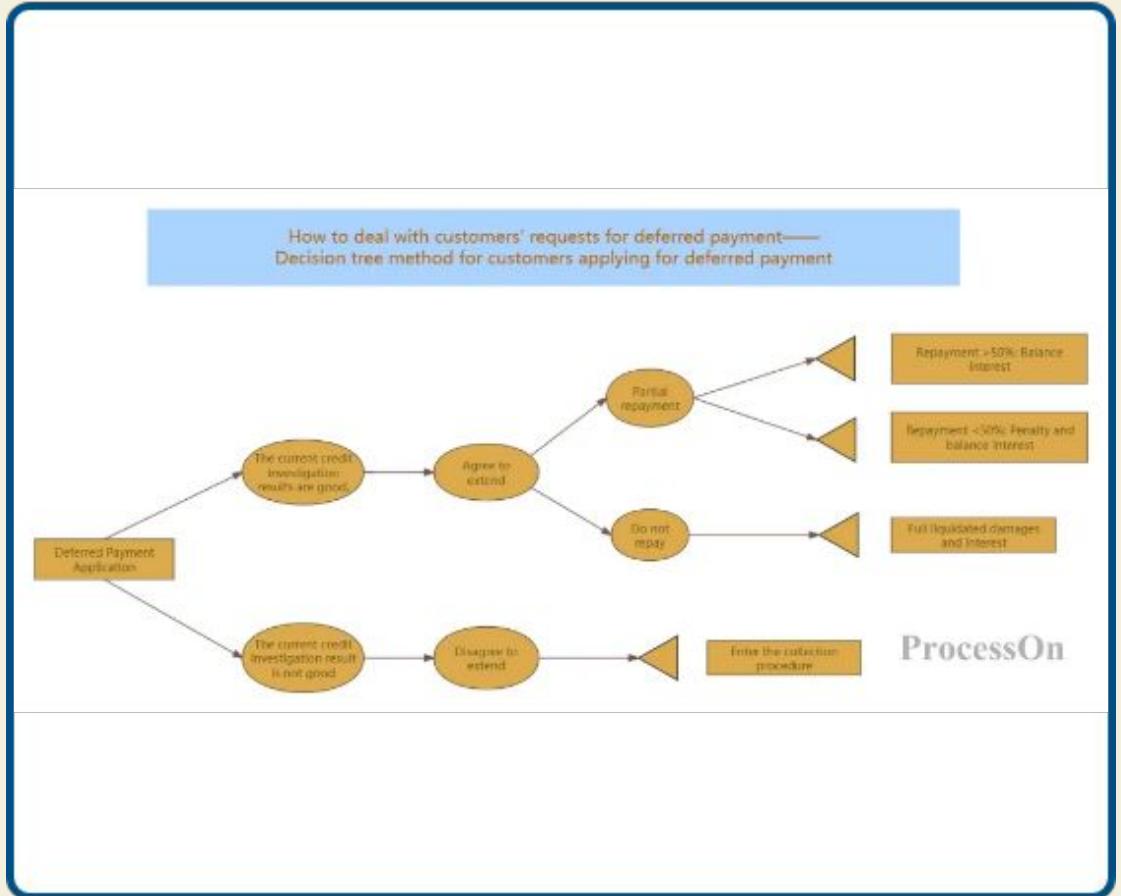
- **Inode (Index Node):** Dátová štruktúra obsahujúca metadáta o súbore (práva, vlastník, veľkosť).
- Inode neobsahuje názov súboru (ten je v adresári).
- Ext2 nemal žurnálovanie, čo viedlo k dlhým kontrolám disku (fsck) po páde.

Ext3: Príchod Žurnálования

- ⌚ Hlavným vylepšením Ext3 oproti Ext2 je pridanie **Journaling Block Device**.
- ⚙️ **Režim "Ordered"**: Predvolený a vyvážený režim. Najprv zapíše dáta na disk, až potom metadáta do žurnálu.
- ✓ Garantuje integritu súborového systému bez nutnosti dlhého skenovania po reštarte.

Ext4: Extenty

- Ext4 nahradza staré mapovanie blokov **Extentmi**.
- Extent je deskriptor reprezentujúci súvislý rozsah blokov.
- Namiesto tisícov záznamov pre veľký súbor stačí jeden extent.
- Zvyšuje výkon a znižuje fragmentáciu veľkých súborov.



Zhrnutie

Systém	Ideálne použitie	Hlavná výhoda	Hlavná nevýhoda
FAT32	USB kľúče, SD karty	Univerzálna kompatibilita	Max 4GB súbor, bez žurnálu
NTFS	Windows systémové disky	Bezpečnosť a spoľahlivosť	Horšia podpora na macOS/Linux (zápis)
Ext4	Linux servery a desktopy	Výkon a škálovateľnosť	Nekompatibilné s Windows