Souborové systémy

OSNOVA

1. Co je souborový systém
2. Účel souborového systému
3. Organizace dat na disku
4. Omezení souborových systémů
5. Žurnálování v systému souborů
6. Kvoty
7. Síťové souborové systémy
8. Souborový systém Linux
9. Rozdíl mezi Linux a Windows
10. NTFS
11. FAT32

Co je to souborový systém

Souborový systém (anglicky filesystem) je v informatice označení pro způsob organizace dat ve formě souborů (a většinou i adresářů) tak, aby k nim bylo možné snadno přistupovat. Souborové systémy jsou uloženy na vhodném typu elektronické paměti, která je umístěna přímo v počítači (pevný disk nebo CD/DVD) nebo může být zpřístupněna pomocí počítačové sítě (NFS, SMB, AppleTalk…)

Účel souborového systému

Souborový systém zajišťuje ukládání a čtení dat paměťového média tak, aby s nimi uživatelé mohli pracovat ve formě souborů a adresářů. Základní ideou souborového systému je tedy zpřístupnění a ukládání dat pomocí hierarchicky organizovaného systému adresářů a souborů.

Základním pravidlem každého souborového systému je, že data musí být jednoznačně určena svým jménem. Z toho vyplývá, že dva soubory nebo podadresáře umístěné ve stejném adresáři nesmí mít stejné jméno.

Souborový systém zaznamenává kromě jména souboru a jeho umístění v hierarchii adresářů další informace sloužící pro správu souborů. Především jsou to časové známky (nejdůležitější je čas poslední změny). Dále může souborový systém vést informace o vlastnících souborů a přístupových právech, což je důležité ve víceuživatelských systémech, nebo při zpřístupňování dat na disku pomocí počítačové sítě.

Organizace dat na disku

Pevné disky jsou obvykle logicky rozděleny na oddíly (partition), takže souborový systém se rozkládá jen na konkrétním oddílu a ne na celém disku. To umožňuje mít na pevném disku více nezávislých souborových systémů, které mohou být různého typu.

Informace uložené v systému souborů dělíme na metadata a data. Metadata popisují strukturu systému souborů a nesou další služební a doplňující informace, jako je velikost souboru, čas poslední změny souboru, čas posledního přístupu k souboru, vlastník souboru, oprávnění v systému souborů, seznam bloků dat, které tvoří vlastní soubor atd. Pojmem data pak míníme vlastní obsah souboru, který můžeme přečíst, když soubor otevřeme.

Software, který realizuje souborový systém, bývá obvykle součástí operačního systému. Většina operačních systémů podporuje několik různých souborových systémů. V Microsoft Windows nalezneme podporu pro souborové systémy FAT a NTFS a ISO 9660 pro ukládání souborů na CD a DVD. V Linuxu nalezneme kromě již zmíněných také ext2, ext3, ext4, ReiserFS, JFS, XFS a mnoho dalších. DOS podporuje systémy FAT, po instalaci CD/DVD driveru také ISO 9660. Solaris podporuje především UFS a ZFS, ale i mnoho dalších.

Omezení souborových systémů

Různé souborové systémy mohou mít různá omezení, například:

* velikost paměťového média, kterou je daný systém schopen pokrýt
* délka souboru
* délka jména souboru
* počet zanořených podadresářů
* podporovaná znaková sada

Žurnálování v systému souborů

* Zápis dat a metadat do systému souborů probíhá v několika krocích. Proto nejsou data a metadata v každém okamžiku konzistentní. Dojde-li v takové chvíli k havárii počítače (např. výpadek elektrického proudu, chyba hardware, software a podobně), zůstane systém souborů v nekonzistentním stavu. Z tohoto důvodu je při dalším startu operačního systému vhodné, aby byla provedena kontrola a nekonzistentní data byla opravena. K tomu může dojít automaticky (např. v Linuxu nebo ve Windows 95 a novějších systémech) nebo je nutné spustit kontrolu ručně (systémy DOS).
* Celková kontrola systému souborů a všech vazeb mezi daty a metadaty je časově velmi náročná operace, při které navíc může dojít ke zbytečné ztrátě již částečně zapsaných informací. Proto jsou moderní systémy souborů rozšířeny o žurnálování, které umožňuje po havárii rychlou opravu eventuálních nekonzistencí. Principem techniky je uchovávání chronologického záznamu prováděných operací, do kterého se zapisují všechny prováděné činnosti. Pokud dojde např. k výpadku napájení, je po restartu nekonzistence opravena návratem do předchozího zaznamenaného stavu za pomoci záznamů z žurnálu.
* Mezi žurnálovací souborové systémy patří např. NTFS, HFS+, ext3, ext4, XFS nebo ReiserFS.

Kvóty

* Kvóty (anglicky quota) jsou limity nastavené správcem systému, které určitým způsobem omezují použití souborového systému.
* Nejčastěji se kvóty používají na omezení následujících věcí:
* velikosti využitého místa (usage nebo block quota)
* počtu souborů (file nebo inode quota)
* Dále může administrátor systému nastavit varování, tzv. soft quota, které uživatele informuje v případě, že se blíží ke svému limitu (který je pak nazýván hard quota). Často se také nastavuje tzv. grace interval, který v případě potřeby umožňuje krátkodobé mírné překročení kvóty.

Síťové souborové systémy

* Síťové souborové systémy (network filesystem) je označení pro systémy souborů, které jsou dostupné prostřednictvím počítačové sítě. Ve skutečnosti leží soubory a adresáře na jiném počítači a přistupujeme k nim pomocí speciálních síťových volání služeb (např. SMB, NFS, CODA apod.). Na vzdáleném počítači jsou pak soubory a adresáře fyzicky uloženy v podobě klasického systému souborů. Speciálními síťovými systémy souborů jsou distribuované souborové systémy (např. GFS v Linuxu), které se mohou rozkládat na několika počítačích, které jsou navzájem propojeny pomocí počítačové sítě.
* Databázové souborové systémy
* V poslední době se začínají objevovat souborové systémy, které se odklánějí od klasické hierarchické struktury souborů a přiklánějí se více k databázovému pojetí reprezentace dat založené na jejich charakteristikách, tj. například na typu souboru, datu vytvoření, autoru a jiných metadat

Linuxový souborový systém

**ext2** (anglicky **second extended filesystem**) je v informatice souborový systém, který byl původně implementován pro jádro Linuxu, avšak je možné ho nalézt i v dalších operačních systémech. Navrhl ho Rémy Card jako nástupce souborového systému **ext** a je k dispozici jako open source software. Ext2 nepoužívá žurnálování, které podporuje až jeho přímý kompatibilní nástupce **ext3**.

Souborový systém ext2 je přímým nástupcem souborového systému ext. Jejich struktura na disku přímo vychází ze systému souborů UFS, který používaly první unixové systémy. Mezi jeho hlavní charakteristiky patří:

* lze vytvářet adresáře
* lze vytvářet různé typy souborů: obyčejný soubor, speciální soubor (reprezentuje zařízení, je typu blokový a znakový), pojmenované roury, sockety
* umožňuje používat pevné odkazy, symbolické odkazy
* pro každý soubor a adresář se ukládají práva UGO – vlastníka (user), skupiny (group), ostatních (other) a rozšířené atributy

Struktura ext2

Na začátku systému souborů je boot sektor, který slouží pro uložení zavaděče operačního systému. Dále je souborový systém rozdělen na skupiny bloků (group blocks), které mají vnitřně stejnou strukturu a skupin je v souborovém systému několik.

Skupiny bloků

Každá skupina bloků obsahuje:

* superblok
* deskriptor skupiny
* bitmapu bloku
* bitmapu inodů
* tabulku inodů
* datové bloky

Inode

inode, i-node, česky i-uzel je v informatice datová struktura uchovávající metadata o souborech a adresářích používaná v unixových souborových systémech, které vycházejí z tradičního UFS (například linuxová řada ext2, ext3, ext4). Z důvodu zachování zpětné kompatibility ostatní souborové systémy i-uzly emulují (např. NFS).

i-uzel obsahuje metadata pro každý libovolně velký soubor i adresář, například čas poslední změny, přístupová práva, seznam datových bloků a podobně. V adresářích jsou pak dvojice název souboru a k němu příslušné číslo i-uzlu, které pomocí metadat popisuje vlastní uložená datovou část souboru nebo adresáře. Vzhledem k tomu, že (téměř) vše je v unixových systémech soubor (vlastně i adresář je speciální soubor), je i-uzel univerzální datovou strukturou pro metadata.

Ext3

**ext3** je opět žurnálovací systém souborů vytvořený pro operační systém Linux a je přímým a zpětně kompatibilním následníkem souborového systému ext2. Ext3 je výchozím souborovým systémem mnoha populárních linuxových distribucí. První zmínku o práci na rozšíření možností souborového systému ext2 učinil Stephen Tweedie v únoru 1999 v e-mailové konferenci pro jádro Linuxu a jeho změny byly začleněny do oficiálního kódu jádra od verze 2.4.15 v listopadu 2001. Následníkem ext3 je souborový systém **ext4**, který je s ext3 zpětně kompatibilní (dopředně kompatibilní je jen částečně kvůli novým strukturám na disku).

FAT32

FAT32

Systémy souborů FAT32 a méně používaný FAT se používaly ve starších verzích operačních systémů Windows, včetně Windows 95, Windows 98 a Windows Millennium Edition. Systém souborů FAT32 neposkytuje takové zabezpečení jako systém souborů NTFS, takže pokud máte ve svém počítači oddíl nebo svazek formátu FAT32, může libovolný uživatel s přístupem k počítači přečíst libovolný soubor v něm uložený. Systém souborů FAT32 má také omezení velikosti. V této verzi systému Windows nelze vytvořit oddíl FAT32 větší než 32GB a na oddíl FAT32 nelze uložit soubor větší než 4GB.

Hlavním důvodem pro použití systému souborů FAT32 je to, že máte konfiguraci počítače, na které občas poběží systém Windows 95, Windows 98 nebo Windows Millennium Edition a zbytek času tato verze systému Windows. Taková konfigurace je označována jako konfigurace s možností spuštění více systémů (multiboot). V takovém případě je nutné nainstalovat starší verzi operačního systému na oddíl FAT32 nebo FAT a zajistit, že se jedná o primární oddíl (a lze na něj tedy nainstalovat operační systém). Všechny další oddíly, ke kterým budete při používaní těchto starších verzí systému Windows přistupovat, musí být také naformátovány systémem FAT32. Tyto starší verze systému Windows mohou k oddílům a svazkům NTFS přistupovat přes síť, ne však ve vašem počítači.

NTFS

NTFS (New Technology File System) je v [informatice](https://cs.wikipedia.org/wiki/Informatika) označení pro [souborový systém](https://cs.wikipedia.org/wiki/Souborov%C3%BD_syst%C3%A9m), který vyvinula firma [Microsoft](https://cs.wikipedia.org/wiki/Microsoft) pro svoje [operační systémy](https://cs.wikipedia.org/wiki/Opera%C4%8Dn%C3%AD_syst%C3%A9m) řady [Windows NT](https://cs.wikipedia.org/wiki/Windows_NT). Souborový systém NTFS byl navržen na konci [80. let 20. století](https://cs.wikipedia.org/wiki/1980%E2%80%931989) jako rozšiřitelný souborový systém, který je možné přizpůsobit novým požadavkům. [Microsoft](https://cs.wikipedia.org/wiki/Microsoft) při vývoji NTFS využil poznatky z vývoje [HPFS](https://cs.wikipedia.org/wiki/HPFS), na kterém spolupracoval s firmou [IBM](https://cs.wikipedia.org/wiki/IBM).

NTFS byl navržen jako nativní souborový systém pro Windows NT a (zejména oproti zastaralému filesystému [FAT](https://cs.wikipedia.org/wiki/FAT)) obsahoval spoustu novinek:

* [žurnálování](https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDurn%C3%A1lovac%C3%AD_syst%C3%A9m_soubor%C5%AF) – všechny zápisy na [disk](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pevn%C3%BD_disk) se zároveň zaznamenávají do speciálního souboru, tzv. žurnálu. Pokud uprostřed zápisu systém havaruje, je následně možné podle záznamů všechny rozpracované operace dokončit nebo anulovat a tím systém souborů opět uvést do konzistentního stavu.
* [access control list](https://cs.wikipedia.org/wiki/Access_control_list) – podpora pro přidělování práv k souborům
* [komprese](https://cs.wikipedia.org/wiki/Komprese_dat) na úrovni souborového systému
* [šifrování](https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0ifrov%C3%A1n%C3%AD) (EFS - Encrypting File System) umožňuje chránit data uživatele na úrovni souborového systému a je transparentní.
* [diskové kvóty](https://cs.wikipedia.org/wiki/Diskov%C3%A1_kv%C3%B3ta) umožňují nastavit maximálně využitelné místo na diskovém oddíle, pro konkrétního uživatele. Do diskové kvóty se nezapočítávají komprimované soubory, ale jejich reálná velikost.
* dlouhá jména souborů (ve [FAT](https://cs.wikipedia.org/wiki/FAT) původně nebyla a ve [Windows 95](https://cs.wikipedia.org/wiki/Windows_95) je bylo třeba doplňovat značně komplikovaným způsobem)
* [pevné](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pevn%C3%BD_odkaz) a [symbolické linky](https://cs.wikipedia.org/wiki/Symbolick%C3%BD_odkaz) – odkazy na soubory na úrovni filesystémů, známé z operačních systému [UNIX](https://cs.wikipedia.org/wiki/Unix). [Windows](https://cs.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Windows) pro editaci tohoto typu odkazů nemají standardní uživatelské rozhraní, ale umí je interpretovat a také je používají (Distribuovaný systém souborů na Windows server 2003 apod.)

# Boot Sector

Master Boot Record (MBR) je první sektor úložného zařízení, které bylo rozděleno na Diskové oddíly. MBR může obsahovat kód pro nalezení aktivního oddílu a vyvolání jeho VBR.

Volume Boot Record (VBR) je první sektor úložného zařízení, které nebylo rozděleno na diskové oddíly, nebo první sektor jednotlivých diskových oddílů. Obsahuje kód pro nahrání a spuštění operačního systému (nebo jiného samostatného programu) nainstalovaného na tomto zařízení nebo v diskovém oddílu.

Kořenový souborový systém je reprezentován lomítkem (/). Nachází se v horní části adresářového stromu a obsahuje minimální sadu souborů a adresářů. Zde se nám ukládají věci nutné pro spuštění a fungování Linuxu. Pro bezproblémové fungování Linuxu si klidně postačíme už s 16GB vyhrazeného místa. Zde musíme počítat s tím, že v Linuxu budeme instalovat nějaké ty programy na hudbu, videa, kancelářské balíčky atd.

|  |  |
| --- | --- |
| / |  |
| /bin | // zde se ukládají programy používané systémem nebo uživatelem. |
| /boot | // zde se nacházejí soubory nutné ke spouštění systému, jádro a data zavaděče např.GRUB. |
| /dev | // V tomto adresáři se nacházejí periferní zařízení našeho počítače. |
| /etc | // Zde jsou důležité konfigurační údaje našeho systému. |
| /home | // Domovské adresáře uživatelů. |
| /lib | // Obsahuje knihovny programů. |
| /lost+found | // Adresář se zpravidla vyskytuje na každém diskovém oddíle, kde se do něj ukládají data obnovena při nekoretním odpojení. |
| /media | // Adresář obsahující připojitelná média (flash disk, USB HDD.....) |
| /mnt | // Obecné přípojné místo externích souborových systémů. |
| /opt | // Tento adresář je vyhrazen pro všechen software a add-on balíčky, které nejsou součástí výchozí instalace. |
| /proc | // Souborový virtuální systém, který obsahuje informace o systému. Můžeme ho považovat za takové kontrolní a informační centrum pro jádro. |
| /root | // Domovský adresář správce systému. |
| /sbin | // Lokálně instalované programy používané systémem a administrátorem. |
| /selinux |  |
| /srv | // Obsahuje specifická síťová data. |
| /sys |  |
| /tmp | // Tento adresář obsahuje dočasný odkládací prostor různých programů. Neukládejte do tohoto adresáře žádné data, jelikož se po startu systému data smažou. |
| /usr | // usr obsahuje zdaleka největší podíl dat o systému, proto je považován za jeden z nejdůležitějších adresářů v systému, neboť obsahuje všechny uživatelské binární soubory, jejich dokumentace, knihovny atd./td> |
| /var | // Adresář var slouží pro ukládání proměnných, log souborů, fronty, dočasných i přechodných souborů a podobně. |

BootLoader Linux

LILO

LILO je [zavaděč](https://cs.wikipedia.org/wiki/Zavad%C4%9B%C4%8D_(opera%C4%8Dn%C3%AD_syst%C3%A9m)), jehož úkolem je při startu [počítače](https://cs.wikipedia.org/wiki/Po%C4%8D%C3%ADta%C4%8D) zavést do [operační paměti](https://cs.wikipedia.org/wiki/Opera%C4%8Dn%C3%AD_pam%C4%9B%C5%A5) počítače [jádro operačního systému](https://cs.wikipedia.org/wiki/J%C3%A1dro_opera%C4%8Dn%C3%ADho_syst%C3%A9mu) a aktivovat ho. Jádro zůstává v paměti počítače aktivní až do jeho vypnutí a řídí chod celého systému. Činnost, při které LILO zavádí jádro do paměti, se nazývá [bootování](https://cs.wikipedia.org/wiki/Bootov%C3%A1n%C3%AD" \o "Bootování).

Zavaděč LILO není závislý na operačním systému ani [systému souborů](https://cs.wikipedia.org/wiki/Souborov%C3%BD_syst%C3%A9m), ze kterého je jádro systému zaváděno. Je schopen nabootovat [Linux](https://cs.wikipedia.org/wiki/Linux), [DOS](https://cs.wikipedia.org/wiki/DOS), ale i systém [Microsoft Windows](https://cs.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Windows) a to nejen z [pevného disku](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pevn%C3%BD_disk), ale například i z [diskety](https://cs.wikipedia.org/wiki/Disketa). Při startu zavaděče je možné zvolit až ze šestnácti různých možností. Pro různé volby pak mohou být nastaveny různé parametry předávané jádru, jako například nastavení kořenového souborového systému. LILO může být umístěno buď v [master boot recordu](https://cs.wikipedia.org/wiki/Master_boot_record) (MBR) nebo v [bootovacím sektoru](https://cs.wikipedia.org/wiki/Boot_sektor" \o "Boot sektor) vybraného [diskového oddíly](https://cs.wikipedia.org/wiki/Diskov%C3%BD_odd%C3%ADl) (partition). Ve druhém případě musí být v MBR jiný zavaděč, který následně načte LILO.

Při zahájení bootování má LILO pro přístup k [pevným diskům](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pevn%C3%BD_disk) k dispozici pouze služby [BIOSu](https://cs.wikipedia.org/wiki/BIOS" \o "BIOS). Z tohoto důvodu bývalo na starých počítačích možné zavádět jádro pouze z první části větších disků, protože BIOS míval omezení přístupu v reřimu [C-H-S](https://cs.wikipedia.org/wiki/Cylindr-Hlava-Sektor) na maximální počet válců (cylindrů) od 0 do 1023. Pokud BIOS nabízel modernější přístup k pevnému disku pomocí adresace [LBA](https://cs.wikipedia.org/wiki/Logical_Block_Addressing), bylo zmíněné omezení C-H-S přístupu překonáno.

GRUB

GRUB má bohatou sadu příkazů pro [terminál](https://cs.wikipedia.org/wiki/Termin%C3%A1l_(informatika)), které uživateli umožňují v GRUB prompt zobrazit detaily oddílů [pevného disku](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pevn%C3%BD_disk), změnit nastavení oddílu, přemapovat, na stálo, pořadí disků, [bootovat](https://cs.wikipedia.org/wiki/Boot" \o "Boot) z uživatelem libovolně určeného konfiguračního souboru a zobrazovat bootovací konfiguraci dalších [bootovacích zavaděčů](https://cs.wikipedia.org/wiki/Zavad%C4%9B%C4%8D_(opera%C4%8Dn%C3%AD_syst%C3%A9m)" \o "Zavaděč (operační systém)) s podporovanými GRUB formáty. Takto, bez předešlých znalostí toho co je nainstalováno na počítači, můžete použít

Když je počítač zapnut, pak jeho [BIOS](https://cs.wikipedia.org/wiki/BIOS) najde primární zařízení schopné bootu (většinou [hard disk](https://cs.wikipedia.org/wiki/Hard_disk) počítače) a přesměruje řízení na [master boot record](https://cs.wikipedia.org/wiki/Master_boot_record) (MBR), to je prvních 512 bytů [hard disku](https://cs.wikipedia.org/wiki/Hard_disk). [MBR](https://cs.wikipedia.org/wiki/Master_boot_record) obsahuje GRUB prvního stupně. S danou malou velikostí udělá tento stupeň o něco málo více než jen to, že by načetl další stupeň GRUBu (který se může fyzicky nacházet jinde na disku). Stupeň 1 buď načte stupeň 2 přímo nebo může načíst stupeň 1.5. GRUB stupně 1.5 se nachází v prvních 30 kilobytech disku ihned po [MBR](https://cs.wikipedia.org/wiki/Master_boot_record). Stupeň 1.5 načte stupeň 2.

Když GRUB stupně 2 převezme řízení, zobrazí uživateli rozhraní s možností výběru [operačního systému](https://cs.wikipedia.org/wiki/Opera%C4%8Dn%C3%AD_syst%C3%A9m), který chce spustit. To obyčejně mívá podobu grafického menu. GRUB má své vlastní prompt příkazy, kde si uživatel ručně nastaví specifické parametry pro [bootování](https://cs.wikipedia.org/wiki/Boot" \o "Boot). GRUB může být také nastaven k automatickému načítání nastaveného [jádra (kernelu)](https://cs.wikipedia.org/wiki/J%C3%A1dro_(informatika)) po uplynutí jistého časového limitu.

Poté, co byla volba bootu poprvé vybrána si GRUB zapamatuje zvolený [kernel](https://cs.wikipedia.org/wiki/J%C3%A1dro_(informatika)) a předá řízení [jádru](https://cs.wikipedia.org/wiki/J%C3%A1dro_(informatika)). U tohoto stupně může GRUB pověřit řízením bootovacího procesu jiný [zavaděč](https://cs.wikipedia.org/wiki/Zavad%C4%9B%C4%8D_(opera%C4%8Dn%C3%AD_syst%C3%A9m)) využitím postupného zavádění, pokud je toto vyžadováno [operačním systémem](https://cs.wikipedia.org/wiki/Opera%C4%8Dn%C3%AD_syst%C3%A9m).