

## Preporučuje se da pročitate ...

---

- Borislav Đorđević, Dragan Pleskonjić, Nemanja Maček, *Operativni sistemi: UNIX i Linux*, VETŠ 2004.  
2. Blok uređaji i administracija sistema datoteka, str. 18-61

ili:

- Borislav Đorđević, Dragan Pleskonjić, Nemanja Maček, *Operativni sistemi: teorija, praksa i rešeni zadaci*, Mikro Knjiga, 2005  
9.1. Struktura diskova, str. 232-238  
9.2. Priprema diskova za rad, str. 238-241  
9.7. Administriranje diskova na Linux sistemima, str. 254-258  
10.10. Značajniji sistemi datoteka (UNIX/Linux), str. 295-300  
10.11. Administriranje sistema datoteka na Linux sistemima, str. 300-311

ili:

- Lars Wirzenius, Joanna Oja, Stephen Stafford, Alex Weeks, *The Linux System Administrator's Guide*, Version 0.9, <http://www.tldp.org/LDP/sag/html/>  
3. Overview of the Directory Tree  
5. Using Disks and Other Storage Media

## Teoretski deo

---

Četiri osnovna zadatka administracije diskova su:

- formatiranje diska na niskom nivou (engl. *low level format*)
- podela diska na particije (engl. *partitioning*)
- kreiranje sistema datoteka (engl. *filesystem*)
- montiranje sistema datoteka na odgovarajuće direktorijume (engl. *mounting*)

### Diskovi

Hard disk = nekoliko rotacionih ploča ( $\omega = \text{const}$ ) + glave za čitanje i pisanje (engl. *head*) koje se kreću pravolinijski na intervalu  $r = [0, R]$ .

Disk se vezuje na računara preko disk kontrolera (engl. *controller*) čije su funkcije:

- unificiran interfejs ka ostatku računara

- baferovanje podataka koje treba upisati na disk
- keširanje diskova (engl. *disk caching*)
- automatsko obeležavanje neispravnih sektora diska

Geometrija diskova (heads/cylinders/sectors):

- ploča podeljena na koncentrične prstenove - staze (engl. *tracks*). Ekvidistantne staze svih ploča obrazuju cilindar (engl. *cylinder*)
- svaka staza je dalje podeljena na sektore (engl. *sectors*)

### **IDE (ATA), SCSI, Serial ATA**

IDE (*Integrated Drive Electronics*):

- elektronika integrisana na samom uređaju
- jeftini diskovi, kapacitet do cca 200GB,  $\omega = 5400-7200\text{rpm}$
- kontroleri ugrađeni na matičnim pločama računara (engl. *on-board controller*).
- kontroler ima dva kanala primarni (engl. *primary*) i sekundarni (engl. *secondary*), a na svaki kanal se mogu vezati najviše dva uređaja u odnosu *master-slave*.

SCSI (*Small Computer System Interface*):

- profi uređaji – diskovi, oprički uređaji, trake.
- skupi uređaji, kapacitet do cca 50GB,  $\omega = 10000-15000\text{rpm}$
- kontroler se kupuje odvojeno, interfejs ka računaru je brži (do 320Mbit/s)
- na kontroler je moguće vezati od 7 do 15 uređaja na osnovu prioriteta. Prioritet svakog uređaja određen je njegovim identifikacionim brojem koji se postavlja preko preklopnika na uređaju (ID=0 je najviši prioritet). ID=7 rezervisan je za SCSI kontroler.

SATA (*Serial ATA*):

- nova klasa kontrolera sa vrlo brzim interfejsom
- relativno jeftini uređaji solidnih performansi
- npr. SATA Raptor disk (SCSI model sa SATA priključnicom)

Svaki disk predstavljen je specijalnom datotekom - čvorom (engl. *node*)<sup>1</sup>, koja omogućava pristup celom disku. Nodovi se koriste u svrhe:

- particionisanja diskova
- pristupanja specijalnim delovima diska kao što je Master Boot Record:

Uređajima odgovaraju sledeći nodovi:

---

1 Svi nodovi za uređaje se nalaze na direktorijumu /dev (skraćeno od *device* – uređaj).

- /dev/hda IDE Primary Master, /dev/hdb IDE Primary Slave
- /dev/hdc IDE Secondary Master, /dev/hdd IDE Secondary Slave
- /dev/sda prvi SCSI/SATA disk, /dev/sdb drugi SCSI/SATA disk
- /dev/sdc treći SCSI/SATA disk, /dev/sdd četvrti SCSI/SATA disk, itd...

## Particionisanje diskova

Glavni startni zapis (engl. *Master Boot Record*, MBR) = particiona labela + boot loader. Particiona tabela sadrži najviše 4 primarne particije ili 3 primarne + 1 produženu (engl. *extended*). Ne možete imati na jednom disku 2 extended particije. *Extended* particija je okvir u kome se mogu kreirati nekoliko logičkih particija. Fajl sistemi se kreiraju u primarnim ili logičkim particijama (ne možete kreirati fajl sistem u *extended* particiji ukoliko je pre toga ne izdelite na logičke).

Informacije o primarnim particijama se čuvaju u MBRu, a o logičkim particijama u *boot sektoru* extended particije, koji se još naziva i *extended partition table*. Na disku može postojati najviše jedna extended particija.

`fdisk -l [device]` daje informacije o particionoj tabeli (zahteva root privilegije).

Particione tabele sadrže jedan bajt informacija za svaku particiju koji identifikuje tip te particije. Na taj način se identifikuje koji operativni sistem koristi particiju i u koje svrhe (npr. kao sistem datoteka ili swap prostor). Npr, 0 je neiskorišćen prostor, 5 je *Extended* particija, 82 je Linux swap, 83 je Linux native, 85 je Linux extended, 1, 4 i 6 su particije sa FAT fajl sistemima, a 7 je NTFS particija.

Navodimo i nodove koji odgovaraju particijama:

Uređaj	Primarne particije	Logičke particije
IDE Primary Master	/dev/hda[1-4]	/dev/hda[5-16]
IDE Primary Slave	/dev/hdb[1-4]	/dev/hdb[5-16]
IDE Secondary Master	/dev/hdc[1-4]	/dev/hdc[5-16]
IDE Secondary Slave	/dev/hdd[1-4]	/dev/hdd[5-16]
Prvi SCSI/SATA disk	/dev/sda[1-4]	/dev/sda[5-16]
Drugi SCSI/SATA disk	/dev/sdb[1-4]	/dev/sdb[5-16]
Treći SCSI/SATA disk	/dev/sdc[1-4]	/dev/sdc[5-16]
Četvrti SCSI/SATA disk	/dev/sdd[1-4]	/dev/sdd[5-16]

## Particionisanje - fdisk

Pokreće se komandom: `fdisk /dev/hda`

Zamenite /dev/hda odgovarajućim nodom diska koji želite da particionišete. Komanda zahteva root privilegije. Komande:

- p - prikazivanje particione tabele (*print the partition table*)

- l - pregled podržanih tipova particija (*list known partition types*)
- n - kreiranje primarnih, extended i logičkih particija (*add a new partition*)
- d - brisanje particija (*delete a partition*)
- t - promena tipa particija (*change a partition's system id*)
- a - postavljanje flegla aktivne particije (*toggle a bootable flag*)
- w – upisivanje promene na disk i napuštanje programa
- q – napuštanje programa bez upisivanja promena na disk

### Particionisanje - cfdisk

Jednostavniji za upotrebu. Pokrenite `cfdisk` pod root nalogom i biće Vam sve jasno.

### Fajl sistemi

UNIX sistem datoteka čine:

- zaglavlje (engl. *superblock*)
- tabela indeksnih čvorova (*i-node* tabela)
- blokovi sa podacima (engl. *data blocks*)
- direktorijumski blokovi (engl. *directory blocks*)
- blokovi indirektnih pokazivača (engl. *indirection block*)

*I-node* sadrži sve informacije o objektu koji opisuje osim imena:

- tip objekta (npr. regularna datoteka, direktorijum) i pristupna prava za tri vlasničke kategorije
- broj hard linkova na dati objekat
- user ID, group ID
- veličinu objekta izraženu u bajtovima
- vreme zadnjeg pristupa objektu (*access time*), vreme zadnje modifikacije objekta (*mod time*) i vreme zadnje modifikacije indeksnog čvora objekta (*i-node time*)
- listu pokazivača:
  - direktnih, na blokove sa podacima, koja je dovoljna da se adresiraju prvih 10-12 blokova podataka koji čine početak datoteke (broj zavisi od tipa sistema datoteka)
  - indirektnih, na jednostruke, dvostruke i trostruke indirektne blokove

Odredićemo, primera radi, maksimalnu veličinu datoteke na fajl sistemu na primeru 32-bitnog FS sa blokovima veličine 8KB. Jedan indirektni blok može sadržati najviše  $8KB/4B=2048$  32-bitnih pokazivača:

samo sa direktnim pokazivačima:  $12 * 8 \text{ KB} = 96 \text{ KB}$

+ indirektni pokazivač:  $96KB + 2048 * 8 \text{ KB} = \text{cca } 16 \text{ MB}$

+ dvostruki indirektni pokazivač:  $16 \text{ MB} + 2048^2 * 8 \text{ KB} = \text{cca } 32 \text{ GB}$

+ trostruki indirektni pokazivač:  $32 \text{ GB} + 2048^3 * 8 \text{ KB} = \text{cca } 64 \text{ TB}$

### Tipovi fajl sistema

- ext2 - Linux second extended
- ext3 - "ext2 + journaling". Kompatibilan sa prethodnom verzijom (ext2), nadogradnja se ostvaruje jednostavnim kreiranjem dnevnika. Neophodna je podrška na nivou kernela. Tri režima vođenja dnevnika - journal, ordered i writeback.
- ReiserFS - brži je pri radu sa malim datotekama, ali je relativno nestabilan pri radu sa velikim datotekama.
- msdos - omogućava razmenu datoteka sa DOS i OS/2 FAT sistemom datoteka. Može se aktivirati za čitanje i pisanje (read-write).
- vfat - proširenje FAT sistema datoteka sa većim kapacitetom poznato pod imenom FAT32. Većina Windows 9x/ME sistema koristi FAT32.
- iso9660 - standard za CD-ROM sisteme datoteka. Može se koristiti sa Rock Ridge proširenjem koje dozvoljava duža imena datoteka i simboličke linkove.
- ntfs - Windows NT sistem datoteka. Karakteriše ga postojanje dugih imena datoteka, simboličkih linkova (shortcuts), vlasništva, pristupnih prava, dnevnika transakcija, mount-point direktorijuma i krypto-zaštite.
- nfs - UNIX mrežni sistem datoteka koji omogućava deljenje lokalnog sistema datoteka između većeg broja umreženih računara i brz pristup udaljenim datotekama.
- smbfs - mrežni sistem datoteka koji omogućava deljenje lokalnog sistema datoteka sa umreženim računarima koji rade pod Windows operativnim sistemom. Koristi Windows protokol za deljenje datoteka.

### Kreiranje fajl sistema - mkfs

```
mkfs [-t fstype] [-c | -l bblst] device
```

`device` specijalna datoteka koja predstavlja particiju na kojoj se kreira sistem datoteka. Tom datotekom se kasnije predstavlja i sistem datoteka.

`-t fstype` opcija kojom se specificira tip sistema datoteka koji je potrebno kreirati. `fstype` može biti ext2, ext3, reiser, msdos ili bilo koji drugi tip za koji u operativnom sistemu postoji podrška.

`-c` fleg kojim se programu `mkfs` nalaže da pre kreiranja sistema datoteka ispita površinu medijuma na kojoj se kreira taj sistem datoteka i inicijalizuje listu neispravnih blokova.

`-l bblst` opcija kojom se specificira datoteka sa inicijalnom listom neispravnih blokova. Ne treba koristiti opcije `-c` i `-l` zajedno.

Na primer,

```
mkfs -t ext2 -c /dev/hdb1
```

## Provera površine medijuma - badblocks

Kreiranje liste neispravnih blokova komandom `badblocks` bolje rešenje od upotrebe zastavice `-c` programa `mkfs`. Lista se kasnije može iskoristiti prilikom provere integriteta sistema datoteka (program `fsck`). Dat je primer kreiranja ext2 sistema datoteka na drugoj primarnoj particiji *Primary Master* diska s osvrtom na listu “bad” blokova.

```
badblocks /dev/hda2 > /tmp/bad-block-list1
mkfs -t ext2 -l /tmp/bad-block-list1 /dev/hda2
```

## Provera integriteta - fsck

Logički defekti se retko javljaju na sistemima datoteka koji su deaktivirani pre gašenja sistema, UNIX koristi sledeće mehanizme pomoću kojih smanjuje vreme potrebno za podizanje sistema:

- datoteka `/etc/fastboot`
- fleg čistoće (engl. *dirty-flag*) u superbloku FS
- integritet journaling sistema datoteka se ne proverava

Provera integriteta:

```
fsck /dev/sdb2
```

Provera fizičkih defekata sa ažuriranjem metastruktura:

```
badblocks /dev/sda2 > /tmp/bad-block-list
fsck -t ext2 -l /tmp/bad-block-list /dev/sda2
```

## Disketni uređaji

Dve vrste disketnih uređaja predstavljaju standard za PC računare: 5.25inch, kapaciteta 360KB sa dvostrukom gustinom zapisa (double density) i 1.2MB sa visokom gustinom zapisa (high density). Ovi uređaji se više ne upotrebljavaju; 3.5inch, kapaciteta 720KB (double density), 1.44MB (high density) i 2.88MB (extended density).

Univerzalni nodovi za prvi i drugi disketni uređaj: `/dev/fd0` i `/dev/fd1`. Primeri specijalnih nodova:

- `/dev/fd0h1200` - prvi flopi disk, uređaj 5.25incha, kapacitet 1.2MB
- `/dev/fd1D720` - drugi flopi disk, uređaj 3.5incha, kapacitet 720KB
- `/dev/fd0H1440` - prvi flopi disk, uređaj 3.5incha, kapacitet 1.44MB
- `/dev/fd0E2880` - prvi flopi disk, uređaj 3.5incha, kapacitet 2.88MB

Na Linux sistemu postoji poseban program, `fdformat`, čija je namena formatiranje disketa. Za razliku od DOS programa `format` koji pored formatiranja kreira i sistem datoteka, `fdformat` se ograničava na formatiranje disketa na niskom nivou. Dalje se disketa može upotrebiti za kreiranje sistema datoteka ili kao medijum za

arhiviranje.

Programu fdformat potrebno je navesti nod za flopi disk kao parametar:

```
fdformat /dev/fd0H1440
```

Alternativno - prijavite setfdprm programom parametre za flopi, pa odradite fdformat koristeći univerzalni nod:

```
setfdprm /dev/fd0 1440/1440  
fdformat /dev/fd0
```

Primer upotrebe diskete (low level format i kreiranje fajl sistema):

```
fdformat -v /dev/fd0H1440  
mkfs -t ext2 -c /dev/fd0H1440
```

## CD-ROM medijumi

Ne zahtevaju nikakvu pripremu. Dostupni su preko nodova /dev/cdrom (univerzalni nod za CD) ili preko standardnih nodova za IDE uređaje (npr. /dev/hdb). Slično veži i za DVD uređaje.

## Praktični zadaci

**NAPOMENA:** komande koje ćete pokrenuti pod root nalogom mogu biti VEOMA destruktivne ukoliko ih pogrešno iskoristite. Ukoliko niste sigurni šta radite, POZOVITE DEŽURNOG ASISTENTA!

HINT: znak “pipe” dobijate kombinacijom AltGr+W ukoliko je raspored tastature srpski.

Prijavite se na sistem kao korisnik root. Zadaite sledeće dve komande kako biste pripremili sistem za rad:

**NAPOMENA** (ukoliko komande prijavljuju “čudne” poruke): komande zadajete kako bi ste sa sistema “očistili” eventualne tragove koje su za sobom ostavili studenti koji su vežbali pre vas. Neke od ovih komandi mogu vratiti grešku – ukoliko niko pre Vas nije kreirao direktorijum /u, komanda `rm -rf /u` prijavio grešku. Slično, ukoliko niko nije aktivirao fajl sistem /dev/hda11, komanda `umount /dev/hda11` prijavio grešku. Ignorišite ove greške i nastavite sa radom.

```
umount /dev/hda11  
rm -rf /u
```

1. Zadatak: analizirajte particionisani disk.

Zadaite komandu: `fdisk -l /dev/hda`

Na osnovu rezultata te komande odredite na koliko je particija podeljen disk i da li na njemu postoji extended particija? Ukoliko postoji, na koliko je logičkih particija ona podeljena? Odredite tipove particija i na osnovu toga zaključite koji su sve operativni sistemi instalirani na računaru?

2. Računski zadatak. Odredite maksimalnu veličinu datoteke na UNIX FS ukoliko su datoteke opisane sa 10 direktnih pokazivača, jednim indirektnim i po jednim dvostrukim i trostrukim indirektnim pokazivačem za sledeće slučajeve:

- veličina pokazivača 32 bita, a veličina bloka 2 KB
- veličina pokazivača 64 bita, a veličina bloka 4 KB

3. Zadatak: kreirajte novi fajl sistem i proverite koji tip fajl sistema komanda `mkfs` kreira podrazumevano, tj bez navođenja opcije `“-t fstype”`.

Kreirajte fajl sistem: `mkfs /dev/hda11`

Kreirajte prazan direktorijum u aktivnom stablu: `mkdir /u`

Aktivirajte fajl sistem koji ste kreirali: `mount /dev/hda11 /u`

Pogledajte kog je tipa novi fajl sistem: `mount`

Probajte da iskopirate neku datoteku na taj fajl sistem: `cp /etc/passwd /u`

Proverite da li je datoteka iskopirana: `ls -l /u`

Izlistajte sadržaj datoteke: `less /u/passwd`

Deaktivirajte fajl sistem: `umount /dev/hda11`

4. Zadatak: proverite da li na fajl sistemu koji ste kreirali u zadatku 3. postoji dnevnik

Šta je rezultat izvršenja komande `dumpe2fs /dev/hda11`

Na osnovu te komande odredite da li fajl sistem kreiran u prethodnom zadatku ima dnevnik transakcija (engl. *journal*). Probajte u izlazu komande da pronađete reč “journal”.

HINT: traženje reči *journal* možete automatizovati tako što ćete komandu naterati da ispisuje isključivo linije koje u sebi sadrže reč “journal”

isprobajte komandu: `dumpe2fs /dev/hda11 | grep journal`

Ukoliko u rezultatu nema ni jedne linije, znači da superblok FS ne sadži informacije o dnevniku, pa se može zaključiti da kreirani FS nema dnevnik.

5. Zadatak: pretvorite ext2 sistem datoteka kreiran u zadatku 3 u ext3 fajl sistem BEZ gubitka podataka, tj. kreirajte dnevnik transakcija.

Kreirajte dnevnik transakcija: `tune2fs -j /dev/hda11`

Aktivirajte fajl sistem: `mount -t ext3 /dev/hda11 /u`

Pogledajte kog je tipa novi fajl sistem: `mount`

Proverite da li FS sada ima dnevnik transakcija: `dumpe2fs /dev/hda11 | grep journal`

Proverite da li datoteka `/u/passwd` još uvek postoji: `ls -l /u`

Deaktivirajte fajl sistem: `umount /dev/hda11`

6. Zadatak: kreirajte novi ext3 fajl sistem u postojećoj particiji. Proverite šta je bilo sa postojećim datotekama na starom fajl sistemu.

Kreirajte ext3 fajl sistem u istoj particiji: `mkfs -t ext3 /dev/hda11`



Proverite da li novi fajl sistem ima dnevnik: `dumpe2fs /dev/hda11 | grep journal`

Aktivirajte fajl sistem: `mount /dev/hda11 /u.`

Proverite da li datoteka `/u/passwd` još uvek postoji?

Deaktivirajte fajl sistem: `umount /dev/hda11`

7. Zadatak: Kreirajte ext3 fajl sisteme tako što ćete eksplicitno navesti:

- broj blokova – zadajte sledeću komandu: `mkfs -b 1024 /dev/hda11`

Proverite superblok fajl sistema komandom `dumpe2fs` i ustanovite broj blokova.

- broj indeksnih čvorova – zadajte komandu: `mkfs -N 320000 /dev/hda11`

Proverite superblok fajl sistema komandom `dumpe2fs` i ustanovite broj i-nodova.

8. Zadatak proverite integritet ext2 fajl sistema.

Kreirajte u praznom delu diska ext2 fajl sistem: `mkfs -t ext2 /dev/hda11`

Proverite integritet fajl sistema: `fsck /dev/hda11`

Da li se može proveriti integritet FS ukoliko je on pre toga aktiviran? Isprobajte!

Aktivirajte FS: `mount -t ext2 /dev/hda11 /u`

Probajte da proverite integritet: `fsck /dev/hda11`

Deaktivirajte FS: `umount /dev/hda11`

9. Zadatak: testirajte površinu diska na kojoj se nalazi fajl sistem `/dev/hda11` i na osnovu toga ažurirajte listu neispravnih blokova u superbloku fajl sistema:

`bablocks /dev/hda11 >/tmp/bad-block-list`

`fsck -l /tmp/bad-block-list /dev/hda11`