

Mass Storage Sistemi (Za Masovno Skladištenje)

- **Struktura Diska**
- **Raspoređivanje Disk Zahteva (Disk Scheduling)**
- **Upravljanje Diskovima**
- **Upravljanje Swap Prostorom**
- **RAID Strukture**
- **Priključivanje Diskova**
- **Realizacija Stabilnih Sistema**
- **Tercijalna Memorija**
- **Zadaci Operativnog Sistema**
- **Zadaci Performansi**

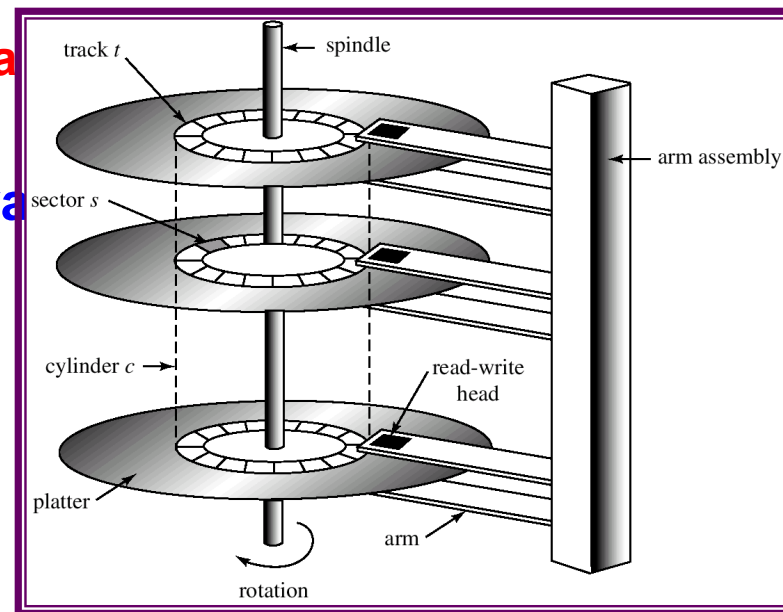
Struktura Diska

■ Diskovi se adresiraju

- ☞ kao široko **jednodimenziono polje** logičkih blokova ,
- ☞ gde je
- ☞ **logički blok najmanja jedinica transfera**

■ Jednodimeziona polje logičkih blokova

- ☞ se mapira
- ☞ u sektore na disku **sekvencijalno** .
- ☞ logički blok 0
 - ☞ se mapira u prvi sektor,
 - ☞ prve staze,
 - ☞ spoljašnjeg cilindra .
- ☞ Proces mapiranja se nastavlja na drugu stazu,
 - ☞ pa se pređe na sledeću stazu tog cilindra,
 - ☞ pa na sledeći cilindar
 - ☞ od krajnjeg unutrašnjeg



Raspoređivanje Disk Zahteva (Disk Scheduling)

- operativni sistem je odgovoran
- za efikasno korišćenje hardvera
- **Za diskove, ovo znači:**
 - ➡ 1. brzo vreme pristupa (seek)
 - ➡ 2. brze disk transfere (disk media bandwidth)

Vreme Pristupa

■ Vreme pristupa se sastoji iz dve osnovne komponente:

☞ Vreme pozicioniranja (seek time)

- ☞ je vreme za koje disk
- ☞ pomera glavu do cilindra
- ☞ koji sadrži željeni sektor

☞ Rotaciono kašnjenje (Rotational latency)

- ☞ je naknadno vreme
- ☞ čekanja da glava diska
- ☞ rotira na željeni sektor

■ Smanjenje vremena pozicioniranja

■ Vreme pozicioniranja \approx udanjenost pozicije

Brzina Disk Transfera

- **Brzina disk transfera** je:
 - ☞ **ukupan broj prebačenih bajtova**
 - ☞ **u jedinici vremena**

- ☞ **ukupno vreme između**
 - 📄 **prvog zahteva za servis**
 - 📄 **završetka poslednjeg transfera**

Raspoređivanje Disk Zahteva

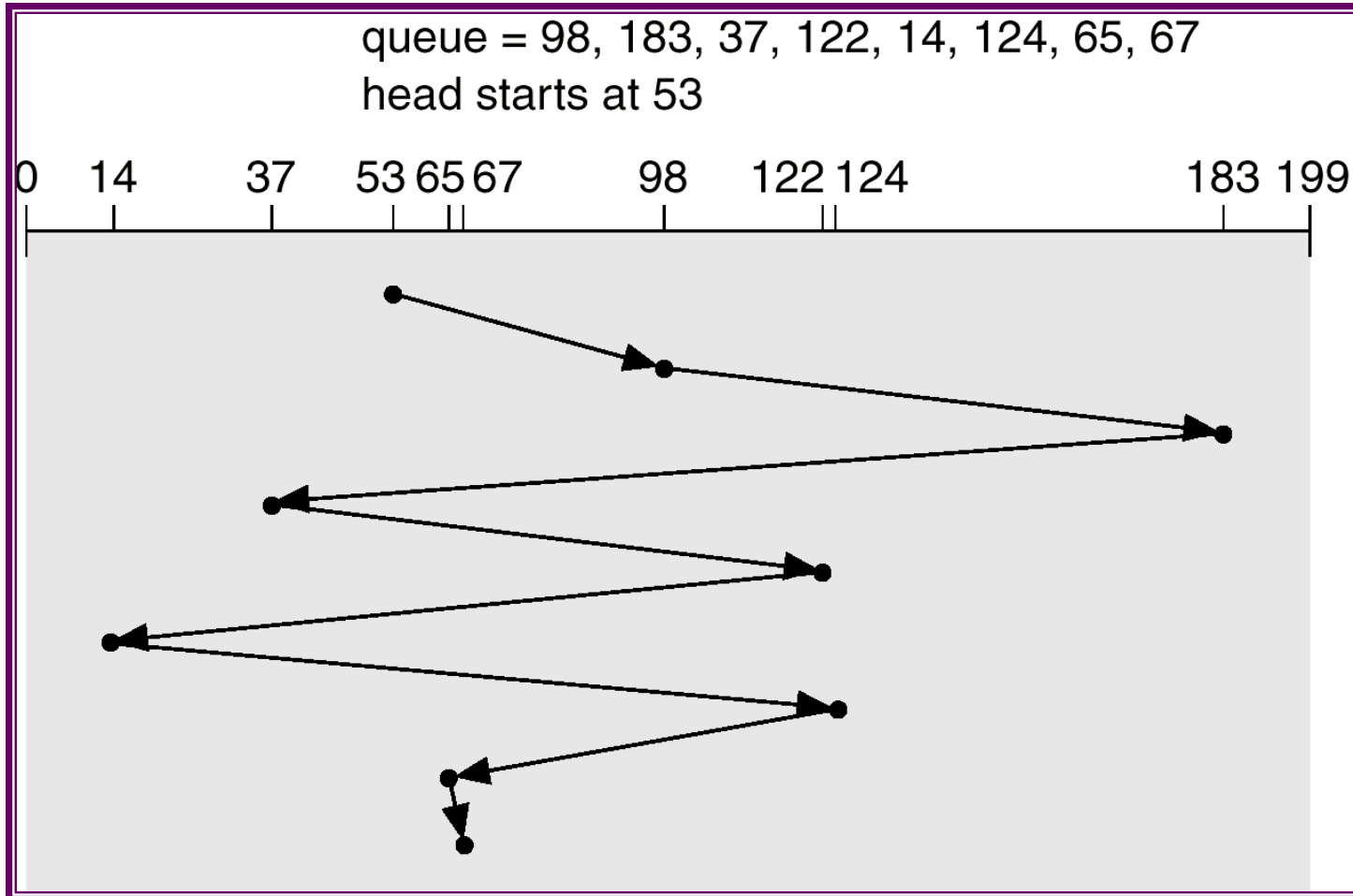
- Postoji nekoliko algoritama
- za raspoređivanje servisiranje disk I/O zahteva
- Ilustrovaćemo ih preko **reda zahteva** (disk 0-199)

98, 183, 37, 122, 14, 124, 65, 67

Pokazivač na glavu (head pointer) 53

FCFS

Ilustracija pokazuje ukupno kretanje glave preko 640 cilindara



SSTF

- **Kriterijum: Biranje zahteva**

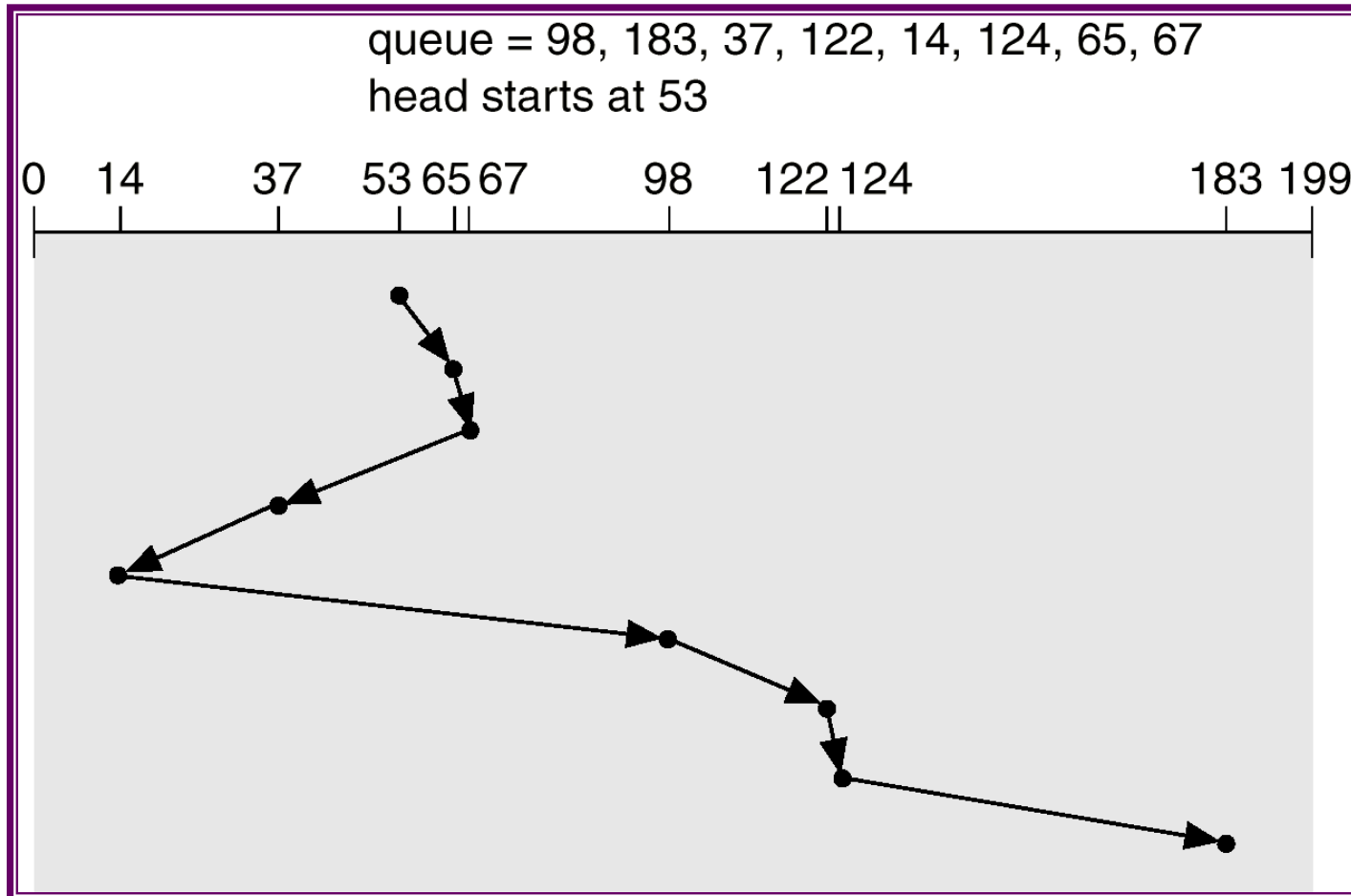
- ☞ sa minimalnim vremenom pozicioniranja
- ☞ od trenutne pozicije glave

- **SSTF raspoređivanje**

- ☞ je forma **SJF** raspoređivanja;
- ☞ može da izazove **zakucavanje** nekih zahteva

SSTF (Nastavak)

■ Ilustracija pokazuje ukupno kretanje glave preko 236 cilindara



SCAN

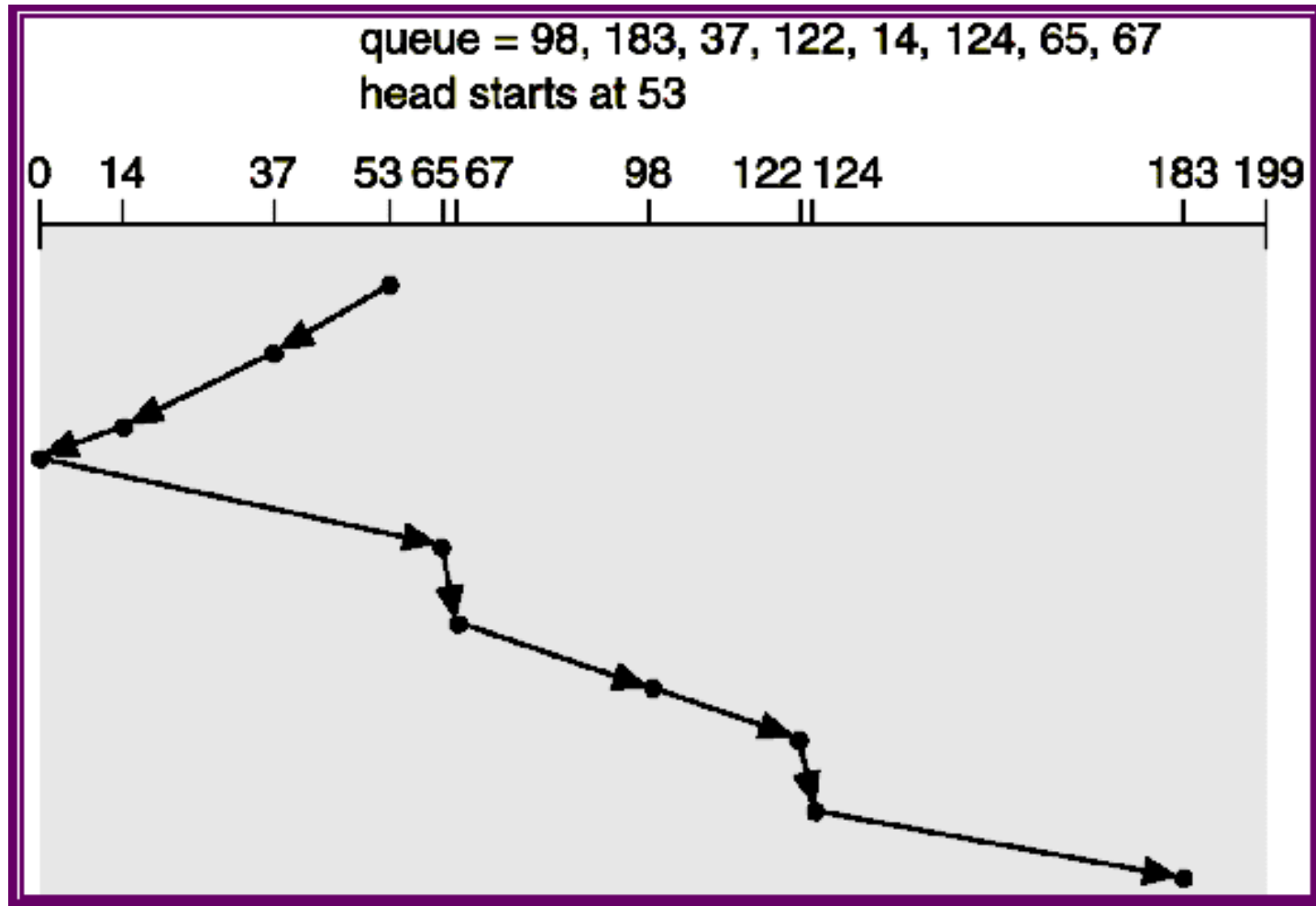
■ Kriterijum:

- ☞ glava diska počinje sa jednog kraja diska,
- ☞ i kreće se prema drugom kraju diska,
- ☞ opslužuje zahteve
- ☞ dok ne dođe do drugog kraja diska,
- ☞ gde se kretanje glave obrće
- ☞ i opsluživanje se nastavlja

■ Često se naziva i **lift** algoritam.

SCAN (Nastavak)

Ilustracija pokazuje ukupno kretanje glave preko 208 cilindara



C-SCAN

- Obezbeđuje ravnomernije vreme čekanja od SCAN.

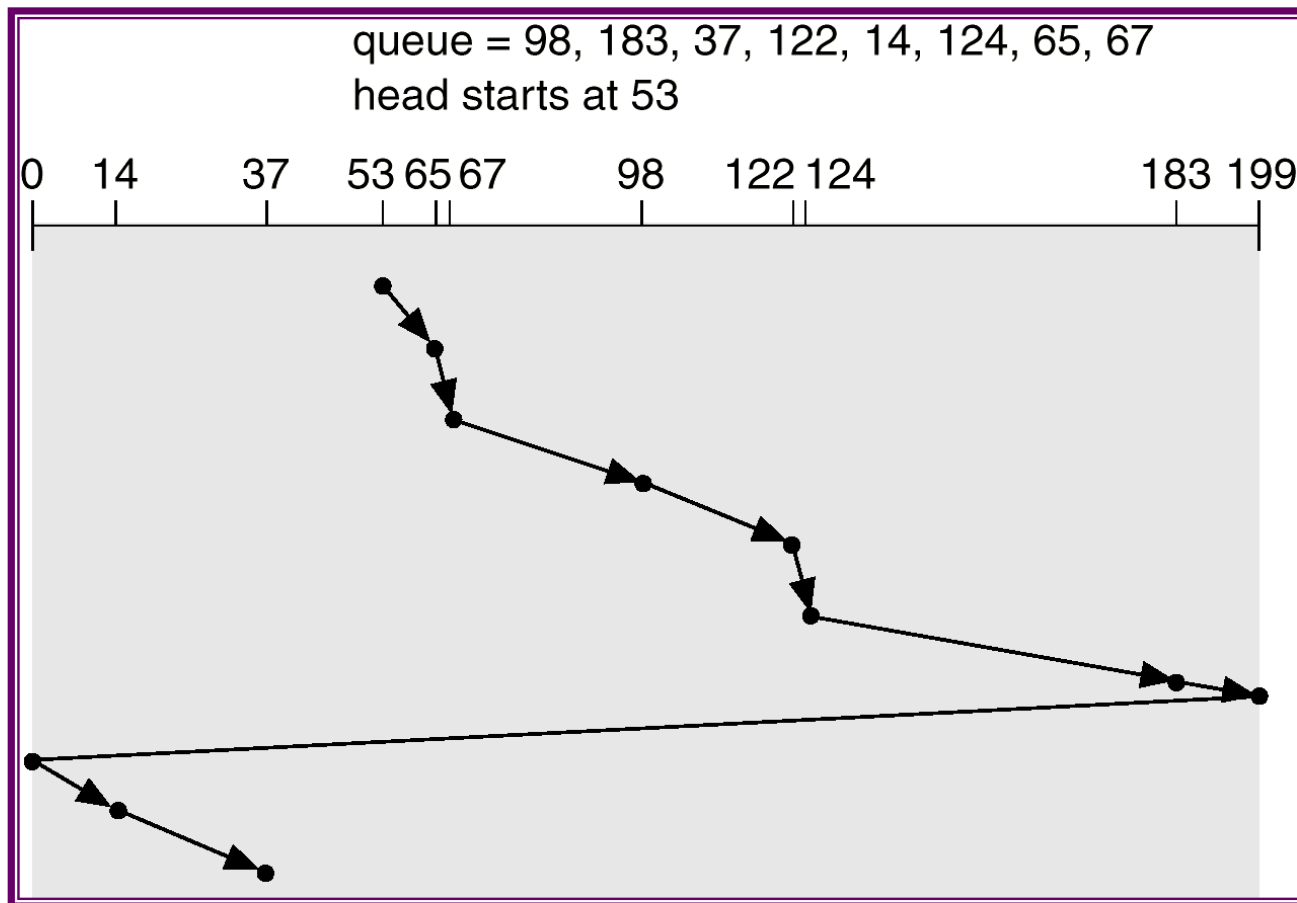
- **Kriterijum:**

- ☞ glava se kreće od jednog kraja diska do drugog.
- ☞ opslužuje zahteve po redu.
- ☞ kada dođe do kraja,
- ☞ međutim,
- ☞ on se odmah vraća na početak diska,
- ☞ **bez ikakvog opsluživanja zahteva pri povratku.**

- **Opsluživanje cilindara**

- ☞ kao kružne liste
- ☞ koja se vrti okolo
- ☞ od zadnjeg cilindra
- ☞ do prvog

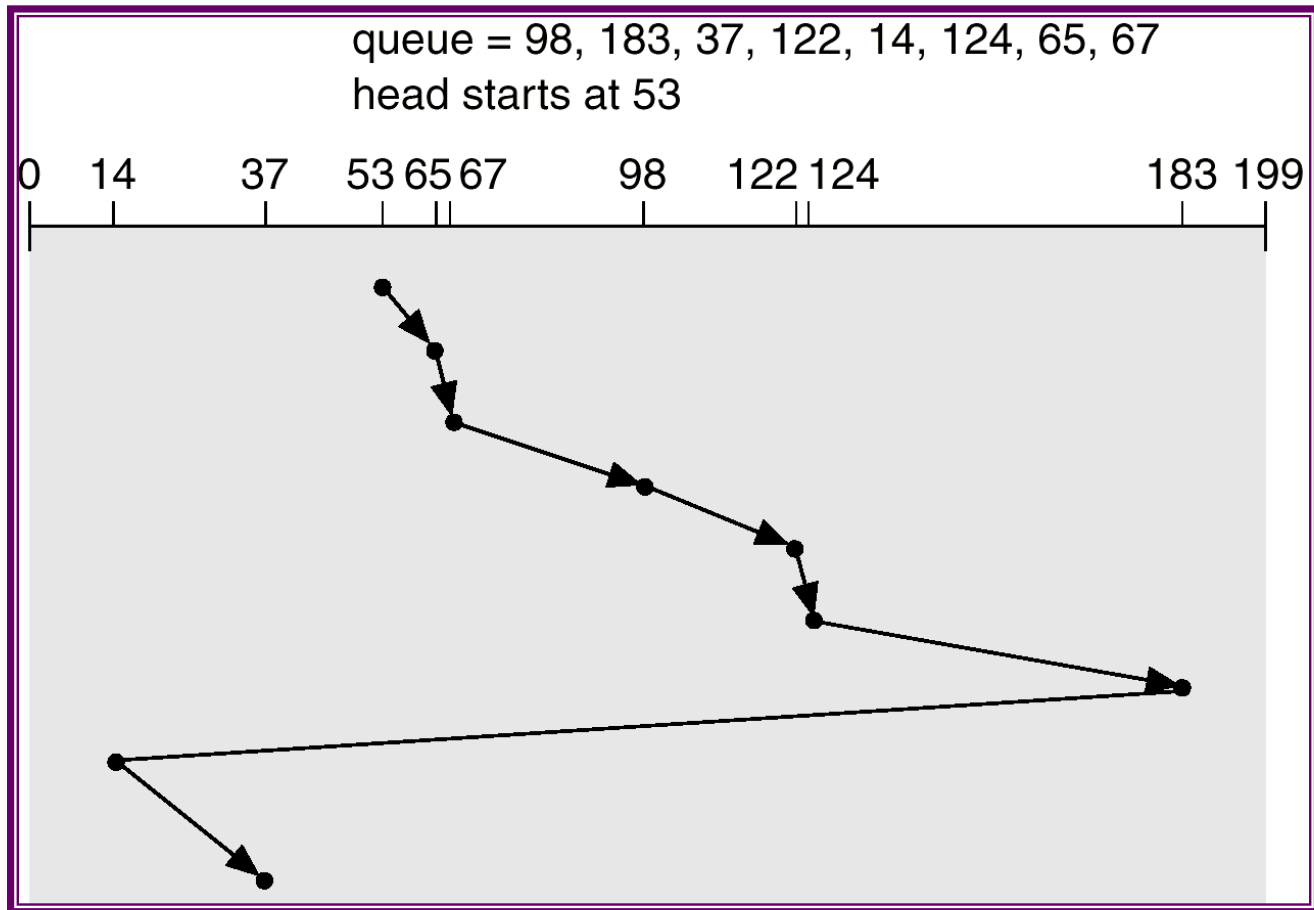
C-SCAN (Nastavak)



C-LOOK

- Verzija C-SCAN:
- glava ide samo do poslednjeg zahteva u svakom pravcu,
- zatim odmah obrće pravac,
- i vraća na najbliži zahtev na početku diska
 - ☞ i tako stalno do kraja diska

C-LOOK (Nastavak)



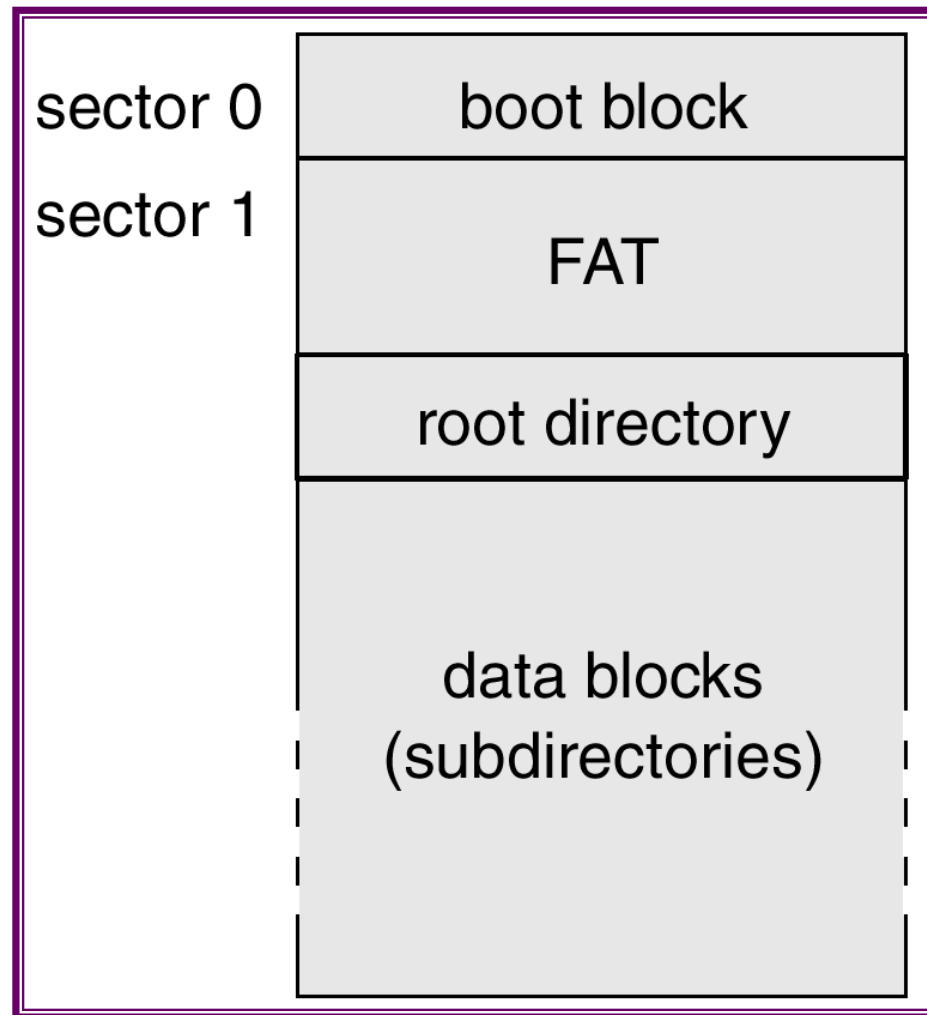
Izbor Algoritma za Disk Raspoređivanje

- **SSTF je najbolji na prvi pogled**
- **SCAN i C-SCAN su bolji**
 - ☞ za sisteme
 - ☞ koji smeštaju velike količine podataka na disk.
- **Performanse zavise od broja i tipa zahteva**
- **Na zahteve za opsluživanje diska se može uticati preko metoda alokacije datoteka (allocation method).**
- **Algoritmi za raspoređivanje po disku**
 - ☞ trebaju biti napisani kao odvojeni moduli operativnog sistema,
 - ☞ dozvoljavaju da budu zamenjeni sa drugim algoritmima ako je to neophodno.
- **SSTF i LOOK su dobar izbor**
 - ☞ za default algoritam

Upravljanje Diskovima

- **Formatiranje niskog nivoa (low-level formatting) , ili fizičko formatiranje (physical formatting)**
 - ☞ Deljenje diska u sektore
 - ☞ da bi disk kontroler
 - ☞ mogao da čita i upisuje
- **Korišćenje diska za čuvanje datoteka:**
 - ☞ Operativni sistem mora da snimi
 - ☞ sopstvene strukture podataka na disk
 - 📄 1. **Deljenje diska na jednu ili više grupa cilindara**
 - 📄 2. **logičko formatiranje ili pravljenje sistemskih datoteka**
- **Boot block podiže sistem (start a booting)**
 - ☞ Bootstrap program je smešten u ROM memoriji
 - ☞ Bootstrap loader program
- **Metode kao što je sector sparing**
 - ☞ se koriste
 - ☞ da bi se otklonili loši blokovi (bad blocks).

MS-DOS Disk Šema (FAT)



Upravljanje Swap Prostorom

■ Swap-prostor, Virtuelna memorija

- ☞ koristi prostor diska
- ☞ kao nastavak glavne memorije

■ Swap-prostor može biti

- ☞ izdvojen od normalnog fajl sistema,
- ☞ može biti u **zasebnoj particiji diska**

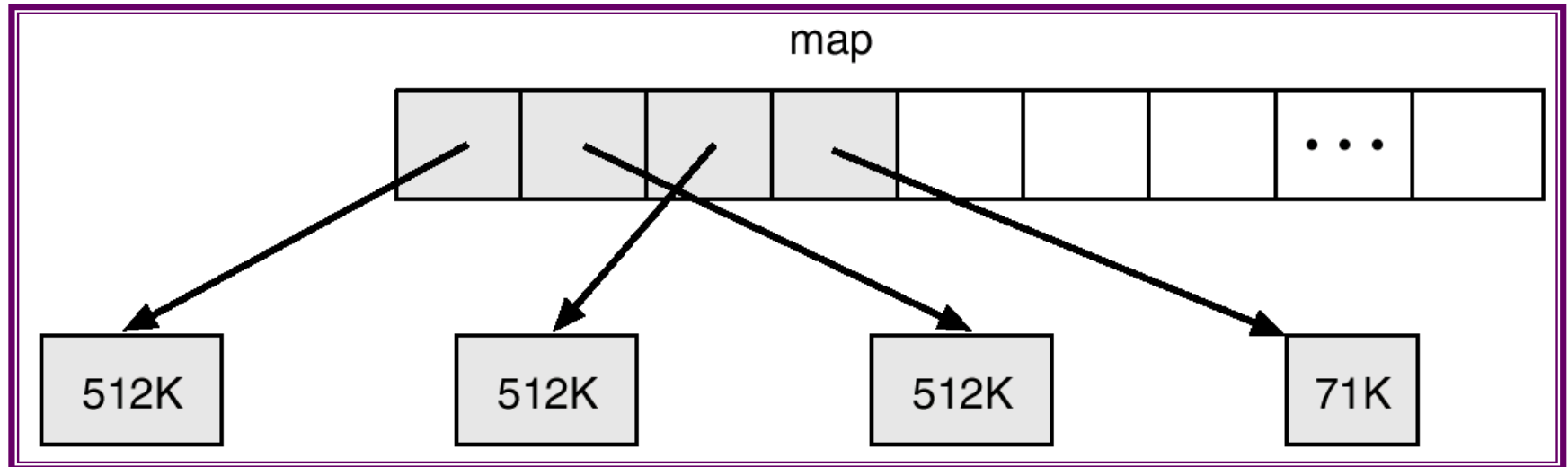
■ Upravljanje swap-prostorom

- ☞ 4.3BSD dodeljuje swap prostor
 - 📄 kada se započne proces;
 - 📄 zadržava **segmente teksta (program)** i **segmente podataka**
- ☞ Kernel koristi **swap mape** to da bi vodio evidenciju o korišćenju swap prostora

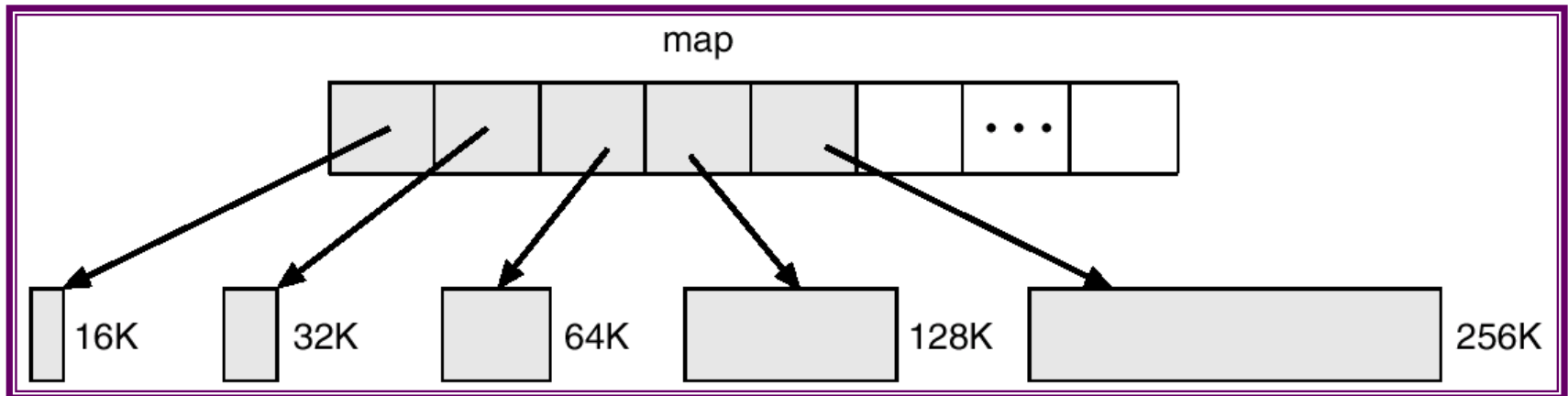
■ Solaris 2 dodeljuje swap prostor

- 📄 samo kada se strana izbacila iz fizičke memorije,
- 📄 a ne kada je strana prvi put kreirana u virtuelnoj memoriji

4.3 BSD **Text**-Segment Swap Mapa

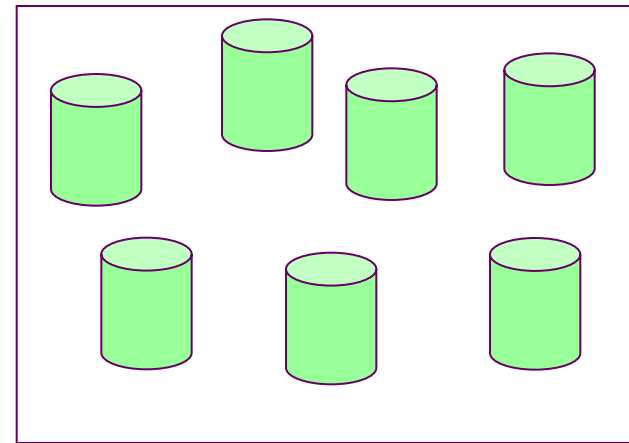
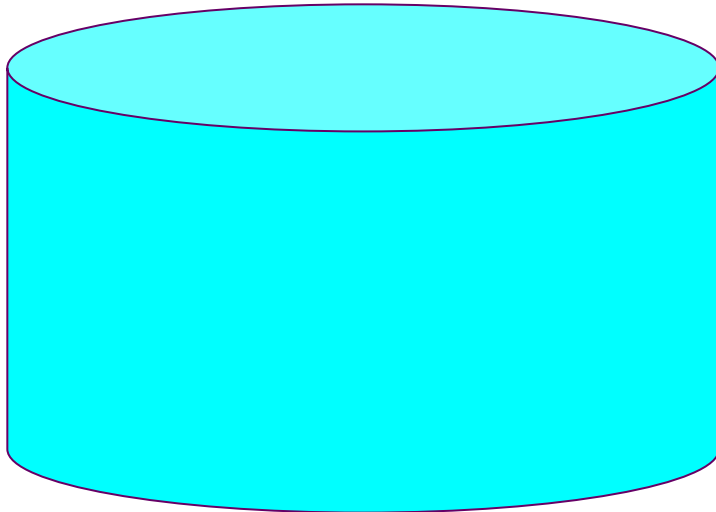


4.3 BSD Data-Segment Swap Mapa



RAID

- Na početku
- N diskova = kao jedan veliki disk



- Ali...Bez velikih, previše skupih diskova

RAID

- 📄 ogroman kapacitet
- 📄 veoma visoke performanse
- 📄 veoma visoka pouzdanost

RAID Struktura

■ RAID

■ 1. Povećanje performansi

- ☞ paralelizam operacija diska za velike zahteve
 - 📄 više diskova radi paralelno za jedan zahtev
- ☞ konkurentni rad istovremeno za manje zahteve
 - 📄 više zahteva na različitim diskovima

■ 2. Povećanje pouzdanosti

- ☞ RAID obezbeđuju pouzdanost preko redundanse
- ☞ Dve osnovne šeme su:
 - 📄 **tehnika ogledala** (mirroring)
 - 📄 **Informacije o parnosti** (parity information)

■ 3. RAID je realizovan u 7 različitih nivoa

RAID (Nastavak)

- **Nekoliko poboljšanja**

- ☞ obuhvata korišćenje više diskova
- ☞ koji rade kooperativno

- **Disk striping** koristi grupu diskova kao jednu jedinicu

- **RAID šeme**

- **poboljšavaju performanse**

- **poboljšavaju pouzdanost sistema za smeštanje**

- **čuvanjem redundantnih podataka**

- ☞ **Ogledala** (mirroring) ili **senčenje** (shadowing) čuvaju duplikate svakog diska

- ☞ **Parnost** mnogo manje troši redundanse

Konvencionalno Postavljanje Podataka naspram Stripinga

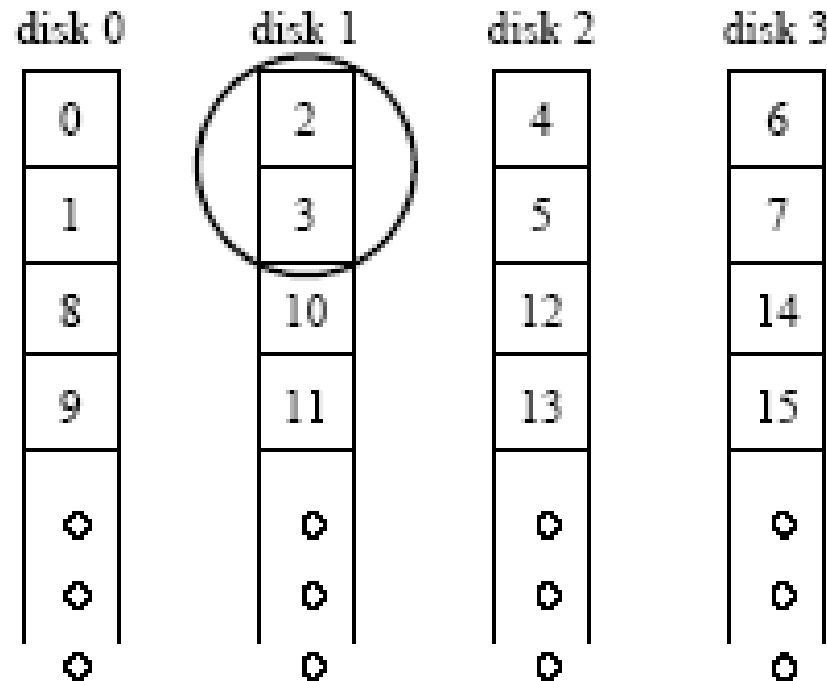
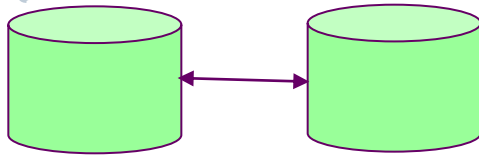


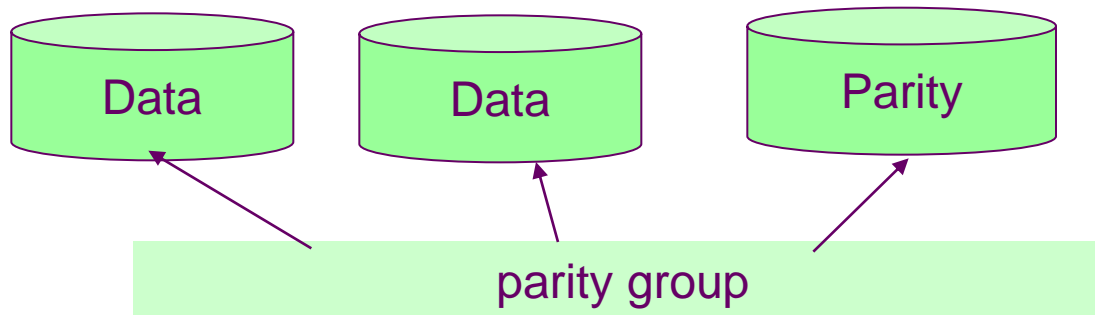
Figure 1: Definition of a Striping Unit. This figure shows the mapping of logical data to the disks for a striping unit of two sectors. The numbers in the figure are logical sectors; the circled two sectors constitute one stripe unit.

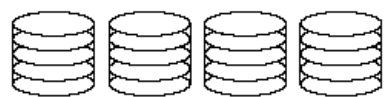
Mirroring vs Parity

■ Mirroring

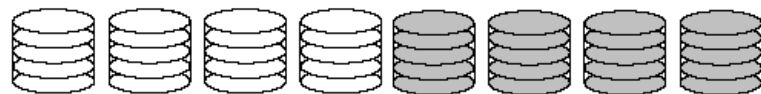


■ Parity

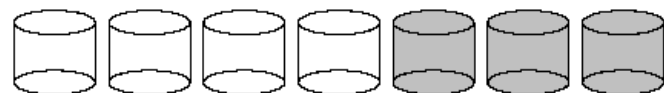




Non-Redundant (RAID Level 0)



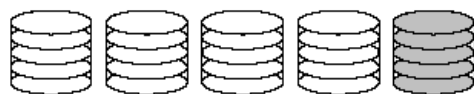
Mirrored (RAID Level 1)



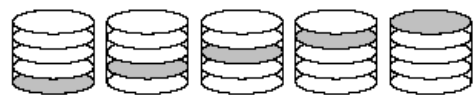
Memory-Style ECC (RAID Level 2)



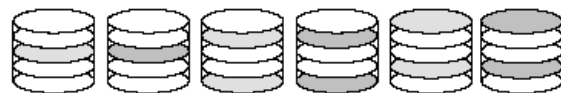
Bit-Interleaved Parity (RAID Level 3)



Block-Interleaved Parity (RAID Level 4)



Block-Interleaved Distributed-Parity (RAID Level 5)



P+Q Redundancy (RAID Level 6)

Figure 3: RAID Levels 0 Through 6. All RAID levels are illustrated at a user capacity of four disks. Disks with multiple platters indicate block-level striping while disks without multiple platters indicate bit-level striping. The shaded platters represent redundant information.



(a) RAID 0: non-redundant striping



(b) RAID 1: mirrored disks



(c) RAID 2: memory-style error-correcting codes



(d) RAID 3: bit-interleaved Parity



(e) RAID 4: block-interleaved parity



(f) RAID 5: block-Interleaved distributed parity



(g) RAID 6: P + Q redundancy

Bez Redundanse (RAID Nivo 0)

- niska cena svake RAID organizacije
- uopšte ne koristi redundansu
- **Najbolje write performanse**
 - ☞ pošto uopšte ne mora da obnavlja(update) informacije o redundansi.
- **Neočekivano, nema najbolje read performanse.**
 - ☞ Šeme redundansi koje dupliciraju podatke, kao što su mirroring, mogu bolje da izvode učitavanja(reads) preko
 - ☞ selektivnog raspoređivanja zahteva na disku sa najkraćim očekivanim vremenom pozicioniranja i rotacionih kašnjenja
- Bez redundanse, svaki pojedini disk failure će rezultovati gubitkom podataka.
- **RAID-0 se koriste:**
 - ☞ kod superkompjutera
 - ☞ koji su više nego pouzdani
 - ☞ gde su performanse i kapacitet
 - ☞ osnovni zahtev

Optimal Stripe Unit- RAID-0

- RAID-0
- Stripe unit- minimalna jedinica podataka=

$$\sqrt{\frac{PX(L-1)Z}{N}}$$

- Gde je:
 - ☞ P prosečno vreme pozicioniranja
 - ☞ X prosečna brzina transfera
 - ☞ L (concurrency)
 - ☞ Z veličina zahteva
 - ☞ N veličina reda na disku
- **MTTF(RAID-0) = MTTF(disk) / N**

Mirrored - Ogledalo (RAID Level 1)

- Koristi duplo
- više diskova nego
- disk redovi bez redundanse
- svaki upis povlači 2 upisa
- najsporiji za upis (duplo =100%), ali ne uvek
- Kada se podatak čita,
 - ☞ može biti pročitano sa diska
 - ☞ sa kraćim pravljenjem redovima, vremenom pozicioniranja i rotacionim kašnjenjem
- Ako disk otkaže, druga kopija se koristi za opsluženje zahteva
- Mirroring se često koristi za baze podataka
 - ☞ gde su raspoloživost i stopa transakcije
 - ☞ mnogo važnije od efikasnosti skladištenja

Stil Memorije ECC (RAID Level 2)

- Memorijski sistemi imaju predviđen oporavak
- izgubljenih komponenti
- sa mnogo manje štete od mirroring-a korišćenjem Hamming kodova.

- **Hamming kodovi**
 - ☞ sadrže parnost
 - ☞ za različita prekoračenja sadržaja komponenti.

- U jednoj verziji ove šeme,
 - ☞ 4 diska podataka zahtevaju 3 pridodata diska,
 - ☞ jedan manje od mirroring-a.

- Pošto je broj pridodatih diskova
 - ☞ proporcionalan logaritmu ukupnog broja diskova u sistemu,
 - ☞ efikasnost smeštanja se uvećava kada se uveća broj diskova podataka.

Stil Memorije ECC (RAID Level 2)

- Ako se jedna komponenta otkáže,
- nekoliko komponenata parnosti će imati netačne vrednosti,
- i
- izgubljena komponenta
 - ☞ važi kao zajednička za svaki netačan sadržaj.
- Izgubljen informacija se vraća
 - ☞ Čitanjem drugih komponenti iz sadržaja,
 - ☞ uključujući i komponentu parnosti,
 - ☞ i setovanje bita koji nedostaje na 0 ili 1
 - ☞ da bi se dobila odgovarajuća parnost za taj sadržaj.
- Prema tome,
- višestruki pridodati diskovi su za identifikaciju greške,
- ali
- samo jedan potreban za povratak izgubljene informacije.

Bit-Isprepletana Parnost (RAID Level 3) Bit-Interleaved Parity

- **Može da poboljša memory-style ECC raspored diskova**
- **zato što,**
 - ☞ **za razliku od otkaza memorijskih komponenti,**
 - ☞ **disk kontroleri mogu lako da otkriju**
 - ☞ **koji disk je otkazao**
- **Prema tome,**
 - ☞ **može da koristi samo jedan disk parnosti**
 - ☞ **pre nego set diskova parnosti**
 - ☞ **da bi povratio izgubljenu informaciju**
- **Stripe unit (minimalna jedinica podataka) < 512 bajtova (1 bajt ili 1 bit)**
 - ☞ **Svako čitanje zahteva pristup svim diskovima podataka**
 - ☞ **svaki zahtev za upis pristupa svim diskovima podataka i diskovima parnosti.**
- **Prema tome samo jedan zahtev može biti opslužen u datom trenutku**

Bit-Isprepletana Parnost (RAID Level 3) Bit-Interleaved Parity

- **Zato što disk parnosti sadrži samo parnost bez podataka,**
 - ☞ **disk parnosti ne može učestvovati u čitanju,**
 - ☞ što dovodi do nešto **slabijih performansi čitanja**
 - ☞ od
 - ☞ **redudansnih šema**
 - 📄 koje distribuiraju parnost i podatke preko celog diska (RAID5).
- **RAID-3**
- **se često koristi kod aplikacija**
- **koje zahtevaju**
 - ☞ **veliku brzinu disk transfera** (bandwidth)
 - ☞ **a ne velike I/O brzine**

Block-Isprepletana Parnost (RAID Level 4) Block-Interleaved Parity

- **N diskova podataka + 1 disk parnosti**
- Sličan RAID3, ali striping unit = N disk blokova.
- **Zahtevi za čitanje**
 - ☞ su manji od minimalne jedinice podataka (striping unit)
 - ☞ pristupaju
 - ☞ samo jednom disku podataka
- **Zahtevi za upis**
 - ☞ mora da ažurira blokove podataka za zahteve
 - ☞ takođe mora da proračuna i ažurira blokove parnosti
- **Zato što RAID4, ima samo jedan disk parnosti,**
 - ☞ koji mora da se ažurira na svakoj upisnoj operaciji,
 - ☞ disk parnosti može lako da postane **usko grlo**.
- **Zbog ovog ograničenja,**
 - ☞ RAID-5, **block-interleaved distributed-parity**
 - ☞ **je u opštem slučaju bolji od RAID-4, block-interleaved parity**

Block-Interleaved Parity (RAID Level 4)

■ Za velike upise

- ☞ koji dodiruju blokove na celom disku,
- ☞ parnost se lako proračunava
- ☞ preko ekskluzivne OR ili funkcije novog podatka za svaki disk.

■ Za male zahteve upisa

- ☞ koji ažuriraju samo jedan disk podataka
- ☞ parnost se izračunava
- ☞ beleženjem
- ☞ kako se novi podatak razlikuje od starog i
- ☞ stavlja ove razlike u blok parnosti

■ Mali upisni zahtevi zahtevaju 4 disk I/O-a:

- ☞ jedan za upis novog podatka
- ☞ dva za čitanje starog podatka i stare parnosti da bi proračunao novu parnost
- ☞ jedan za upis nove parnosti
- ☞ Ovo upućuje ka čitaj-promeni-upiši (**read-modify-write**) proceduri.

Block-Interleaved Distributed-Parity (RAID Level 5)

- **Distribuirani disk parnosti eliminiše usko grlo parnosti**
- **Podaci su na svim diskovima**
- **Bitovi parnosti na svim diskovima**
- **svi diskovi su jednako opterećeni pri operacijama čitanja**
- **RAID 5 je najbolji za:**
 - ☞ mala čitanja
 - ☞ velika čitanja
 - ☞ performanse velikih upisa bilo kog pridodatog reda diska
- **Mali zahtevi upisa su i dalje neefikasni**
 - ☞ u poređenju sa šemama kao što je mirroring,
 - ☞ zbog potrebe za izvođenjem read-modify-write operacija
 - ☞ za ažuriranje parnosti
- **Ova slabost u performansama**
 - ☞ RAID level 5 disk redova
 - ☞ je bila tema intenzivnih ispitivanja.

0	1	2	3	P0
5	6	7	P1	4
10	11	P2	8	9
15	P3	12	13	14
P4	16	17	18	19

(Left-Symmetric)

Figure 4: RAID level 5 Left-Symmetric Parity Placement. Each square corresponds to a stripe unit. Each column of squares corresponds to a disk. P0 computes the parity over stripe units 0, 1, 2 and 3; P1 computes parity over stripe units 4, 5, 6 and 7; etc. Lee [Lee91b] shows that the left-symmetric parity distribution has the best performance. Only the minimum repeating pattern is shown.

RAID-5

■ stripe jedinica=

☞ $0.5K+1/4 * \text{prosečno vreme pozicioniranja} * \text{brzine prenosa podataka} * (\text{konkurentnost}-1)$

■ stripe jedinica=

☞ $0.5 * \text{prosečno vreme pozicioniranja} * \text{brzina prenosa podataka}$

■ $\text{MTTF(RAID-5)} = \text{MMTF}^2(\text{disk}) / \text{MTTR}(\text{disk}) \times N \times (G-1)$

☞ N - ukupan broj diskova

☞ G – grupa parnosti

■ $\text{MTTF(RAID-1)} = \text{MMTF}^2(\text{disk}) / 2 \times \text{MMTR}(\text{disk})$

☞ N = 2

☞ G = 2

RAID5 Problem Performansi Malih Upisa

- **Logovanje parnosti (Parity Log)**
- **RAID keširanje**

P+Q Redundansa (RAID Level 6)

■ Parnost

- ☞ je kod redundanse
- ☞ sposoban za ispravku bilo koje greške

■ Kod velikih RAID sistema se uzimaju u obzir,

- ☞ mogućnost višestrukih grešaka
- ☞ tu su potrebni jači kodovi

■ Prema tome, aplikacije sa strožijim zahtevima

- ☞ zahtevaju

■ jače kodove za ispravljanje grešaka.

■ Jedna takva šema, nazvana P+Q redundansa

■ koristi Reed-Solomon kodove

- ☞ za zaštitu
- ☞ od dva otkaza diska
- ☞ korišćenjem
- ☞ neophodan **minimum od dva pridodata diska**

P+Q Redundancy (RAID Level 6)

■ P+Q RAID su

- ☞ po strukturi veoma slični
- ☞ RAID sa block-interleaved distributed parnosti
- ☞ rade na sličan način

■ U suštini, P+Q RAID takođe

- ☞ izvode male operacije upisa
- ☞ koristeći **read-modify-write** proceduru,
- ☞ očekivano je da umesto 4 pristupa disku za upis,
- ☞ **P+Q RAID zahtevaju 6 pristupa disku**
- ☞ usled
- ☞ potrebe za ažuriranjem obe 'P' i 'Q' informacije

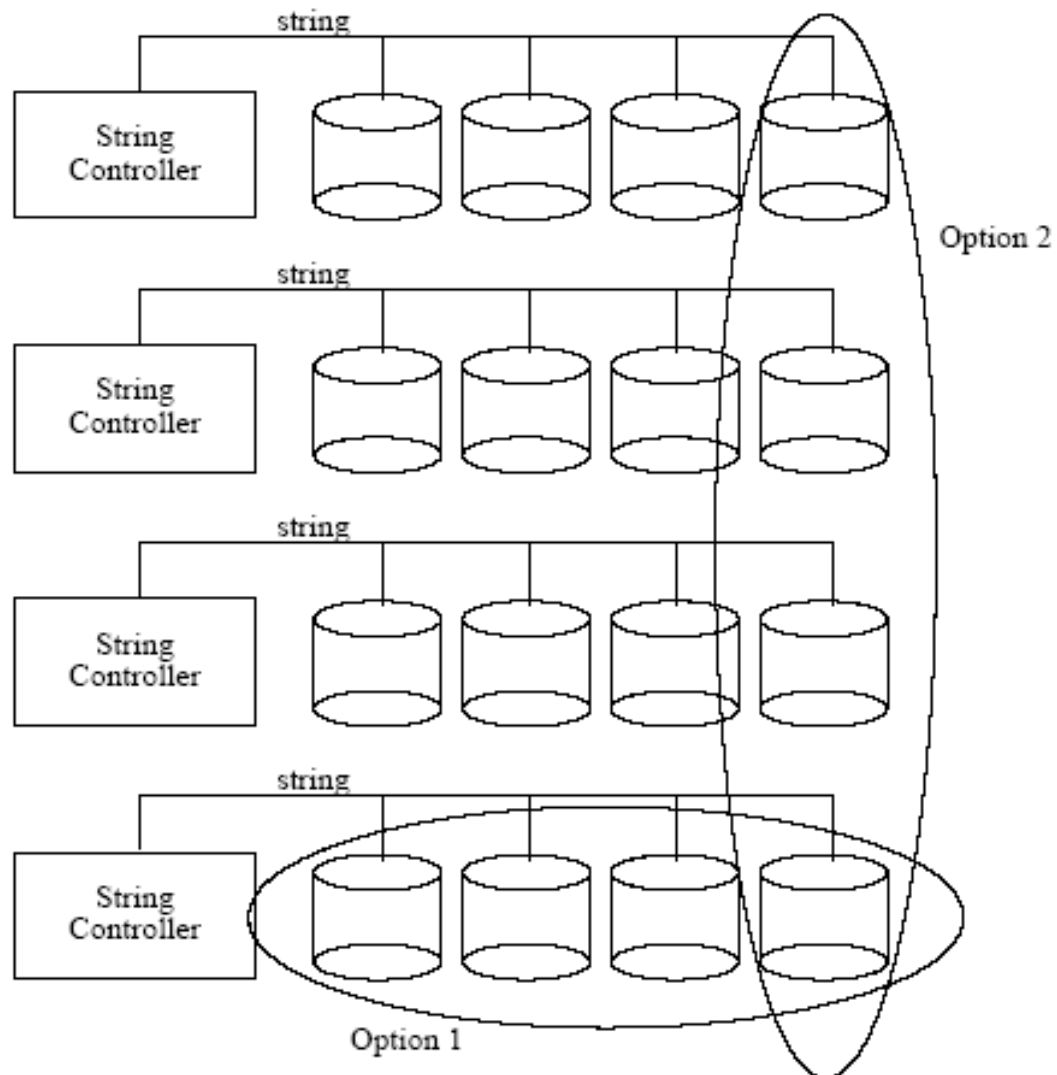
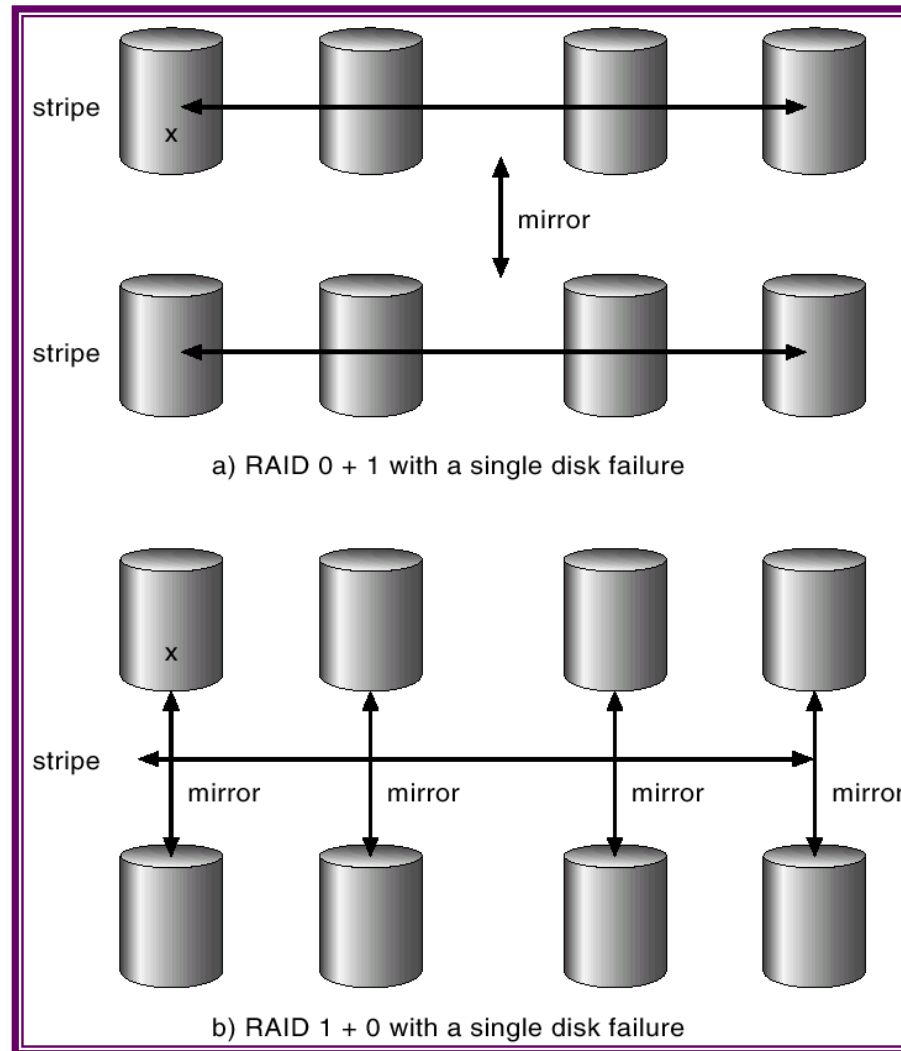


Figure 7: Orthogonal RAID. This figure presents two options of how to organize error-correction groups in the presence of shared resources, such as a string controller. Option 1 groups four disks on the same string into an error-correction group; Option 2 groups one disk from each string into a group. Option 2 is preferred over Option 1 because the failure of a string controller will only render one disk from each group inaccessible.

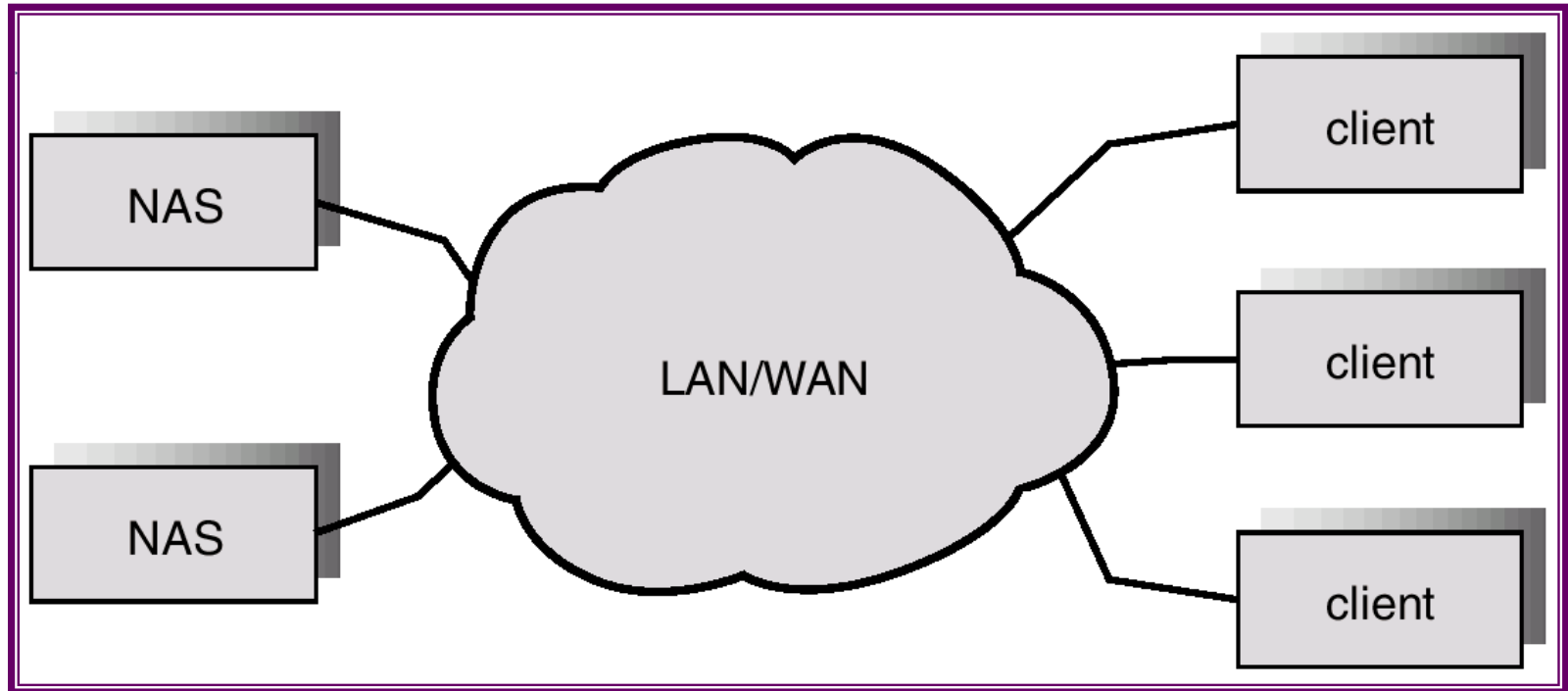
RAID (0 + 1) and (1 + 0)



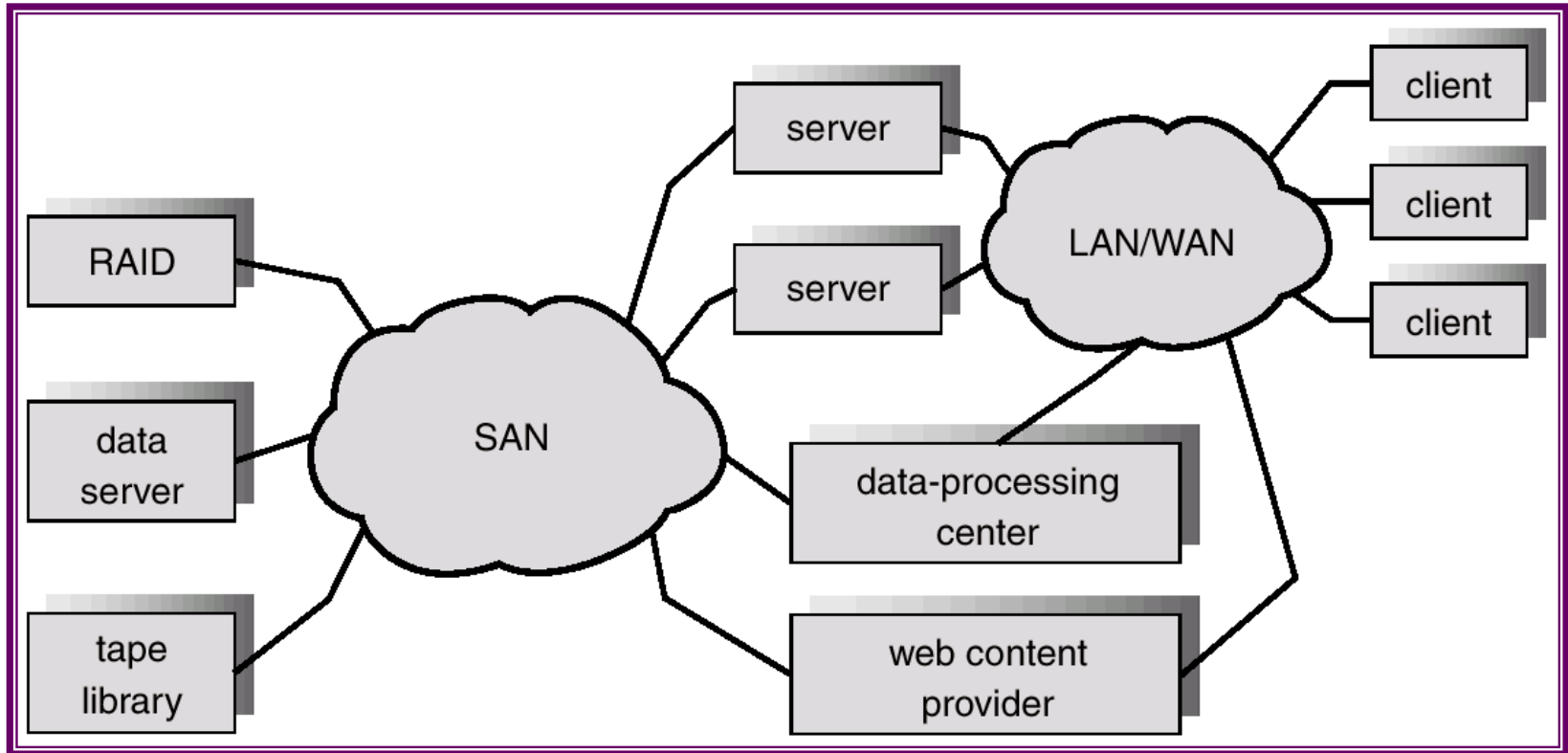
Priključivanje Diskova

- Disk može da se priključi na dva načina:
 1. **Host attached** (server) preko I/O porta
 2. **Network attached** (mrežni) preko mrežne konekcije

Mrežni Način Priklučivanja



Storage-Area Network



Realizacija Stabilnih Sistema

- **Upis-ispred logaritamske šeme zahteva stabilni sistem**
- **Da bi se realizovao stabilni sistem potrebna je:**
 - ☞ **kopija informacije**
 - 📄 o više nepromenljivih mediuma
 - 📄 sa nezavisnim modovima otkaza
 - ☞ **Informacija o ažuriranju**
 - 📄 da bi se kontrolisano obezbedilo
 - 📄 da možemo da povratimo
 - 📄 stabilni podatak
 - 📄 posle bilo kog otkaza za vreme transfera podataka

Tercijalna memorija

- Osnovne karakteristike tercijalne memorije je niska cena
- Generalno, tercijalna memorija je napravljena
 - ☞ korišćenjem
 - ☞ izmenljivih mediuma
- Opšti primeri izmenljivih mediuma su
 - ☞ floppy diskovi
 - ☞ CD-ROM-ovi; DVD-ovi
 - ☞ i neki drugi tipovi

Izmenljivi Diskovi

■ Floppy disk —

- ☞ **tanak fleksibilan disk obložen sa magnetnim materijalom,**
- ☞ **upakovan u plastični omot.**

- ☞ **Većina je kapaciteta oko 1 MB**

- ☞ **slična tehnologija se koristi kod izmenjivih diskova**
 - 📄 **čiji je kapacitet veći od 1 GB.**
- ☞ **Izmenljivi magnetni diskovi mogu biti**
 - 📄 **približne brzine kao hard diskovi,**
 - 📄 **ali se lakše oštećuju**

Izmenljivi Diskovi (Nastavak)

■ Magnetno-optički diskovi

- ☞ upisuju podatke
- ☞ na čvrst disk
- ☞ obložen magnetnim materialom.

■ Korišćenjem toplote lasera na disk se

- ☞ upisuju podaci

■ Laser se takođe koristi za čitanje podataka.

■ Magneto-optička glava

- ☞ datoteke su mnogo udaljenije
- ☞ od površine diska
- ☞ nego kod glave magnetnog diska, i
- ☞ magnetni materijal je prekriven zaštitnim (plastičnim ili staklenim) slojem.

■ Optički diskovi ne koriste magnetizam;

- ☞ oni koriste specijalne materijale
- ☞ koji se menjaju laserskim svetlom.

WORM Diskovi

- **Podaci na R/W diskovima**
 - ☞ mogu da se menjaju iznova i iznova.
- **WORM (“Upiši jednom čitaj mnogo puta”) diskovi**
 - ☞ Podaci mogu samo jednom da se upišu.
- **Tanki aluminijumski film smešten**
 - ☞ između dva staklena
 - ☞ ili plastična diska.
- **Za upis bita,**
 - ☞ uređaj koristi lasersku svetlost
 - ☞ za utiskivanje male rupe u aluminumu;
 - ☞ Informacije mogu biti uništene ako se neprepravljaju
- **Veoma su izdržljivi i pouzdani.**
- **Read Only diskovi, kao što su CD-ROM i DVD,**
 - ☞ Dolaze iz fabrike
 - ☞ sa podacima koji su već upisani.

Trake

- **U poređenju sa diskom,**
 - ☞ trake su jeftinije i
 - ☞ čuvaju više podataka,
 - ☞ ali nasumičan pristup je mnogo sporiji.
- **Traka je ekonomičan medium**
 - ☞ pod pretpostavkom da se ne zahteva brz nasumičan pristup,
 - ☞ npr., backup disk podataka,
 - ☞ smešta velike količine podataka.
- **Instalacija velikih traka**
 - ☞ obično koristi robotiske menjače traka
 - ☞ koji pomeraju trake između uređaja i
 - ☞ smeštaju slotove u biblioteku.
 - ☞ stacker – biblioteka koja čuva nekoliko traka
 - ☞ silo – Biblioteka koja čuva na hiljade traka
- **datoteka koja se nalazi na disku može biti arhivirana na traci po niskoj ceni smeštanja; kompjuter može ponovo da ih vrati na disk za aktivnu upotrebu**

Problemi Operativnog Sistema

■ Osnovni zadaci Operativnog Sistema

- ☞ su da upravlja fizičkim uređajima i
- ☞ da predstavi abstrakciju virtuelne mašine
- ☞ Aplikacijama

■ Za hard disk, OS sprovodi dve apstrakcije:

- ☞ Sirov uređaj –
 - 📄 niz blokova podataka.
- ☞ Sistem fajlovi –
 - 📄 Redovi čekanja OS i uređenja
 - 📄 ispreplitanje zahteva nekoliko aplikacija.

Aplikacioni Inteffejs

- **Većina OS-a rukovodi izmenljivim diskovima skoro isto kao sa fiksnim diskovima**
 - ☞ novi kertridž je formatiran
 - ☞ i prazan fajl sistem generisan na disku
- **Trake se predstavljaju kao sirov medium**
 - ☞ aplikacija ne otvara fajl na traci
 - ☞ već otvara ceo uređaj kao sirov uređaj
- **Obično je uređaj za traku rezervisan samo za tu aplikaciju.**
 - ☞ Pošto OS ne sprovodi file sistem servis,
 - ☞ aplikacija mora da odluči kako da koristi niz blokova.
- **Pošto svaka aplikacija**
 - ☞ stvara sopstvena pravila
 - ☞ kako da organizuje traku,
 - ☞ traka puna podataka
 - ☞ generalno može biti korišćena samo
 - ☞ od strane programa koji je napravio te podatke

Tape Drives

- **Osnovne operacije uređaja za traku**
 - ☞ se razlikuju od
 - ☞ onih na disk uređaju.
- **lociranje**
 - ☞ pozicionira traku određen logički blok,
 - ☞ (odgovara pozicioniranju kod diska).
- **operacija čitanja pozicije**
 - ☞ vraća broj logičkog bloka gde se nalazi glava
- **space operacija**
 - ☞ omogućuje relativno kretanje
- **Uređaji za trake su “append-only” uređaji;**
 - ☞ ažuriranje blokova u sredini
 - ☞ briše sve iza tog bloka
- **EOT znak se postavlja nakon bloka koji je upisan**

Imenovanje Fajlova

- **Imenovanje fajlova na izmenljivim diskovima**
 - ☞ je naročito teško
 - ☞ kada želimo da upišemo podatak na promenljivi kertridž
 - ☞ na jednom kompjuteru,
 - ☞ i
 - ☞ kasnije koristimo taj kertridž na drugom kompjuteru
- **Savremeni OS-i generalno**
 - ☞ ostavljaju problem imenovanja nerešen za izmenljive mediume,
 - ☞ i
 - ☞ u zavisnosti od aplikacije i korisnika
 - ☞ shvata kako da pristupi i interpretira podatke
- **Neke vrste izmenljivih mediuma (npr. CD-ovi)**
 - ☞ su tako dobro standardizovani
 - ☞ tako da ih svi kompjuteri
 - ☞ koriste na isti način

Upravljanje Hierarhijom Skladištenja(HSM)

■ Hierarhijski sistem memorije

- ☞ nastavlja
- ☞ memorijsku hijerarhiju
- ☞ iza primarne i sekundarne memorije
- ☞ za objedinjavanje tercijalne memorije —
- ☞ obično je implementirana kao jukebox traka ili izmenljivih diskova.

■ obično objedinjuje tercijalnu memoriju proširivanjem sistema fajlova sa

- ☞ Malim i često korišćenim fajlovima koji su ostali na disku.
- ☞ Velikim, starim, ne aktivnim fajlovima koji su arhivirani u jukebox-u.

■ HSM se obično nalazi

- ☞ u centrima sa superkompjuterima i
- ☞ drugim velikim ustanovama
- ☞ koje poseduju ogromnu količinu podataka.

Brzina

■ Dva aspekta brzine tercijalne memorije su

- ☞ Brzina disk transfera (bandwidth)

- ☞ and

- ☞ latentnost.

■ Brzina disk transfera je izražena brojem bajtova po sekundi.

- ☞ Podržana brzina disk transfera –

- 📄 Prosečna brzina protoka podataka za vreme velikog transfera;

- 📄 # bajtovi/vreme transfera.

- 📄 To je brzina podataka kada tok podataka bukvalno protiče.

- ☞ Efektivna brzina disk transfera –

- 📄 Prosečna za ukupno I/O vreme,

- 📄 uključuje pozicioniranje ili lociranje, i menjanje kertridža.

- 📄 To je stvarna brzina protoka podataka.

Brzina (Nastavak)

- **Latentnost pristupa –predstavlja vreme potrebno da se locira podatak.**

- ☞ **Pristupno vreme za disk –**

- ☞ **Pomera ruku do izabranog cilindra**

- ☞ **i čeka za rotaciono kašnjenje; < 35 milisekundi**

- ☞ **Pristup traci zahteva**

- ☞ **namotavanje kotura trake**

- ☞ **dok izabrani blok ne dođe do glave;**

- ☞ **desetine ili stotine sekundi.**

Brzina (Nastavak)

- **Generalno važi da je**
 - ☞ nasumičan pristup kod trake
 - ☞ oko hiljadu puta sporiji od
 - ☞ nasumičnog pristupa kod diska.

- **Niska cena tercijalne memorije**
 - ☞ daje za rezultat mnogo jeftinih kertridža
 - ☞ koje dele
 - ☞ nekoliko skupih uređaja.

- **Prenosiva biblioteka je najzahvalnija za**
 - ☞ smeštanje podataka koji se ne koriste često,
 - ☞ zato što biblioteka može da zadovolji
 - ☞ relativno male brojeve I/O zahteva po satu.

Pouzdanost

■ Fiksni disk uređaj je

- ☞ pouzdaniji
- ☞ od izmenljivog disk uređaja ili trake.

■ Optički disk je

- ☞ pouzdaniji
- ☞ od magnetnog diska ili trake.

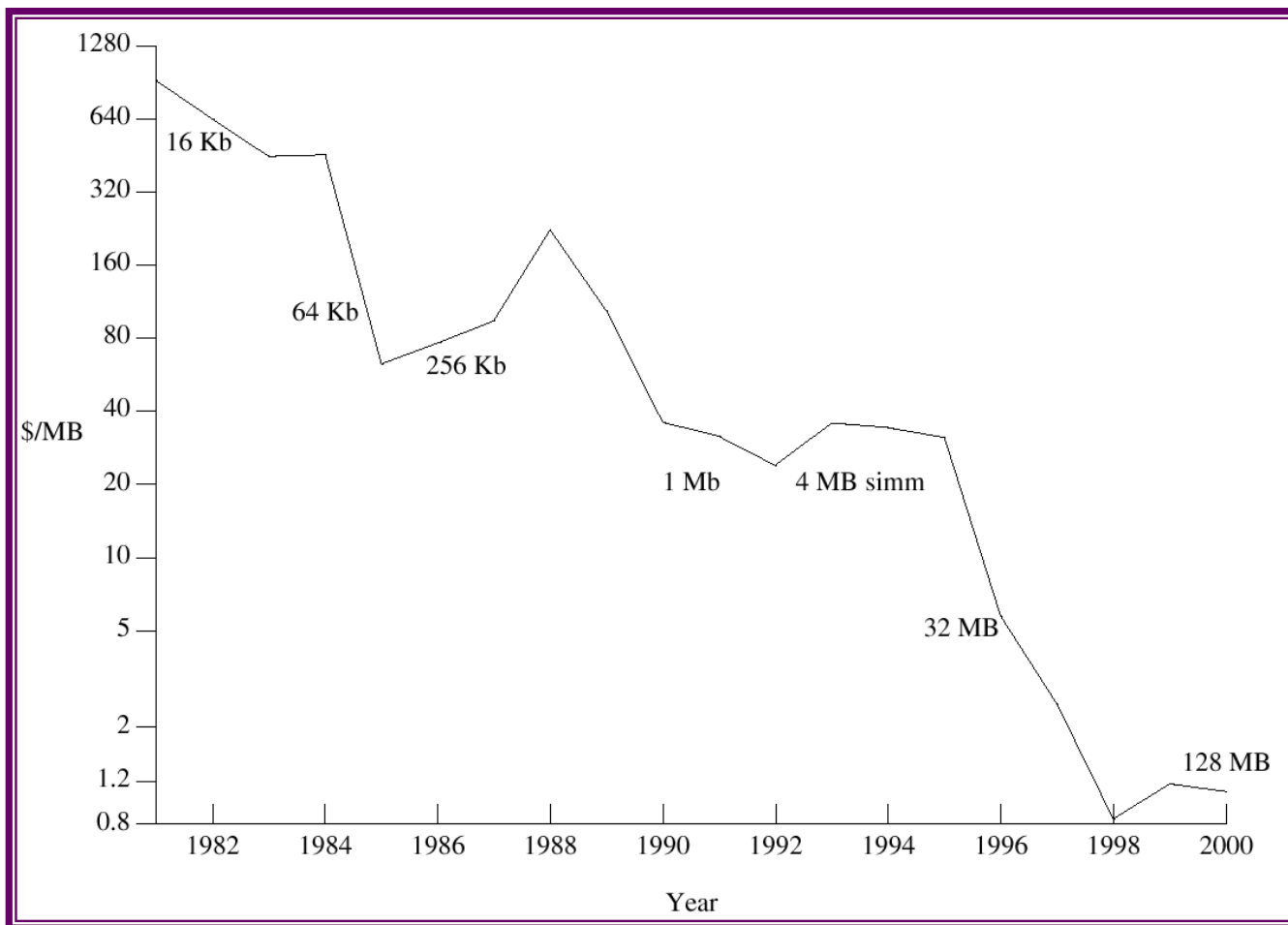
■ Kvar glave

- ☞ kod fiksnih hard diskova uništava sve podatke,
- ☞ dok kod trake ili optičkog uređaja
- ☞ najčešće
- ☞ neoštećuje podatke unutar kertridža.

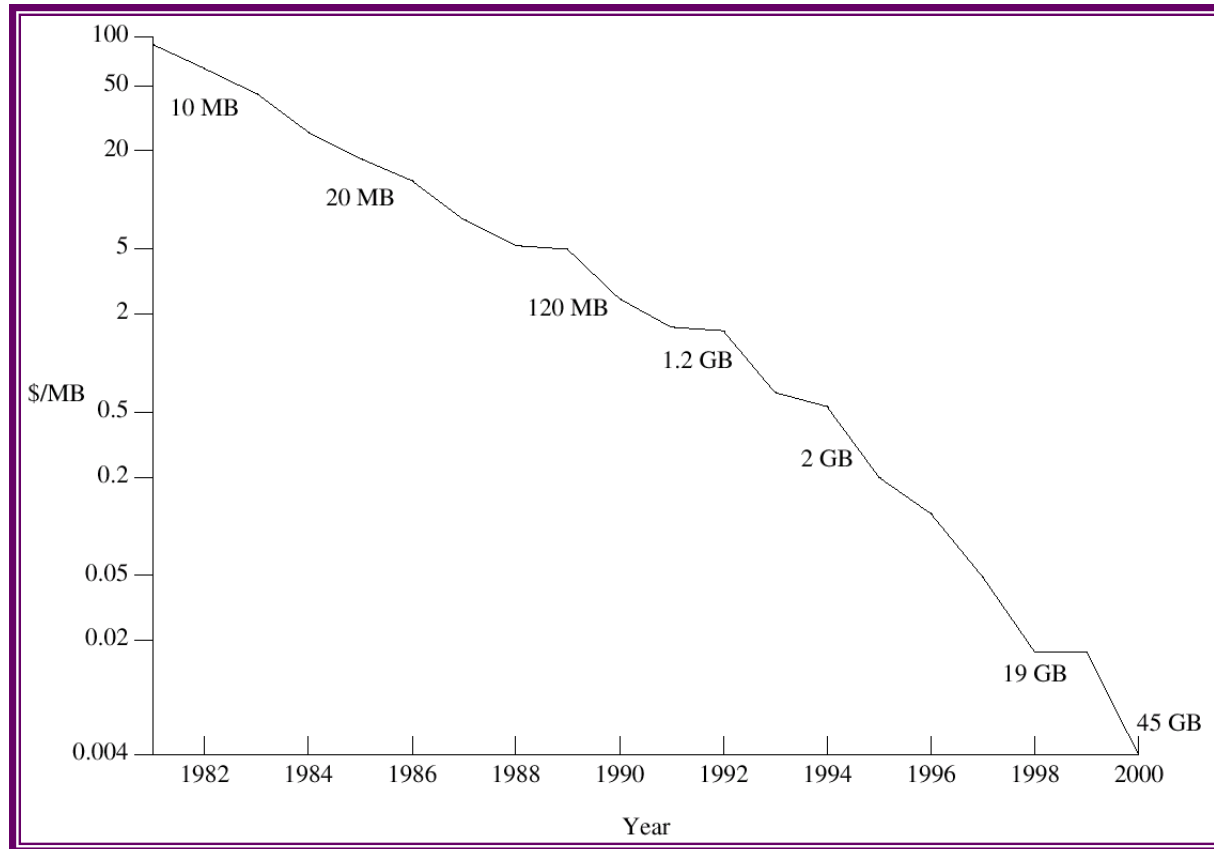
Cena

- **Gavna memorija**
 - ☞ je mnogo skuplja
 - ☞ od sekundarne (disk memorije)
- **cena po megabajtu kod hard diska**
 - ☞ može da se poredi sa
 - ☞ magnetnom trakom
 - ☞ samo kada se koristi jedna traka po uređaju
- **Najjeftiniji uređaji za trake i**
 - ☞ najjeftiniji disk uređaji
 - ☞ godinama imaju iste kapacitete.
- **Tercijalna memorija pruža**
 - ☞ smanjenje troškova
 - ☞ samo kad je broj kertridža srazmerno veći
 - ☞ od broja uređaja

Cena po Megabajtu DRAM, od 1981 do 2000



Cena po Megabajtu Magnetnog Hard Diska, od 1981 do 2000



Cena po Megabajtu Uređaja za Traku, od 1984 do 2000

