

# Operacinės sistemas

N. Sarafinienė  
2013m.



# Kalbėsime

- I/O įrenginius, jų kontrolierius, tvarkykles
- I/O buferius
- Diskų efektyvų funkcionavimą
- Diskų užklausų tvarkymo algoritmus
- RAID technologijas

# I/O įrenginių tipai

- Orientuoti į žmogų
  - Naudojami žmogaus komunikacijose:
    - Spausdintuvai, terminalai, ekranai, klaviatūra, pelė
- Orientuoti į sistemą
  - Naudojami komunikacijose su elektroniniais įrenginiais
    - Diskai, magnetinės juostos, kontrolieriai, davikliai,...
- Orientuoti į tinklines komunikacijas
  - Modemai, faksai,...

# OS ir I/O valdymo problemos

- Multiprogramavimas leidžia procesams laukti I/O veiksmų pabaigos, o tuo tarpu kiti procesai gali būti vykdomi.
- OS turi kontroliuoti visus I/O įrenginius
- OS turi suderinti greičių skirtumus
  - Dauguma I/O įrenginių yra lėti lyginant su pagrindine atmintine
- Siekiama traktuoti visus I/O įrenginius vienodai
  - Slėpti jų I/O detales žemo lygio funkcijose, taip kad aukštesniame lygyje ir procesuose būtų galima į juos kreiptis paprastais veiksmais: read, write, open, close, lock, unlock

# I/O sistema

## ■ I/O valdymo uždaviniai:

- ☐ Generuoti komandas I/O įrenginiams.
- ☐ Perimti ir apdoroti šių įrenginių generuojamus pertraukčių signalus.
- ☐ Apdoroti klaidas.
- ☐ Užtikrinti nuo įrenginių nepriklausomą sąsają tarp šių įrenginių ir likusios sistemos dalies.

# I/O valdymo tikslai

- Siekiama užtikrinti **efektyvų** sistemos funkcionavimą.
  - Aptarnauti įvairių procesų užklausas
  - Pagreitinti duomenų perdavimą
- Siekiama pateikti vartotojui bendrą, **nepriklausančią** nuo įrenginio, sąveikos su įrenginiais mechanizmą
  - vartotojo lygmenyje sąveika su I/O įrenginiais yra daroma nepriklausoma nuo fizinių įrenginio charakteristikų
  - programa neturi būti keičiama, pritaikant ją kiekvienam konkrečiam įrenginiui
  - universalus vardų panaudojimas: loginiai įrenginio vardai: /dev/cdrom; /dev/hd0

# I/O įrenginių skirtumai

- Duomenų perdavimo vienetas
  - Duomenys gali būti perduodami kaip baitų srautas (stream of bytes) , arba blokais
    - Skiriami blokinio ir srautinio tipo įrenginiai.
- Duomenų atvaizdavimo forma
  - Naudojamos tam tikros kodavimo sistemos
- Kontrolės sudėtingumas
- Reakcija į klaidos situacijas

# Greičiai

Gali ryškiai skirtis savo duomenų perdavimo greičiais

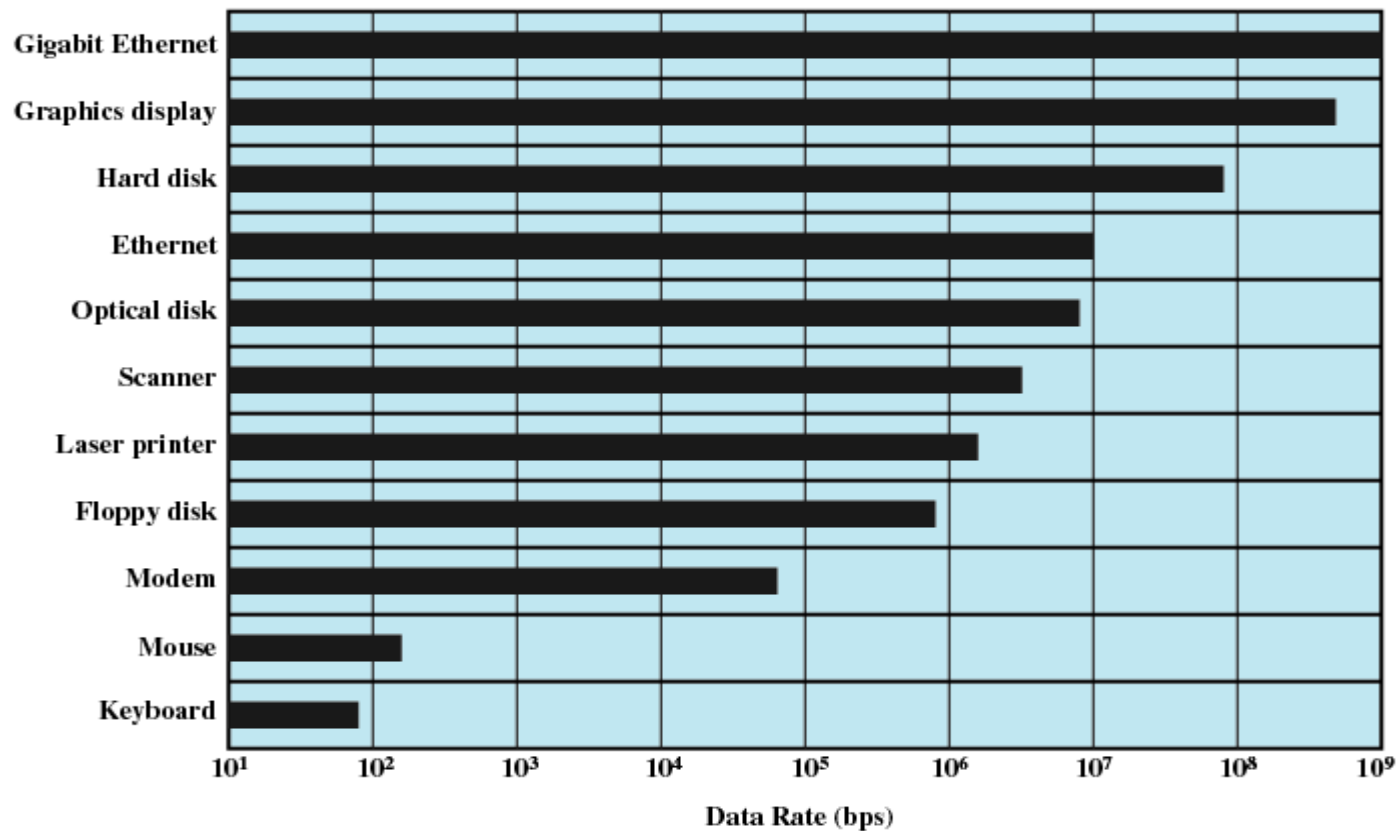
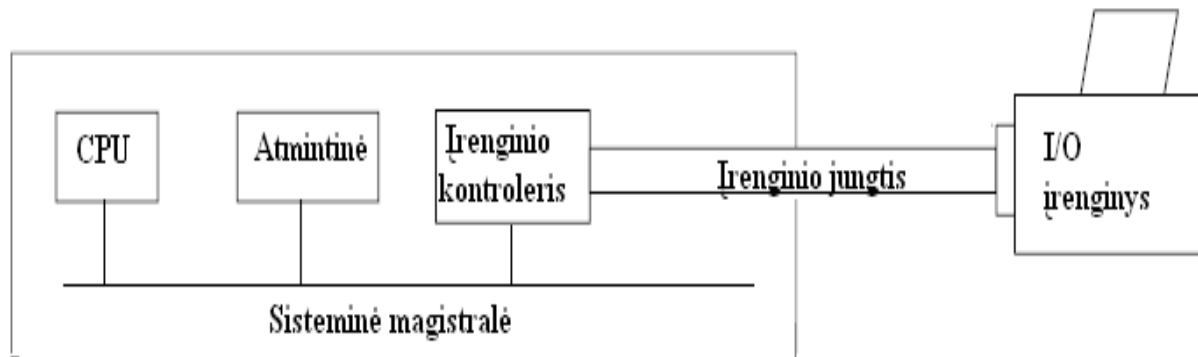


Figure 11.1 Typical I/O Device Data Rates

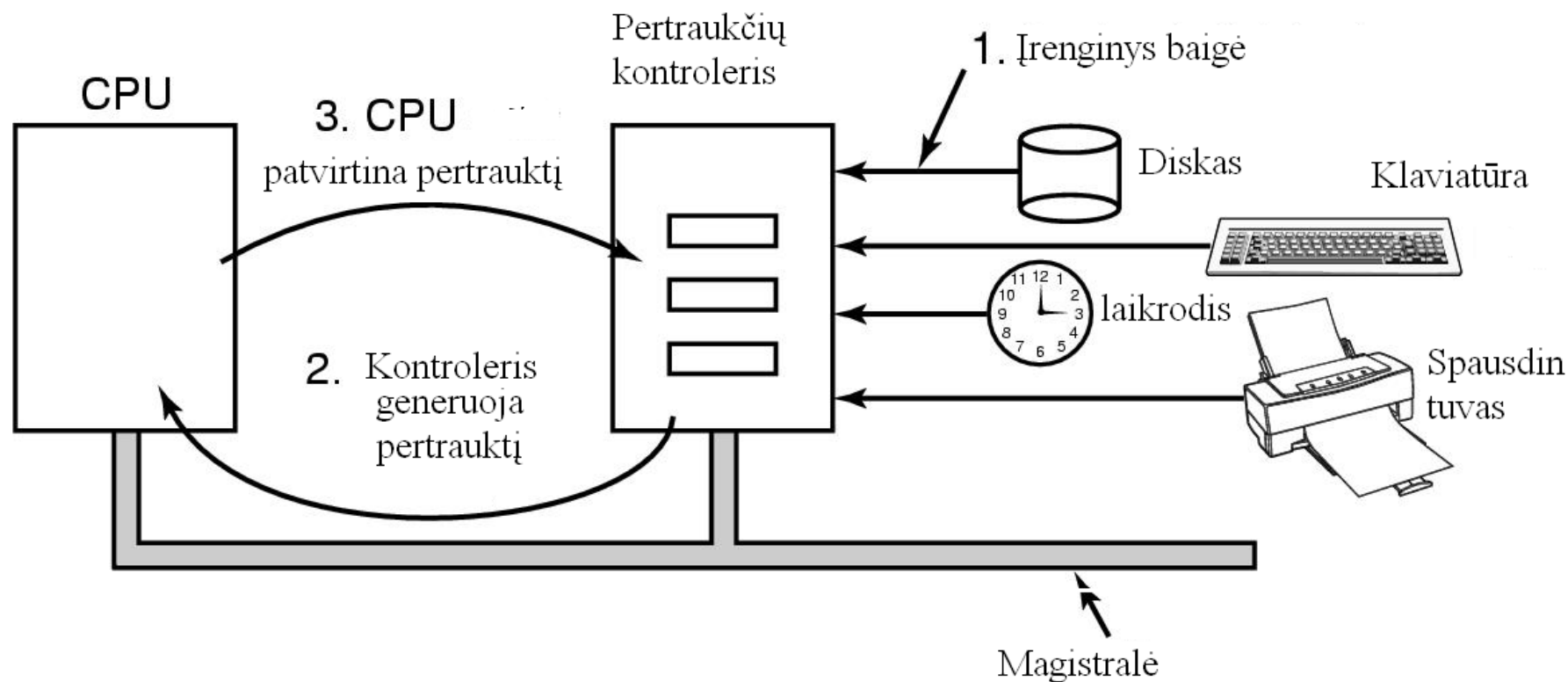


# Įrenginių kontrolieriai

- Tai sąsajos korta arba integruotas modulis, kuris „**kontroliuoja**“ išorinius įrenginius, pavyzdžiui, kieto disko kontrolieris.
- Dažniausiai kontrolieriai turi gana primityvius bendros paskirties **procesorius** bei nedidelį kiekį (kelis kilobaitus) **atminties**, bet būna ir išimčių: kai kurių spausdintuvų kontrolieriai yra pakankamai galingi, kad interpretuotų aukšto lygio grafinio programavimo kalbas.
- Nuo įrenginio kontrolierio duomenys perduodami sisteminė magistrale. I/O adresas – tai pavienis adresas ar adresų grupė duomenų siuntimui /priėmimui į/iš įrenginio kontrolierio



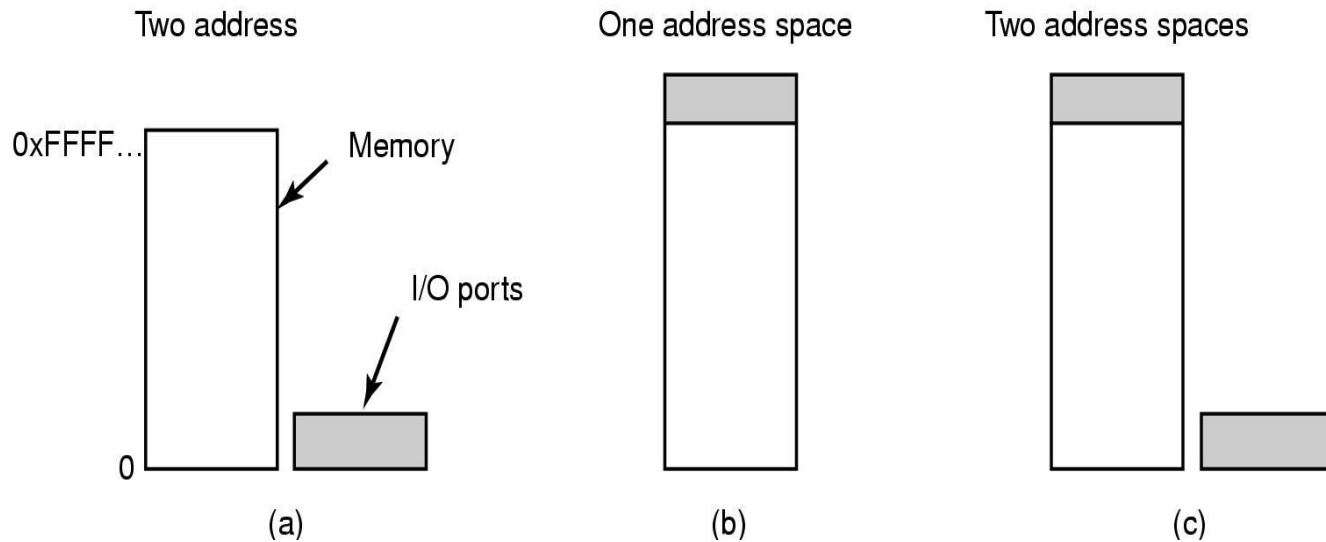
# Įrenginių kontroleriai



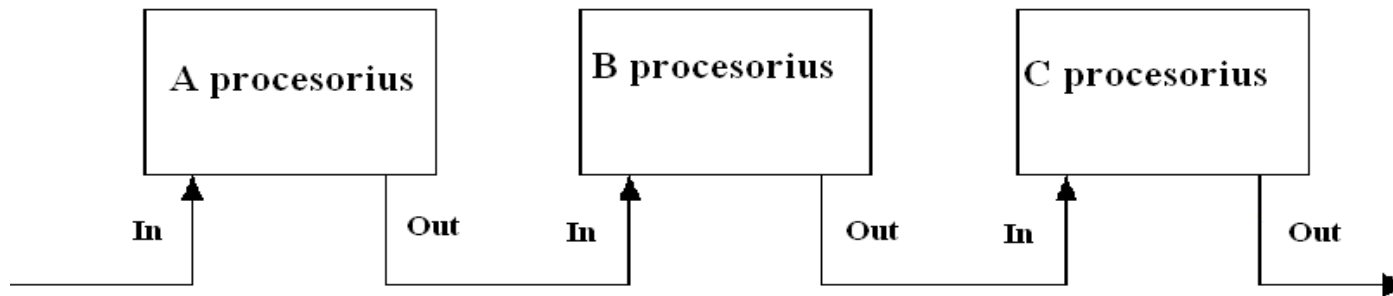
# Kontrolerio registrai

- Naudojami komunikacijose su procesoriumi :
  - ☐ perduoti tam tikras komandas įrenginiui
  - ☐ sužinoti įrenginio būklę
- Registrų adresacijai gali būti naudojami:
  - ☐ I/O porto (prievado) numeriai,
  - ☐ registrams yra skiriama vieta atmintinėje, jauniausiuose jos adresuose
  - ☐ Hibridinis būdas, kai duomenų buferiai atmintinėje ir portai adresacijai kontrolerio registrų

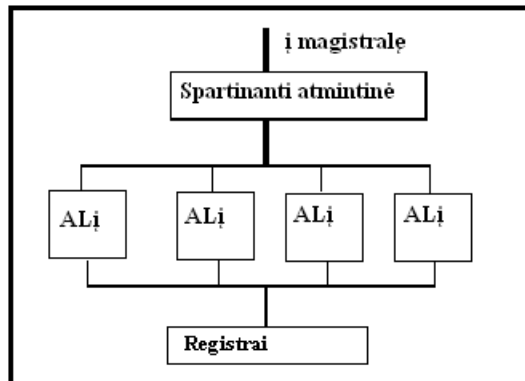
# CPU ir kontrolerio registrai



# Pertrauktis ir procesoriai



**Procesorių sujungimas vamzdžio principu**



ALi -aritmetinis-loginis įrenginys

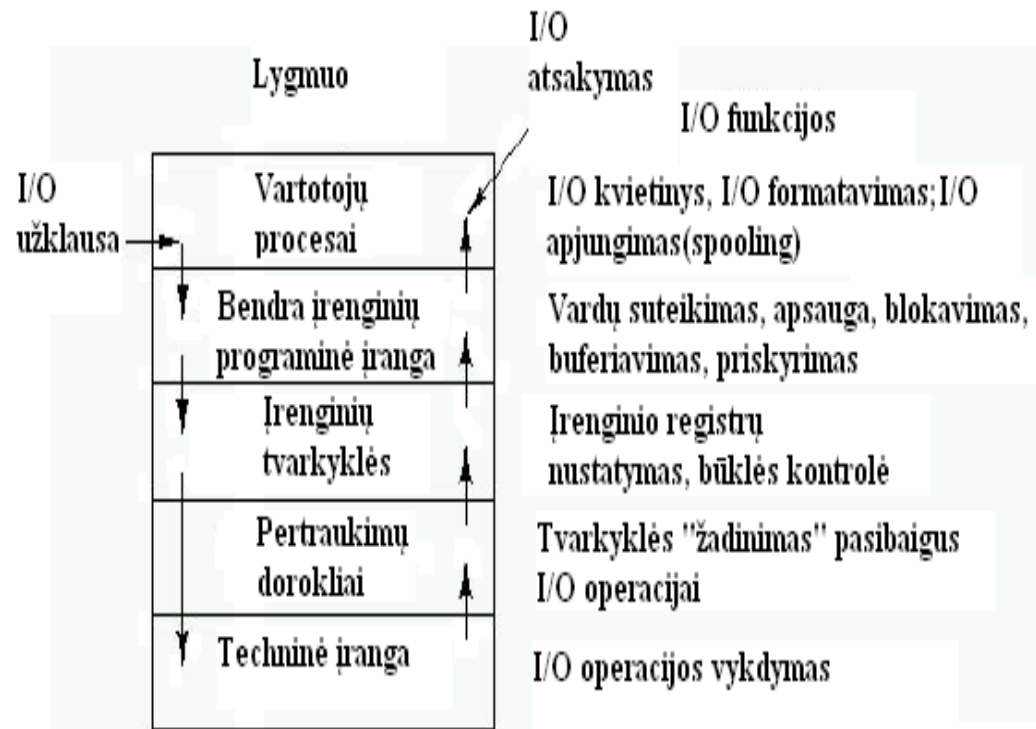
**superskaliarinio procesoriaus architektūra**

# Jei OS nepadėtų...

- Norint perskaityti duomenų bloką iš lankstaus disko (diskelio), reikia **16 skirtingų komandų**, kurių kiekviena turi **13 parametrų** (bloko numeris diskelyje)

# I/O valdymo lygiai

- Vartotojo lygyje jam yra pateikiama įvairių funkcijų biblioteka (pavyzdžiui, **read()**, **open()**, **printf()**, ir t.t.).
- Vartotojo veiksmams atlikti skiriamos įvairios programos, tokios kaip pavyzdžiui cat, tar ir t.t., įvairios priemonės prie dedikuotų įrenginių (spausdintuvų, tinklo jungčių) priemonės.



# Bendra įrenginių programinė įranga

- Bendra įrenginių programinė įranga teikia vartotojui vienodą sąsają su skirtingais įrenginiais.
  - norima užtikrinti, kad vartotojas galėtų vienodai traktuoti visus I/O įrenginius,
  - stengiamasi nuo jo paslėpti įvairias I/O įrenginių detales, žemo-lygio funkcijas.
  - Vartotojui leidžiama operuoti bendrom sąvokom, kaip kad skaityti, rašyti, atverti, užverti ir t.t. nepriklausomai nuo to, kad skirtingi įrenginiai turi skirtingas fizines charakteristikas.
- Šiame lygyje yra sprendžiami ir įrenginių apsaugos klausimai
- Rūpinamasi įrenginių įvardinimu, I/O buferiais, įrenginių priskyrimu, klaidų, susijusių su įrenginiais apdorojimu



# Įrenginių tvarkyklės

- Kiekvienas prie kompiuterio prijungtas įrenginys reikalauja tam tikros tą įrenginį valdančios programos, kuri yra vadinama **įrenginių tvarkykle**
- Kiekvieno tipo įrenginiui (ar vienodų įrenginių grupei) reikalinga atskira, tam įrenginiui skirta tvarkyklė.
- Įrenginių tvarkyklės konvertuoja abstrakčią užklausą, pavyzdžiui, *perskaityti n reikšmę*, į specifinę, įrenginiui orientuotą užklausą bei atitinkamas komandas, skirtas šio įrenginio kontrolieriui.

# Įrenginių tvarkyklės

- Jos yra atsakingos už keletą funkcijų :
  1. Jos turi **priimti** skaitymo arba rašymo **užklausas**, atėjusias iš aukštesnio, nuo įrenginio nepriklausomo lygmens **ir jas įvykdyti**, patikrinusios pateiktus įvedimo parametrus.
  2. tvarkyklės turi sugebėti **patikrinti** įrenginį, sugebėti jį inicializuoti:
    - kontrolė, kurią turi atlikti to įrenginio tvarkyklė, susiveda į eilės komandų perdavimą šio įrenginio kontrolieriui
    - tvarkyklė gali patikrinti ar kontrolieris ją priėmė ir ar yra pasiruošęs priimti sekančią komandą
- Atlikusi visą komandų seką tvarkyklė daro **klaidų tikrinimą** ir jei klaidų neranda, tvarkyklė gali atlikti duomenų perdavimą aukštesniam, nuo įrenginio nepriklausančiam lygmeniui

# I/O vykdymas

- Programuojamas I/O
- Pertrauktimis grindžiamas I/O
- Tiesioginė prieiga prie atmintinės (Direct Memory Access DMA)

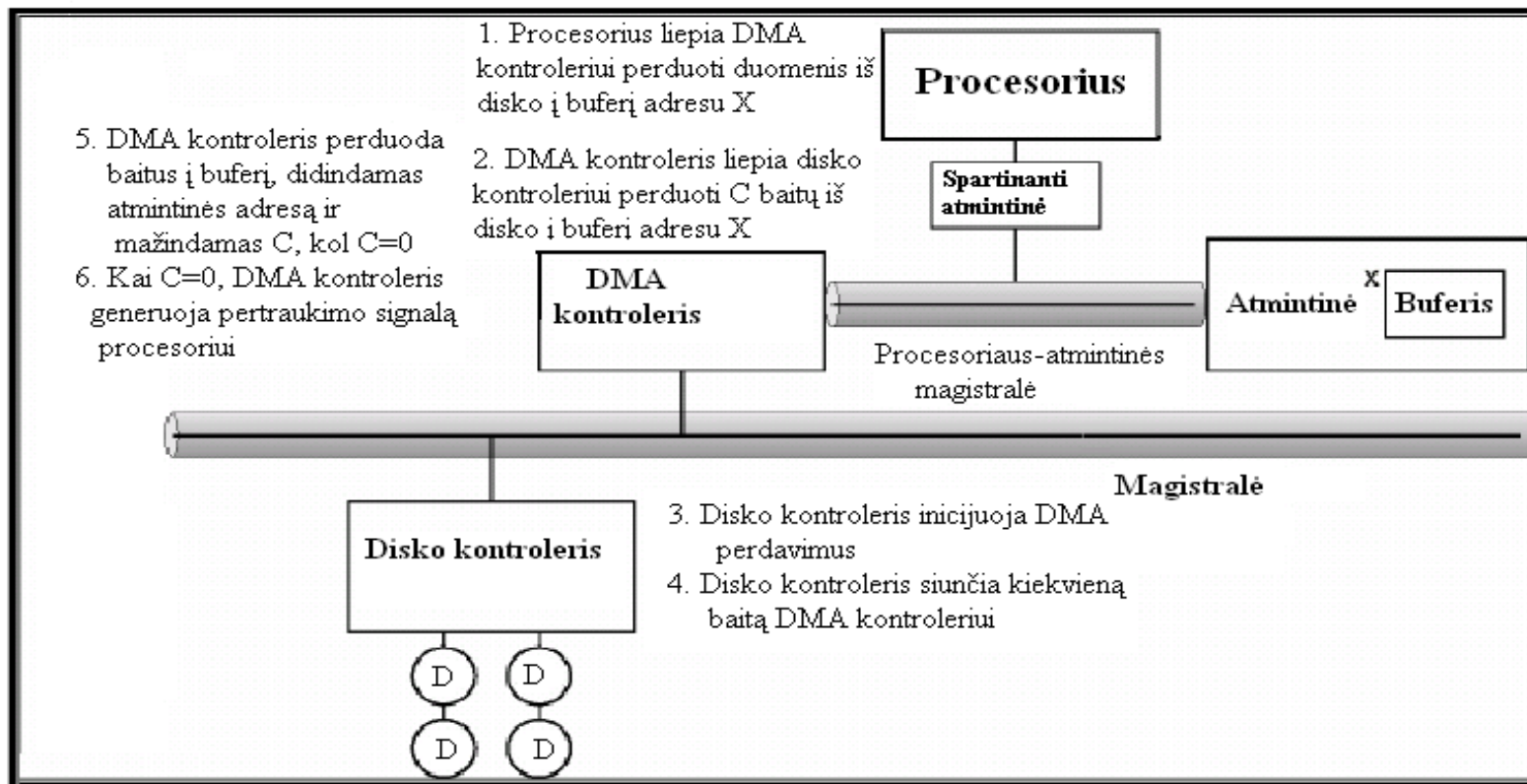
# Programuojamas I/O

- Operacinė sistema pateikia I/O komandą įrenginio kontrolieriui.
- Procesas yra “užimto-laukimo” (busy-waiting) būvyje, periodiškai apklausia kontrolierį, norėdama nustatyti, ar I/O operacija yra baigta
- Problema yra tame, kad procesorius yra priverstas ilgai laukti, kol I/O modulis tampa pasiruošęs priimti ar perduoti duomenis.

# Pertrauktimis grindžiamas I/O

- I/O komanda yra išduodama kontrolieriui
- Procesorius tęsia komandų vykdymą
- I/O modulis atsiunčia pertrauktį kai baigia veiksmą
  - Trūkumas yra tame, kad pertrauktys yra generuojamos ties kiekvienu simboliu.
  - Pats pertraukties apdorojimas užima kažkiek laiko, taigi pagal šią schemą yra neefektyviai panaudojamas procesorius.

# Tiesioginė prieiga prie atmintinės



DMA modulis kontroliuoja duomenų apsikeitimą tarp atmintinės ir I/O įrenginio. Procesorius pertraukiamas tik po to, kai visas blokas yra perduodamas.

**DMA privalumas** yra tame, kad naudojant šį metodą yra atlaisvinamas procesorius nuo skaitymo/rašymo vykdymo iš kontrolierio į pagrindinę atmintinę, sumažėja pertraukimų kiekis.

# I/O buferiai

## ■ Priežastys:

- Mainai su I/O įrenginiais vyksta lėtai
- Procesai yra blokuojami ir turi laukti kol baigsis I/O prieš galėdami tęsti savo veiksmus toliau
- Puslapiai turi likti pagrindinėje atmintinėje vykdant I/O
- Įrenginys turi sustoti ir laukti, kol procesas vėl išduos sekančią skaitymo ar rašymo komandą.

# I/O buferiai

- Orientuoti į blokus

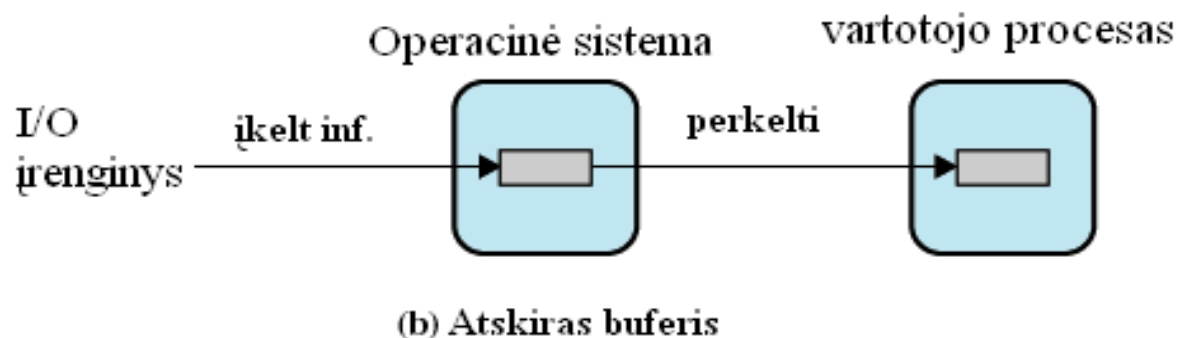
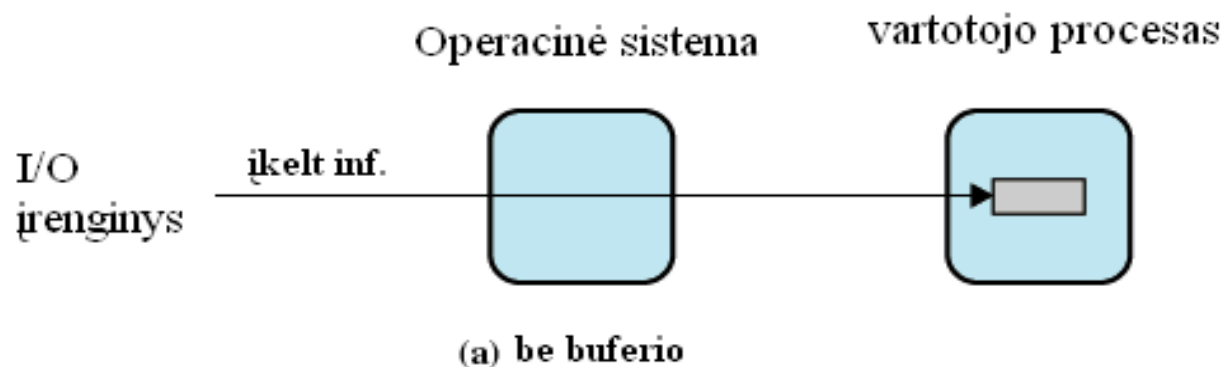
- ☐ Informacija yra saugoma fiksuoto dydžio blokais
- ☐ Perdavimas informacijos vyksta blokais
- ☐ Naudojama diskams ir magnetinėms juostoms

- Orientuoti į srautą

- ☐ Informacija perduodama baitų srautu
- ☐ Naudojama terminalams, spausdintuvams, pelei ir kitiems (neantrinės atminties) įrenginiams



# I/O buferiai



# Atskiras buferis

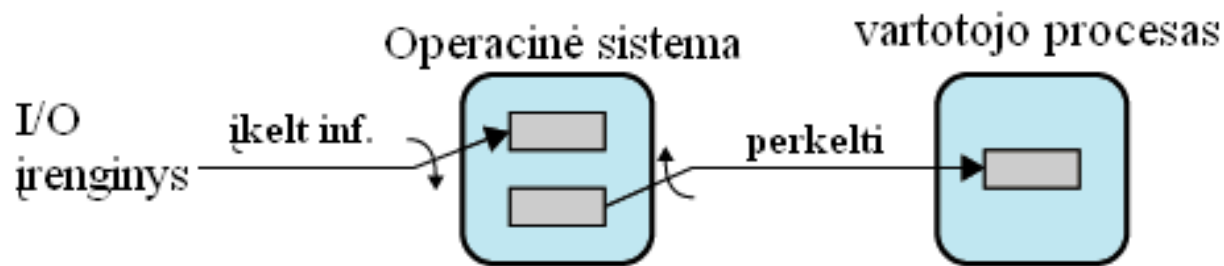
- Operacinė sistema priskiria buferį pagrindinėje atmintinėje I/O užklausiai
- Orientuoti į blokus
  - Įvedama informacija patalpinama į buferį
  - Blokas perkeliamas į vartotojo adresų sritį kai jo prireikia
  - Kitas blokas įkeliamas į buferį kol apdorojamas pirmas
    - Išankstinis skaitymas (Read ahead)
- Operacinė sistema atsakinga už buferių priskyrimą vartotojų procesams ir jų priežiūrą

# Atskiras buferis

- Orientuotas į srautą
  - Informacijos mainai su terminalu vyksta po vieną eilutę
  - Buferyje vienu metu saugoma viena eilutė informacijos
  - Įvedama eilutė baigiama karietėlės pervedimo simboliu (CR), tai rodo eilutės pabaigą.

# Dvigubas buferis

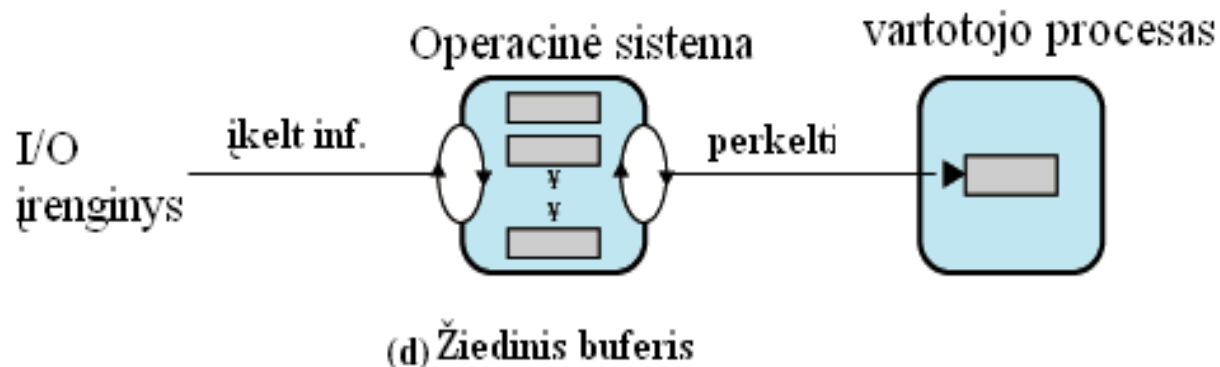
- Vietoje vieno naudojami du buferiai
- Procesas gali imti duomenis iš vieno buferio, o OS tuo metu valo arba įkrauna kitą buferį



(c) Dvigubas buferis

# Žiedinis buferis

- Naudojama daugiau nei du buferiai
- Naudojama, kai I/O operacijos turi derėt savo greičiu su procesoriumi



# Buferiai-pastabos

## ■ Privalumai:

- buferiai leidžia procesams nesiblokuoti ties I/O užklausa,
- įrenginių nereikia stabdyti ties duomenų perdavimu.
- Naudojant buferius galima nestabdyti proceso iškėlimo iš atmintinės veiksmo jų suspendavimo atveju.

## ■ Trūkumai:

- I/O veiksmai darosi sudėtingesni, turime daugiau duomenų perdavimų:
  - tarp įrenginio, buferio ir vartotojo atmintinės,
  - naudojama daugiau pagrindinės atmintinės tų pačių duomenų saugojimui (buferyje ir vartotojo srityje) .

# Pranešimai apie klaidas

- Klaidos, kurios susiję su I/O veiksmams, yra gana dažnai pasitaikantis reiškinys. Stengiamasi klaidas apdoroti galimai arčiau techninės įrangos
- Klaidų šaltiniai:
  - programavimo klaidos:
    - vykdyti rašymo veiksmą tik į skaitymui skirtą įrenginį ( pavyzdžiui, klaviatūrą),
    - arba skaityti iš įrenginio, kuris skirtas tik rašymui (pavyzdžiui, spausdintuvas).
    - Tokiu atveju klaidos pranešimas yra perduodamas I/O užklauso šaltiniui
  - Negalimumas (fizinis) atlikti veiksmą
    - rašyti į sugadintą disko bloką,
    - įrenginio tvarkyklė turi nuspręsti kaip elgtis šios klaidos atveju jei ji nepajėgia susidoroti su klaida, ji gali perduoti jos apdorojimą aukštesniam lygmeniui, nuo įrenginio nepriklausančiai programinei įrangai
    - Ši gali bandyti po kurio laiko pakartoti veiksmų seką, susijusią su I/O užklausa, ignoruodama klaidą, o gali ir „nužudyti“ atitinkamą procesą. Klaida gali būti perduodama ir vartotojui, grąžinant jam klaidos kodą į atitinkamą sisteminių kvietinį.

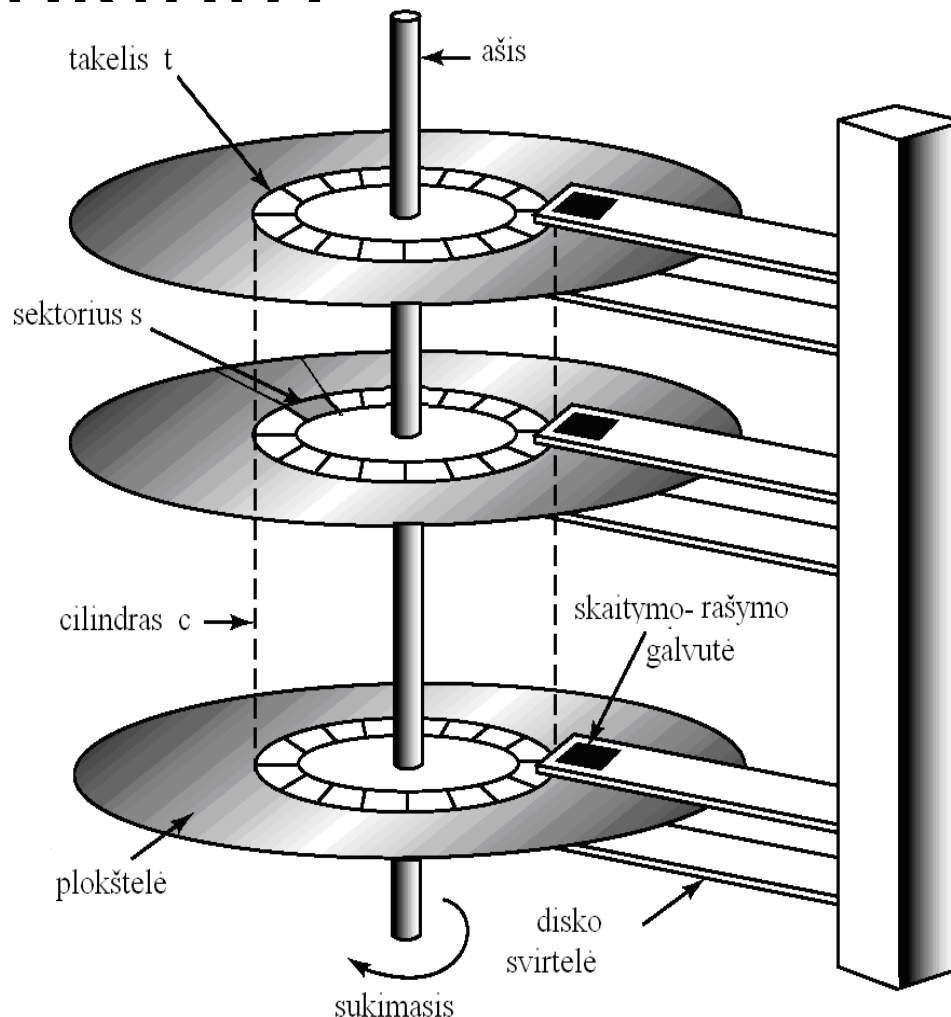
# Diskai

- Diskai yra fiziniai įrenginiai, turintys:
  - tam tikrą **fizinę** struktūrą,
  - su tuo susijusius specifinius veiksmus, atliekamus vykdam I/O
- Operacinė sistema:
  - ji rūpinasi šio įrenginio kontrole,
  - inicijuoja veiksmus su šiuo įrenginiu,
  - užtikrina aukštesniems programiniams lygiams abstraktų požiūrį į diską kaip į failų rinkinį.
- Operacinė sistema gali tiekti skirtingo lygio prieigą prie disko skirtingiems klientams:
  - Fizinis diskas (plokštelė, cilindras, sektorius)
  - Loginis diskas (disko bloko numeris)
  - Loginis failas (failo blokas, įrašas ar baitai)



# Fizinė disko struktūra

- diskas turi keletą besisukančių plokštelių, kurių abiejose pusėse magnetinės skaitymo-rašymo galvutės gali rašyti ir skaityti duomenis.
- Sektoriaus dydis nusako minimalų skaitomų-rašomų duomenų dydį – bloką (pavyzdžiui 1KB).
- Failas yra saugomas viename arba keliuose disko blokuose.
- Blokas yra perdavimo vienetas vykstant mainams tarp disko ir pagrindinės atmintinės.



# Disko struktūra

- Diskai gali būti adresuojami kaip dideli vieno matavimo masyvai, sudaryti iš **loginių blokų**.
- Loginiai blokai yra atvaizduojami į **disko sektorius**.
- 0-nis sektorius yra pirmas sektorius, esantis pirmame takelyje, labiausiai nutolusiame nuo centro.
- Tolimesni blokai išsidėstę šiuo takeliu, po to kitais to cilindro takeliais, po to per kitus cilindrų nuo tolimiausio iki vidinio.

# Diskas



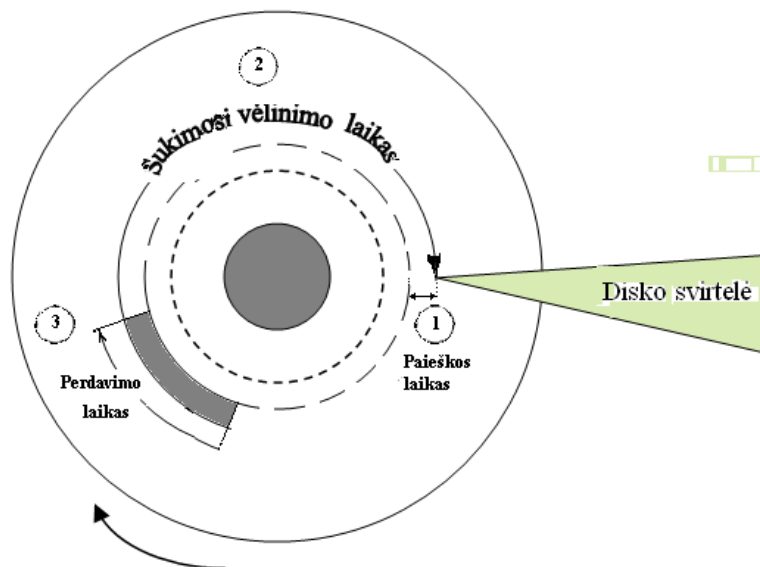
# Diskas



# ***Disko funkcionavimo greitis***

- **Paieška** – tai laikas kol disko svirtelės nustatomos ties reikiamu cilindru. Šis laikas priklauso nuo to, kaip greitai gali judėti svirtelės (jį sumažint technologiskai gana sunku, todėl su naujais disko moduliais mažėja labai lėtai).
- **Sukimasis** - tai laikas, kuris praeina kol reikiamas sektorius atsiranda ties nuskaitymo galvute, jis priklauso nuo disko sukimosi greičio. (Mažinamas lėtai).
- **Perdavimo laikas** – tai laikas per kurį duomenys yra perduodami nuo disko paviršiaus į disko kontrolierį, kuris persiunčia juos į pagrindinę atmintinę. (Jis mažinamas greitai, nes didžia dalimi priklauso nuo įrašų diske tankio, kuris sparčiai didinamas.)
- Operacinė sistema stengiasi efektyviai tvarkyti disko užklausas.

# Kreipinio į diską laiko komponentės



paieškos laikas (Seek time)-paieškos distancija.

sukimosi vėlinimo laikas (Rotation latency time)

duomenų perdavimo laikas (Transmission time)

Modelis (aplinka)	Vid. Paieškos laikas (ms)	vid. Sukimosi vėlinimas (ms)
Maxtor Diamond Plus 9(High-end-desktop)	9.3	4.2
WD Caviar (High-end-desktop)	8.9	4.2
Toshiba MK8025GAS (Laptop)	12.0	7.14
WD Raptor (Enterprise)	5.2	2.99
Cheetah 15K.3 (Enterprise)	3.6	2.0

# Disko darbų planavimo strategijos

- Strategijos lyginamos pagal tris kriterijus
  - Pralaidumas
    - Skaičius užklausų, aptarnautų per laiko vienetą
  - Vidutinis atsakymo laikas
    - Vidutinis laikas, laukiant kol užklausa bus aptarnauta
  - Atsakymo laiko nuokrypio reikšmė
    - Nusakoma galima atsakymo laiko reikšmė
- Siekiami tikslai
  - Maksimalus pralaidumas
  - Minimalus atsakymo laikas, bei nuokrypis

# Disko užklausų tvarkymas

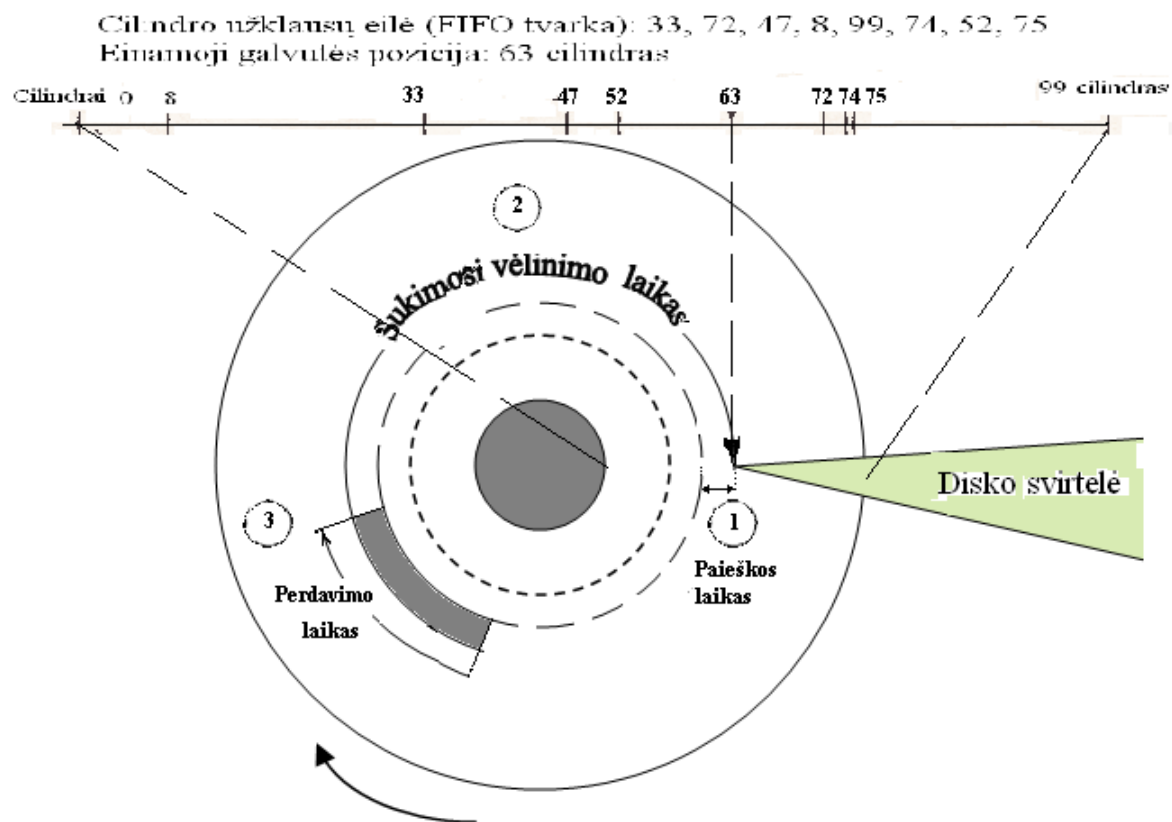
- Bendru atveju, išskyrus tuos atvejus, kai yra disko užklausų eilės, disko eilių tvarkymas didelės įtakos neturi. Šis tvarkymas *turi įtakos serveriuose*, mažiau svarbus asmeniniuose kompiuteriuose. Moderniuose diskuose užklausų tvarkymas yra vykdomas
- Užklausų tvarkymui gali būti naudojamos šios disciplinos:
  - ☐ FCFS disciplina
  - ☐ Prioritetinė
  - ☐ SSTF disciplina
  - ☐ SCAN disciplina
  - ☐ C-SCAN disciplina



# Prioritetinė

- Užklausoms gali būti suteikiami tam tikri prioritetai, pavyzdžiui, tam, kad būtų greičiau aptarnaujami trumpi procesai, jų I/O užklausoms gali būti suteikiami aukštesni prioritetai.
- Tačiau tokiu atveju nukentėtų ilgesnių procesų užklausos

# Disko darbų planavimo strategijos



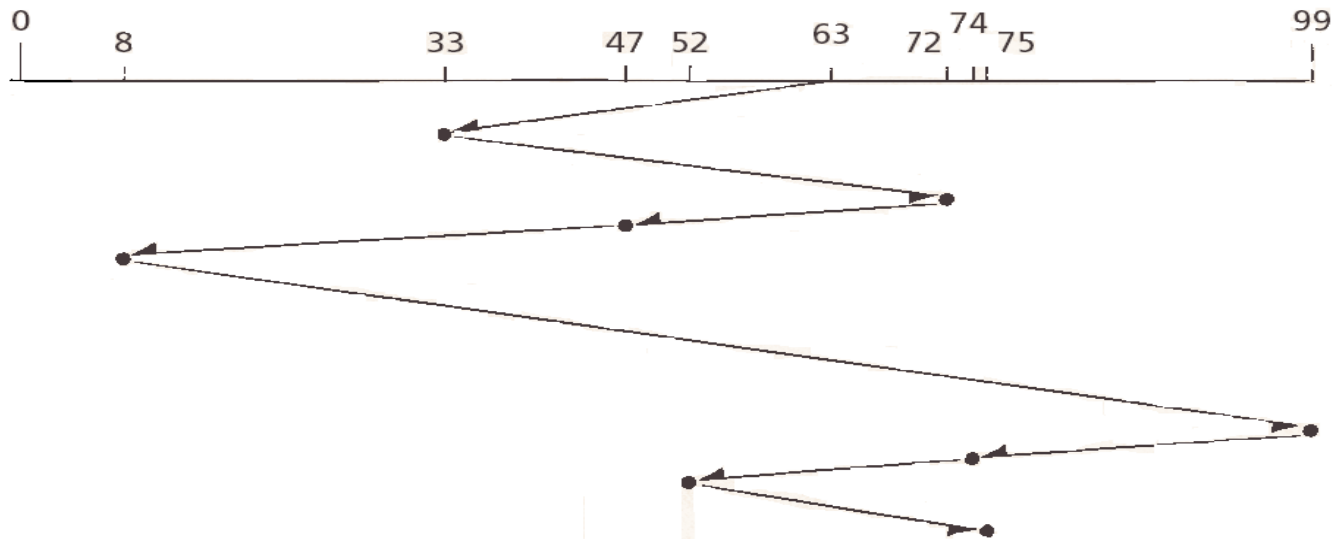
Cilindro užklausų eilė (FIFO tvarka): 33, 72, 47, 8, 99, 74, 52, 75  
Einamoji galvutės pozicija: 63 cilindras

# FCFS disciplina

- pirma atėjusi užklausa ir bus pirma aptarnaujama;
- visos užklauskos laikui bėgant bus aptarnautos – sąžiningas aptarnavimas
- ji gerai tinka tais atvejais, jei apkrova yra nedidelė,
- esant ilgoms užklauskų eilėms gaunami ilgi laukimo laikai.
- galvučių judesių taip pat gaunama daug, galimi perėjimai skersai visą diską
- Nėra greita aptarnavimo disciplina
- Sekančiam pavyzdy yra laikoma kad egzistuoja užklauskų eilė į tam tikrus disko blokus, esančius skirtinguose cilindruose.

# FCFS strategija

Paieška (galvutės judesys), esant FCFS.



Cilindro užklausų eilė (FIFO tvarka): 33, 72, 47, 8, 99, 74, 52, 75

Einamoji galvutės pozicija: 63 cilindras

**Privalumas:** visos užklausos bus aptarnautos eilės tvarka, neatidėliojant, paprastas algoritmas, tačiau šiame pavyzdyje turim galvutės judesį per 294 cilindrus

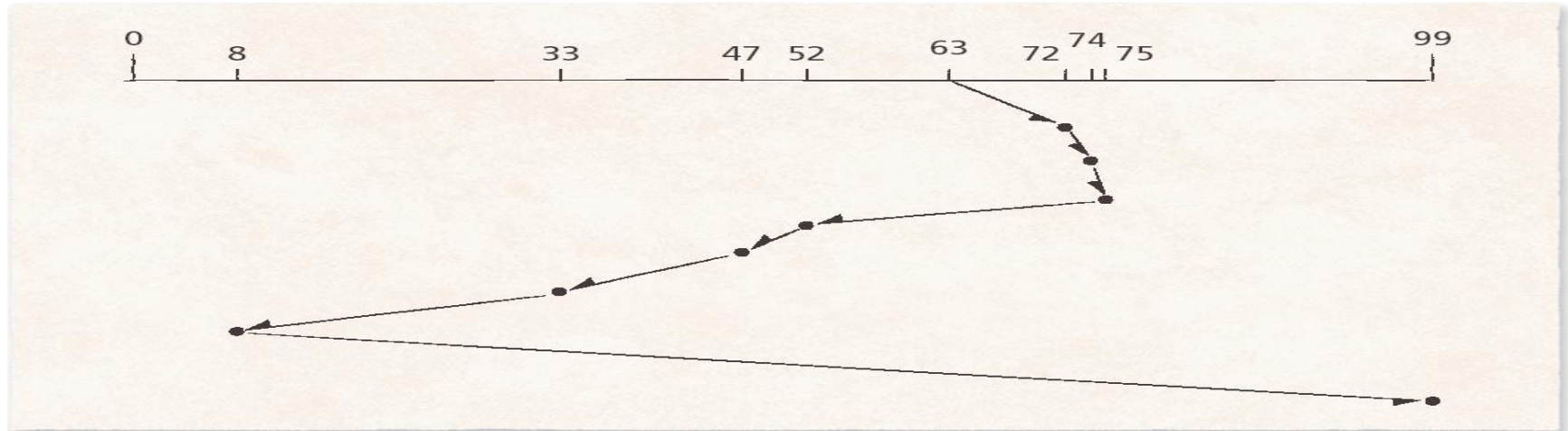
**Trūkumas:** turi tendenciją duoti mažą pralaidumą, nes nenaudoja jokio užklausų tvarkymo

# SSTF (Shortest-Seek-Time-First) disciplina

- Užklauskos turi būti aptarnaujamos tam tikra logine tvarka, tai leistų sumažinti užklauskų aptarnavimo vėlinimą.
- SSTF disciplina, pagal kurią pirma aptarnaujama ta užklausa, kuri turi mažiausią paieškos laiką.
- Minimizuojamas paieškos laikas, išlošia tos užklauskos, kurios orientuotos į vidurinius disko blokus.
- Iš užklauskų eilės yra išrenkama ta užklausa, kuriai esant reikalingas mažiausias disko galvučių judesys iš einamosios pozicijos (viso 170 cilindrų)

Cilindro užklauskų eilė (FIFO tvarka): 33, 72, 47, 8, 99, 74, 52, 75

Einamoji galvutės pozicija: 63 cilindras



# SSTF disciplina

## ■ Privalumai:

- ☐ Aukštesnis pralaidumas, mažesni vidutiniai atsakymo laikai nei FCFS atveju
- ☐ Gerai tinka paketinio apdorojimo atvejui

## ■ Trūkumai:

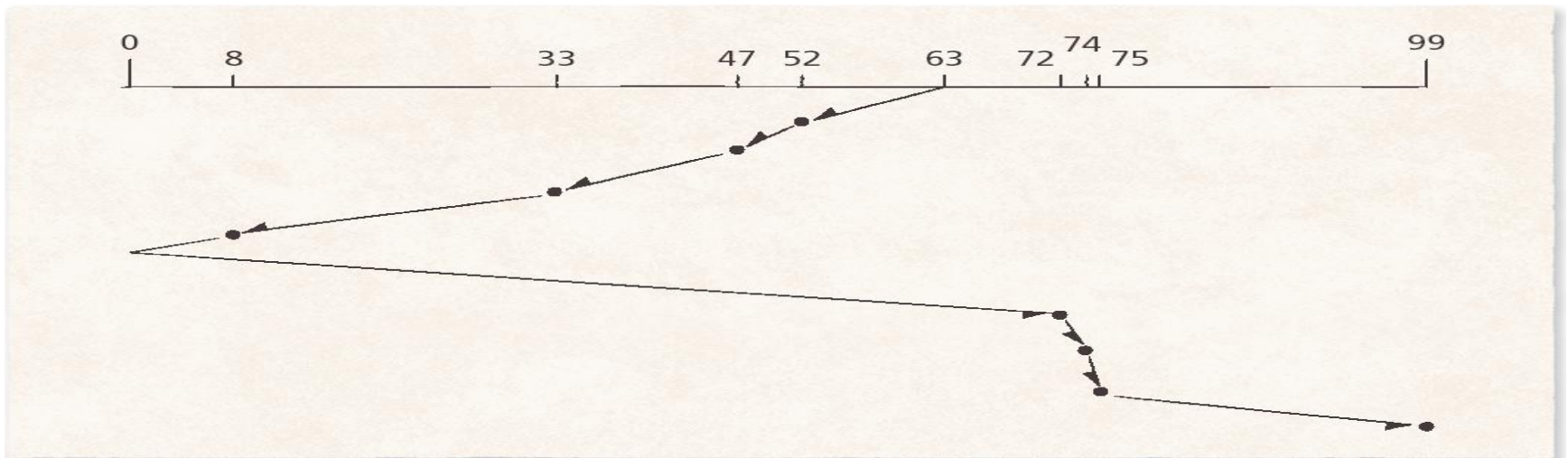
- ☐ Užklausos gali būti neapibrėžtam laikui atidėliojamos
- ☐ Atsakymo laikas nėra priimtinas interaktyvių sistemų atveju

# SCAN disciplina

- SCAN disciplina, kurios prisilaikant pradžioje aptarnaujamos užklauskos, kurios eina ta pačia kryptimi kol tokių nelieka, paskui priešinga kryptimi.
- Funkcionavimo ch-kos panašios kaip ir SSTF atveju, duoda geresnes atsakymo nuokrypio reikšmes.
- Gali būti neefektyvus, nes sektoriai po krypties pakeitimo gali būti tik ką aptarnauti

Cilindro užklauskų eilė (FIFO tvarka): 33, 72, 47, 8, 99, 74, 52, 75

Einamoji galvutės pozicija: 63 cilindras

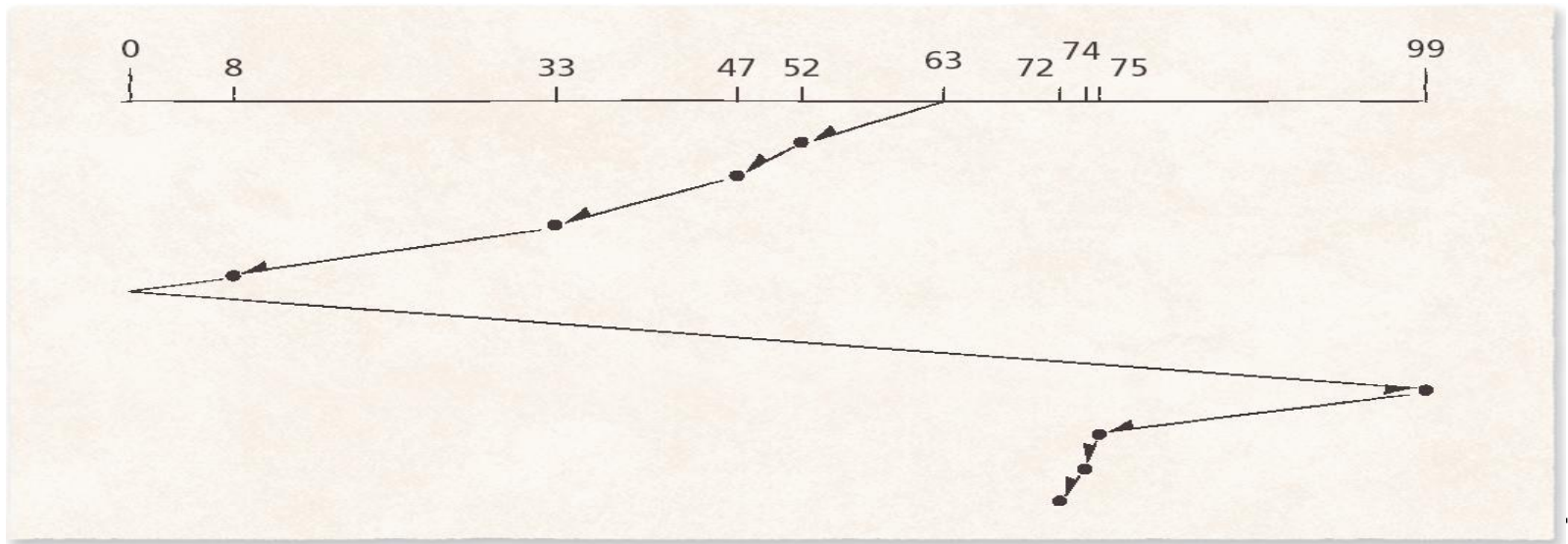


# C-SCAN disciplina

- C-SCAN disciplinos atveju apsiribojama judesiu tik viena kryptimi.
- Kai yra pasiekiamas paskutinis takelis, galvutės keliauja į kitą disko galą ir paieška vėl kartojama.
- Dar labiau sumažėja nuokrypio reikšmė

Cilindro užklausų eilė (FIFO tvarka): 33, 72, 47, 8, 99, 74, 52, 75

Einamoji galvutės pozicija: 63 cilindras





# FSCAN ir N-Step SCAN Disko darbų planavimas

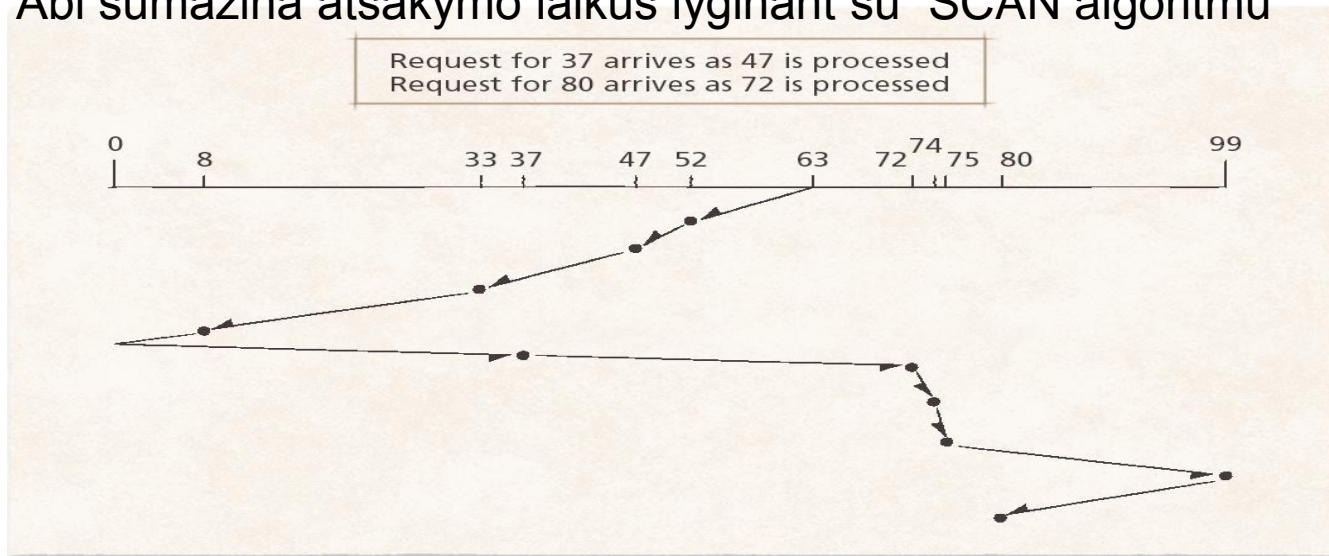
Skirsto užklausas į grupes

FSCAN: “užšaldo” periodiškai disko užklausų eilę, aptarnauja tik užšaldytas užklausas tuo metu.

N-Step SCAN: Aptarnauja tik pirmas  $n$  užklausas tam tikru laiku

Abi strategijos apsaugo nuo neapibrėžto užklausų atidėliojimo

Abi sumažina atsakymo laikus lyginant su SCAN algoritmu



FSCAN strategija

# Sukimosi vėlinimo optimizacija

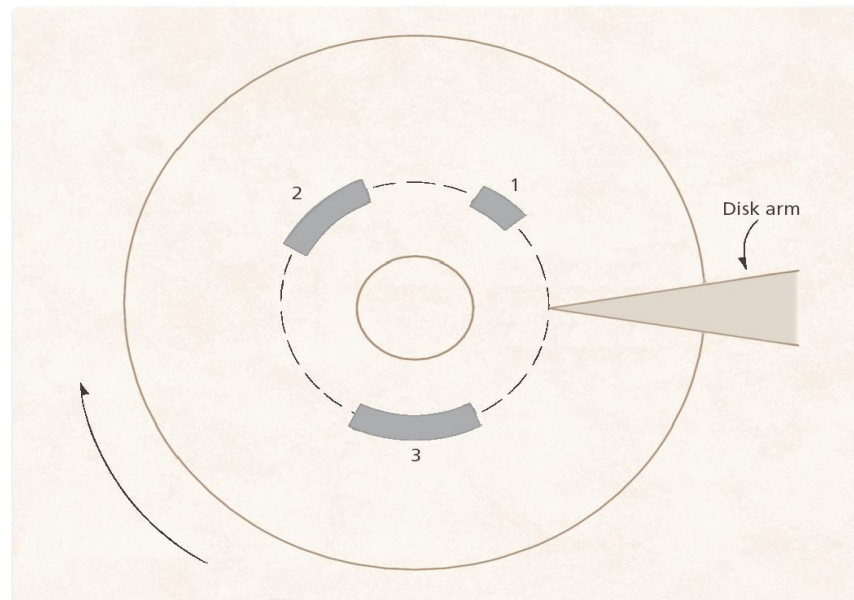
## Rotational Optimization

Šiuolaikiniuose diskuose *paieškos laiko ir sukimosi vėlinimo* laikų reikšmės yra tos pačios eilės.

- Dabar naudojamos strategijos siekia optimizuot disko funkcionavimą *mažinant sukimosi vėlinimą*.
  - Efektyvu ir svarbu, kai informacija imama mažom porcijom

# SLTF planavimas

- SLTF (Shortest-latency-time-first) pirma aptarnaujama užklausa su mažiausiu vėlinimo laiku
  - Duotame cilindre pirma bus aptarnauta paraiška, kuriai sukimosi vėlinimo laikas yra mažiausias.
  - Lengva pritaikyti
  - Gaunamas beveik optimalus funkcionavimas sukimosi vėlinimo atžvilgiu.

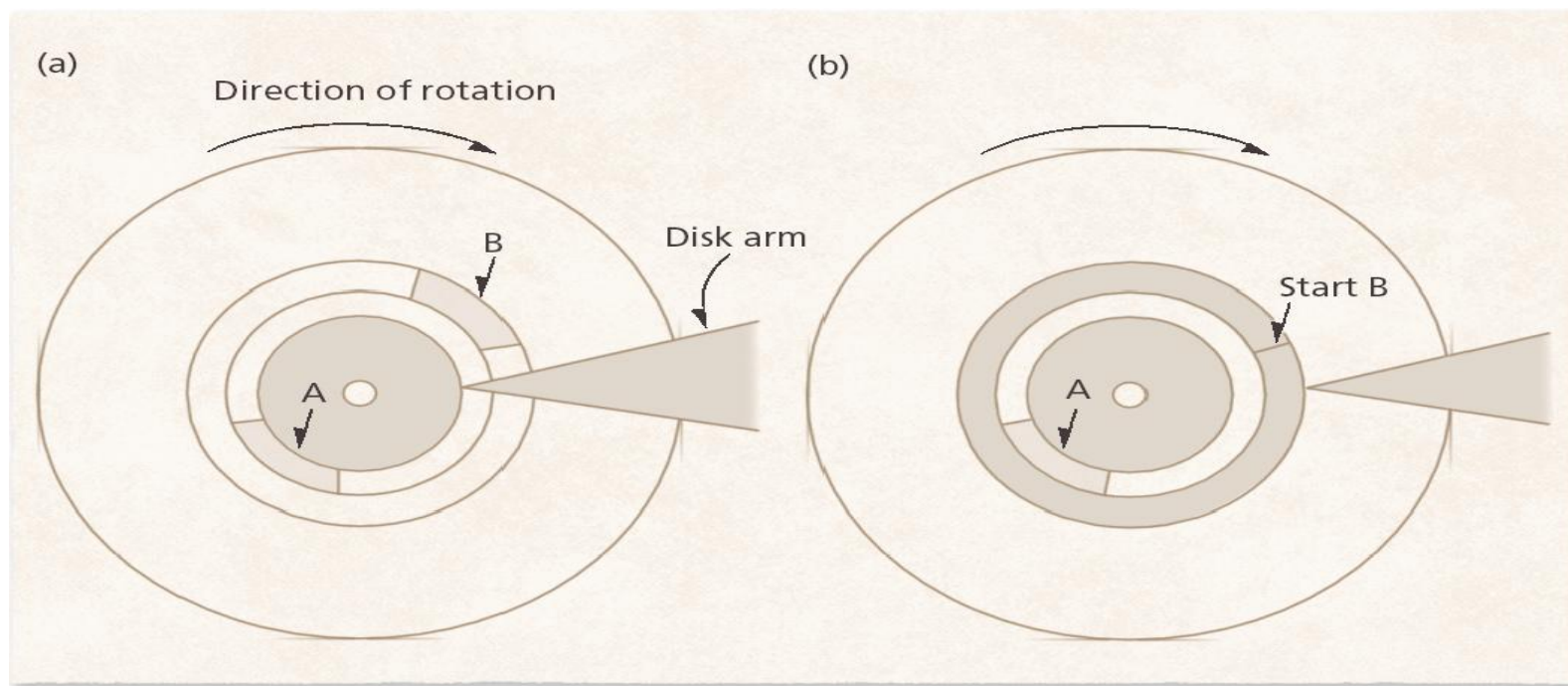


# SPTF ir SATF planavimas

- SPTF (Shortest-positioning-time-first) planavimas
  - **Pozicionavimo laikas**: Suma paieškos laiko ir sukimosi vėlinimo laiko
  - SPTF pirmiausiai aptarnauja tas užklausas, kurios duoda trumpiausią pozicionavimo laiką.
  - Gaunamas geras disko funkcionavimas
  - Gali neapibrėžtam atidėti užklausas
- SATF (Shortest-access-time-first ) planavimas
  - **Prieigos laikas**: pozicionavimo laikas plus perdavimo laikas
  - Aukštas pralaidumas
    - Tačiau gali neapibrėžtam laikui atidėti užklausas
- Trūkumai:
  - Tiek SPTF tiek SATF reikalauja žinių apie disko funkcionavimo charakteristikas, kurių ne visada galima turėti.

# SPTF ir SATF planavimas

SPTF (a)-**pozicionavimo** ir SATF (b)- **prieigos** disko planavimo pavyzdžiai



# Pastabos

- Disko užklausų apdorojimui didelę įtaką turi užklausų kiekis bei užklausų **tipai**
- Disko planavimas yra dažnas, bet ne visada naudingas
  - Disko planavimas nelabai padės jei trūksta procesoriaus pajėgumų
  - Disko planavimas duos naudą esant atsitiktiniu būdu išsibarsčiusios po diską informacijos išrinkimui
  - Kartais planavimui reikalingas laikas duos nereikalingas papildomas sąnaudas (išrenkama informacija išsidėsčiusi nuosekliai )
  - Failų išdėstymo diske metodika kartais daro didelę įtaką disko planavimo algoritmo parinkimui
  - Disko planavimo algoritmas turėtų būti rašomas kaip atskiras modulis, leidžiantis jį keisti.

# Spartinančioji atmintinė ir buferiai

- Spartinančios atmintinės (Cache) buferis: saugo disko duomenų tam tikrą kopiją greitesnėje atmintinėje.
  - Randasi **pagrindinėje** atmintinėje, “onboard cache”, arba disko **kontroleryje**
  - Greitesni prieigos laikai nei prieiga prie disko
  - Gali būti panaudojama kaip **atidėto** įrašymo į diską priemonė esant nedidelei apkrovai
- Neatitikimo galimybė
  - Pagr. atmintinės turinys gali būt prarastas (sist. gedimai, elektros šuoliai)
  - **Įrašymo buferiavimas** (**Write-back** caching)
    - Duomenys nėra tuoj pat įrašomi į diską.
    - Įrašymas vyksta periodiškai
  - **Įrašymas su išsaugojimu** (**Write-through** caching)
    - Vienu metu rašoma ir į diską ir į cache
    - Sumažėja funkcionalumas lyginant su “write-back” atveju, bet garantuojama, kad duomenys yra tokie ir diske.

# Kitos priemonės gerinant disko funkcionavimą

## ■ defragmentacija

- Surišti duomenys yra išsaugomi iš eilės einančiuose sektoriuose.
  - Sumažina paieškos operacijų kiekį
- Skirstymas į skaidinius (particijas) taip pat mažina fragmentaciją.

## ■ Suspaudimas

- Duomenys naudoja mažiau disko erdvės
- Pagerėja perdavimo ir prieigos laikai
  - Tačiau reikalauja CPU laiko –suspaudimas-išskleidimas



# Kitos priemonės gerinant disko funkcionavimą

- Įrašomos kelios dažnai naudojamų duomenų kopijos
  - Išrenkama kopija, kuri yra arčiausiai galvutės
    - Tačiau naudojama papildoma disko atmintis
- Įrašai sublokuojami
- Disko svirtelės judesio numatymas
  - Read/write operacijos vykdomos iš karto su daugeliu įrašų, imant juos kaip vieną duomenų bloką
  - Jei diskas neužimtas, nustatyt disko svirtelę ties ta vieta kur labiausiai tikėtinas sekantis kreipimasis.
    - Nenuspėjus, gali sumažėti funkcionalumas disko

# Disko valdymas

- Žemo lygio formatavimas
  - Disko sudalinimas į sektorius
- OS struktūrų įrašymas į diskus
  - Suskaidymas į particijas
  - Loginis formatavimas ( failų sistemos sukūrimas)

# Užkrovimo sektorius (boot block)

- Tai fiksuotoje disko vietoje saugoma programa, kuri yra įkeliamą į kompiuterį jį įjungus (arba jį perkraunant) ir kuri kontroliuoja sekančią fazę – įkėlimą pačios operacinės sistemos.

UNIX boot block



BB : Boot Block

IL : inode List

SB : Super Block

DB: Data Blocks

# Pertekliniai diskų masyvai

- Patterson ir kiti pastebėjo, kad atmintinės išrinkimo ir procesoriaus greičiai didėja greičiau nei disko I/O greičiai.
- RAID (redundant array of independent disks) perteklinių diskų technologija buvo sukurta siekiant išvengti “kabančio I/O” krizės
  - Bandoma pagerinti disko funkcionalumą ir patikimumą.
  - Gali būti kreipiamasi į daugelio diskų masyvą vienu metu.
  - Vienalaikė prieiga prie kelių diskų padidina pralaidumą
  - Papildomi diskai gali būti naudojami užtikrinant duomenų vientisumą (data integrity)

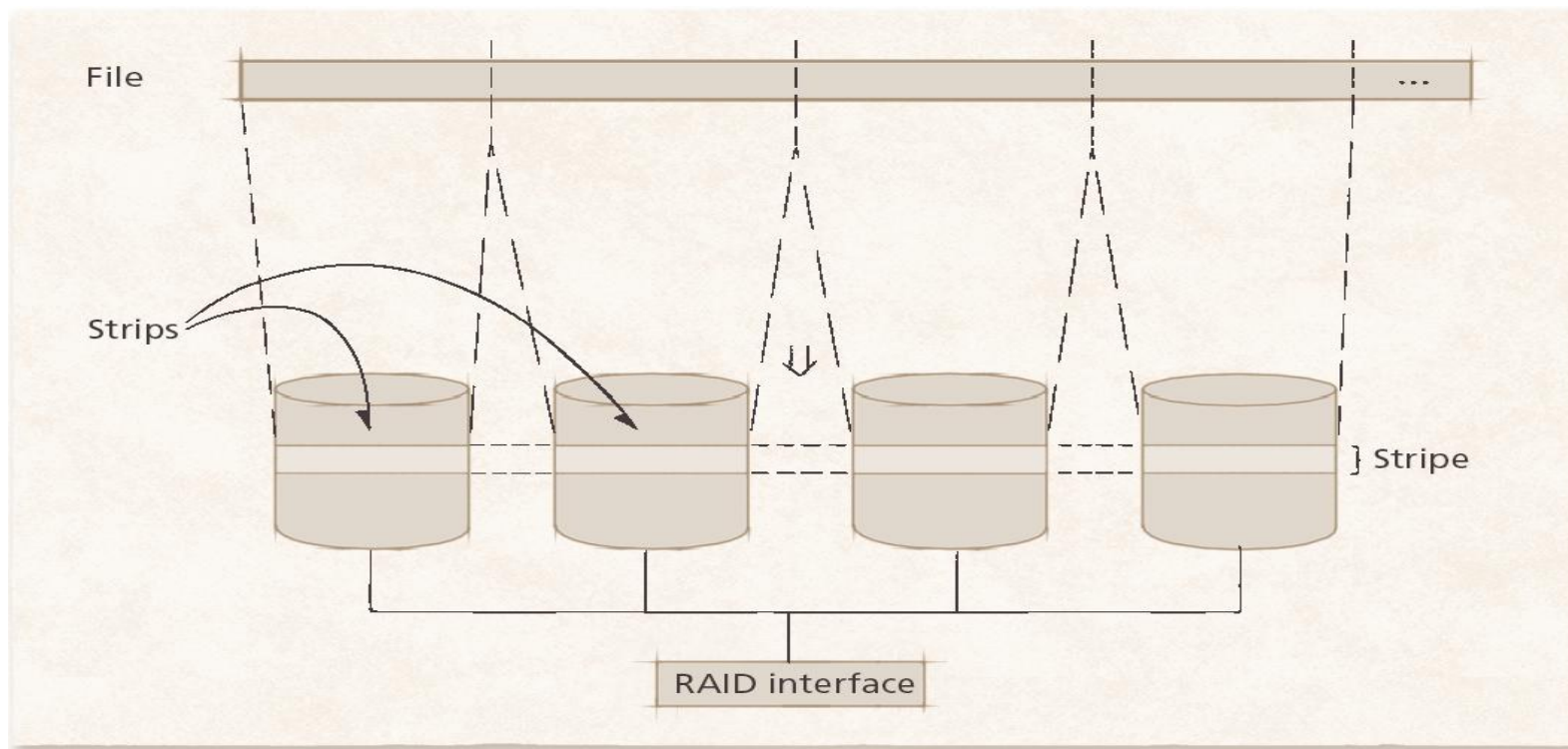
# RAID apžvalga

## ■ Bendros RAID charakteristikos

- Duomenys yra saugomi sudalant juos į dalis, vadinamas “strip”
  - Šios dalys išdėstomos diskų masyve
- Šios dalys (Strips) formuoja duomenų juostas (stripes)
  - Juostą sudaro dalys (strips), esančios toje pačioje vietoje kiekviename diske
- **Smulkus** sudalinimas (Fine-grained strip)
  - Duoda aukštus perdavimo greičius (daug diskų aptarnauja užklausą kartu)
  - Diskų masyvas gali aptarnauti tik vieną užklausą
- **Stambus** (Coarse-grained strips) sudalinimas
  - Vienne diske gali tilpti visas failas
  - Leidžia aptarnauti vienu metu kelias užklausas

# RAID apžvalga

RAID sistema: Dalys (Strips) ir juosta (stripe) sudaryta iš vieno failo.



# RAID apžvalga

## ■ Potencialūs trūkumai

- Didesnis diskų kiekis sumažina vidutinį klaidos atsiradimo laiką (mean-time-to-failure -MTTF)
  - Daugiau diskų – daugiau klaidos atsiradimo taškų
  - Jei duomenys saugomi daugelyje RAID diskų, tai jie gali būti prarasti, vienam iš diskų išėjus iš rikiuotės.

# RAID apžvalga

## ■ Susiję technologijos

### □ Disko veidrodinis atspindys

- Vienas diskas yra paprasčiausiai kito disko kopija
- Tai paprastas būdas užtikrinant perteklišumą (redundancy) ir atsparumą klaidoms (fault tolerance), bet duoda žymiai didesnius atmintinės sunaudojimus

### □ RAID kontroleris

- Specialios-paskirties įrenginys, skirtas RAID operacijoms
- Nuima nuo operacinės sistemos/ procesoriaus didžią dalį atsakomybės.
- Gali būti brangus

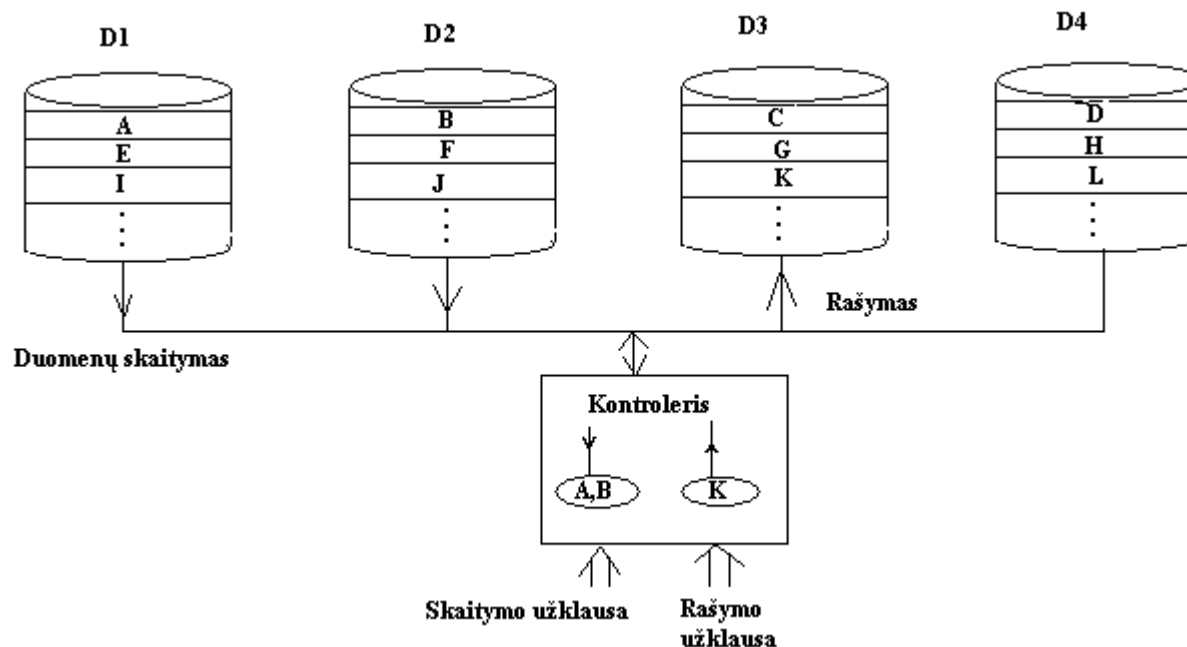


# 0-nis lygis (dalinimas į dalis -Striping)

## ■ 0-nis lygis

- Paprasčiausias RAID taikymas
- Užtikrina dalinimą į dalis (striping) bet ne pertekliškumą
- Duoda aukščiausią funkcionavimą esant fiksuotam diskų kiekiui
- Yra aukšta duomenų praradimo rizika
  - Yra įtraukiama daug diskų
  - Gali prarasti visus duomenis esant vieno iš diskų nusimušimui
- Tinka naudoti, kai funkcionalumui keliami žymiai didesni reikalavimai nei patikimumui

# 0 –nis RAID lygis (Striping)

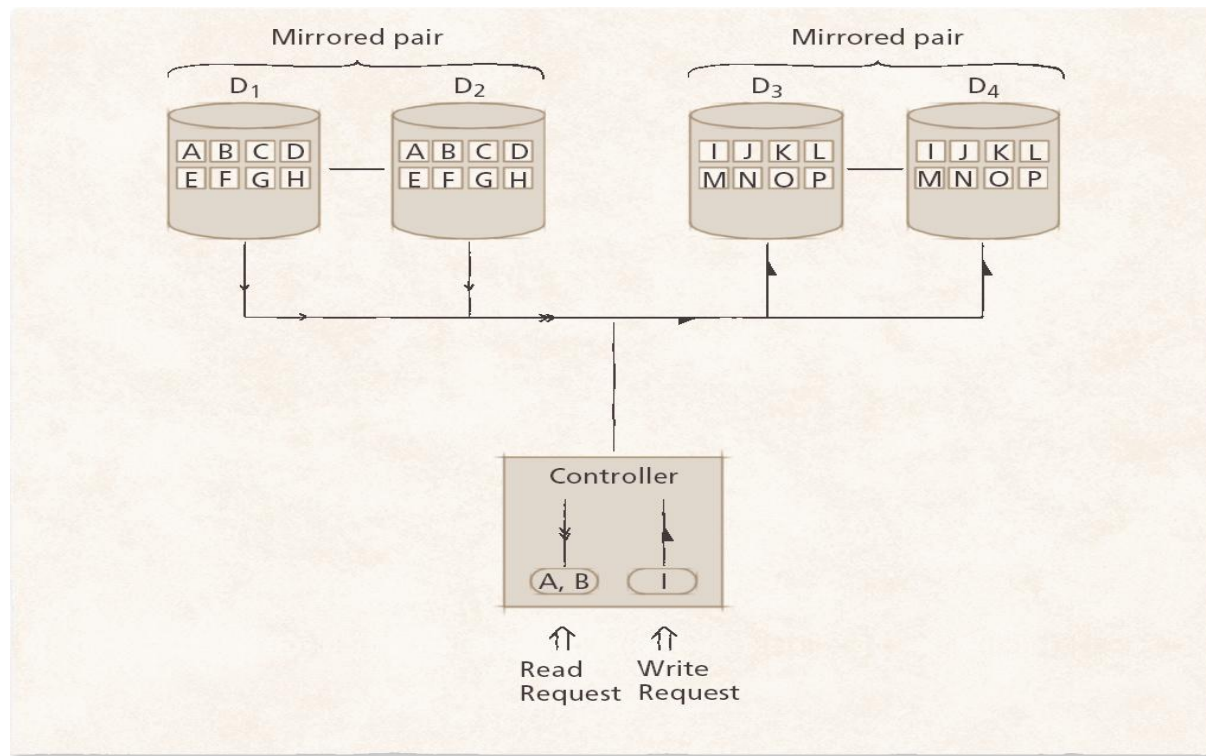


# 1-sis lygis veidrodinis atspindys (Mirroring)

## ■ 1-sis lygis

- Aukščiausias pertekliškumo/atsparumo klaidoms lygis iš visų tradicinių RAID lygių
- Kiekvienas diskas turi diskų masyve savo veidrodinį atspindį
- Nėra dalinimo (striping) šiame lygyje
  - Pagerėja skaitymo funkcionalumas nei vieno disko atveju, kadangi daug diskų gali būti skaitomi vienu metu.
  - **Rašymas sulėtėja**, nes reikia susisiekti su dviem diskais, jei modifikuojami duomenys.
- Naudojamas didelis atmintinės pertekliškumas
  - Tik pusė diskų saugo unikalią informaciją
- Labiausiai tinka kai reikia užtikrinti didelį patikimumą.

# 1 lygis (veidroдинis atspindys)

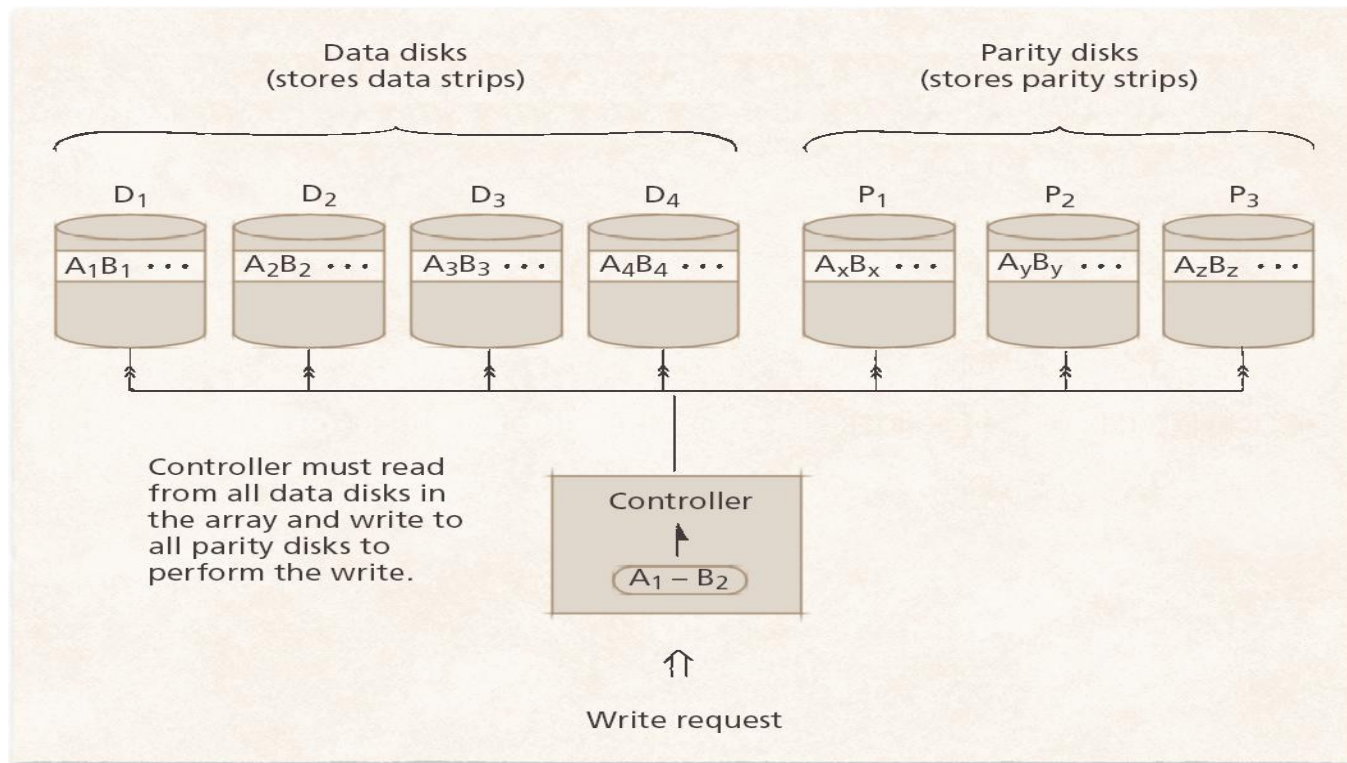


## 2 lygis naudojantis klaidų korekcijos kodus (Parity)

### ■ 2-sis lygis

- Naudojamas **pertekliškumas** ir **dalinimas** į dalis (striping)
  - Dalijimas vyksta **bitų** lygyje
  - Naudoja “Hamming” kodus (ECC-error correction code) duomenų vientisumui patikrinti
    - ECC duomenys saugomi atskirame diske
    - Reikalauja papildomos atminties (nors mažiau nei 1-jo lygio atveju) ir papildomų veiksmų (susijusių su ECC duomenų skaičiavimu)
    - Nėra vienas iš tinkamiausių klaidų tikrinimo būdų; ECC yra skaičiuojama tech įrangos priemonė
  - Duoda ne patį geriausią funkcionalumą, bet užtikrina saugą.

# 2 –sis lygis (klaidų kontrolė)

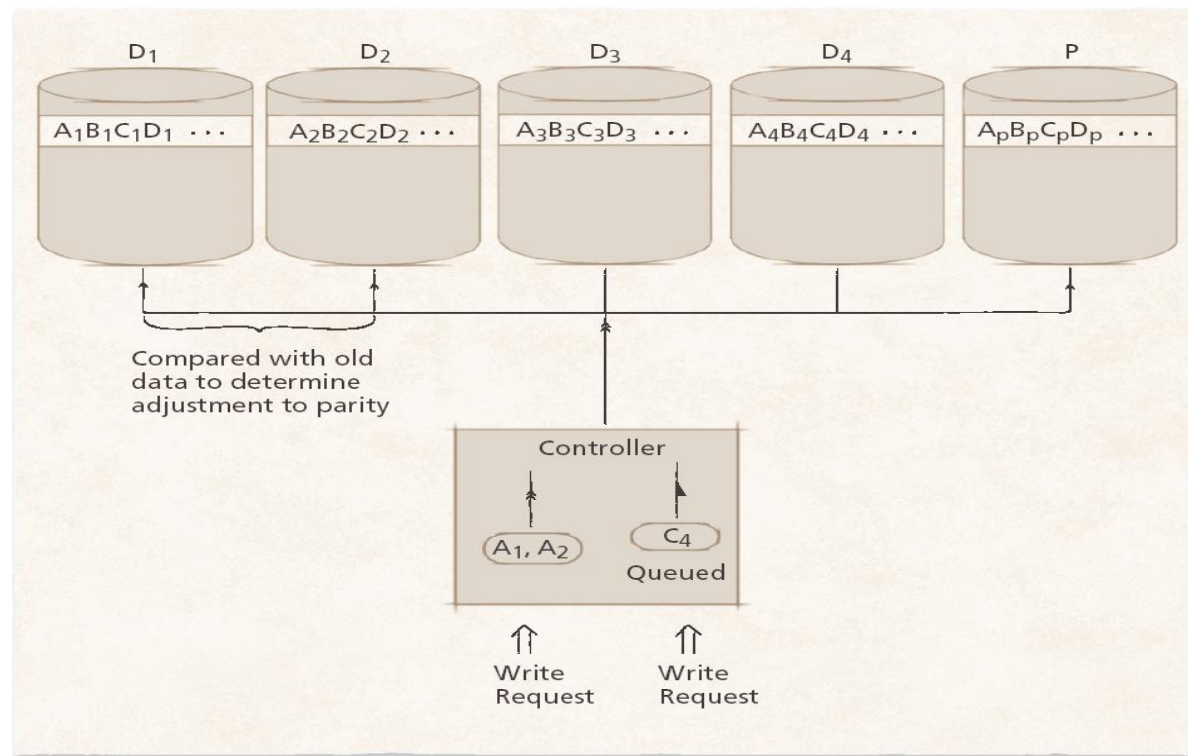


# 3lygis (XOR klaidų kontrolei)

## ■ 3 lygis

- Naudoja duomenų sudalinimą (**baitais**)
- Klaidų tikrinimui skaičiuoja lygiškumo kodą naudojant **XOR operaciją** (paprastesnė nei Hamming ECC)
  - Reikalauja **tik vieno papildomo disko** lygiškumo kodams saugot, nepriklausomai nuo diskų masyvo dydžio
  - Jei vienas iš diskų nusimuša galima atstatyti informaciją
  - Dideli perdavimo greičiai, bet tik **viena užklausa** aptarnaujama vienu metu

# 3 sis lygis (lygiškumo bitai pagal XOR)





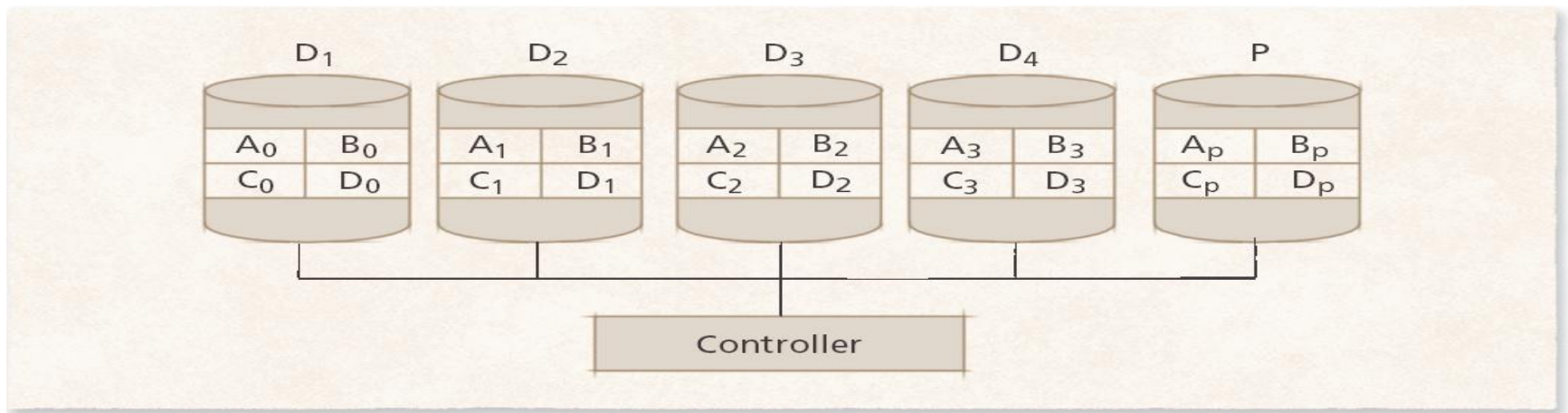
## 4 lygis(sudalinimas blokais +XOR lygiškumas)

### ■ 4 lygis

#### □ Panašus į 3-io lygio RAID

- Saugo didesnius gabalus – **blokus**, visas blokas yra įrašomas į duomenų diskus, “parity” įrašai taikomi blokams
- Gali aptarnauti **daugiau užklausų**, nes failai su didele tikimybe yra viename diske
- **Write** užklausos vykdomos **po vieną** vienu metu
  - Šis apribojimas nuimtas 5-tame lygyje
- Retai taikomas, kadangi 5 lygis turi geresnes charakteristikas

## 4 lygis(sudalinimas blokais +XOR lygiškumas)



Drive 1	Drive 2	Drive 3	Drive 4	Drive 5
Block 1	Block 2	Block 3	Block 4	1+2+3+4Parity
Block 5	Block 6	Block7	Block 8	5+6+7+8Parity

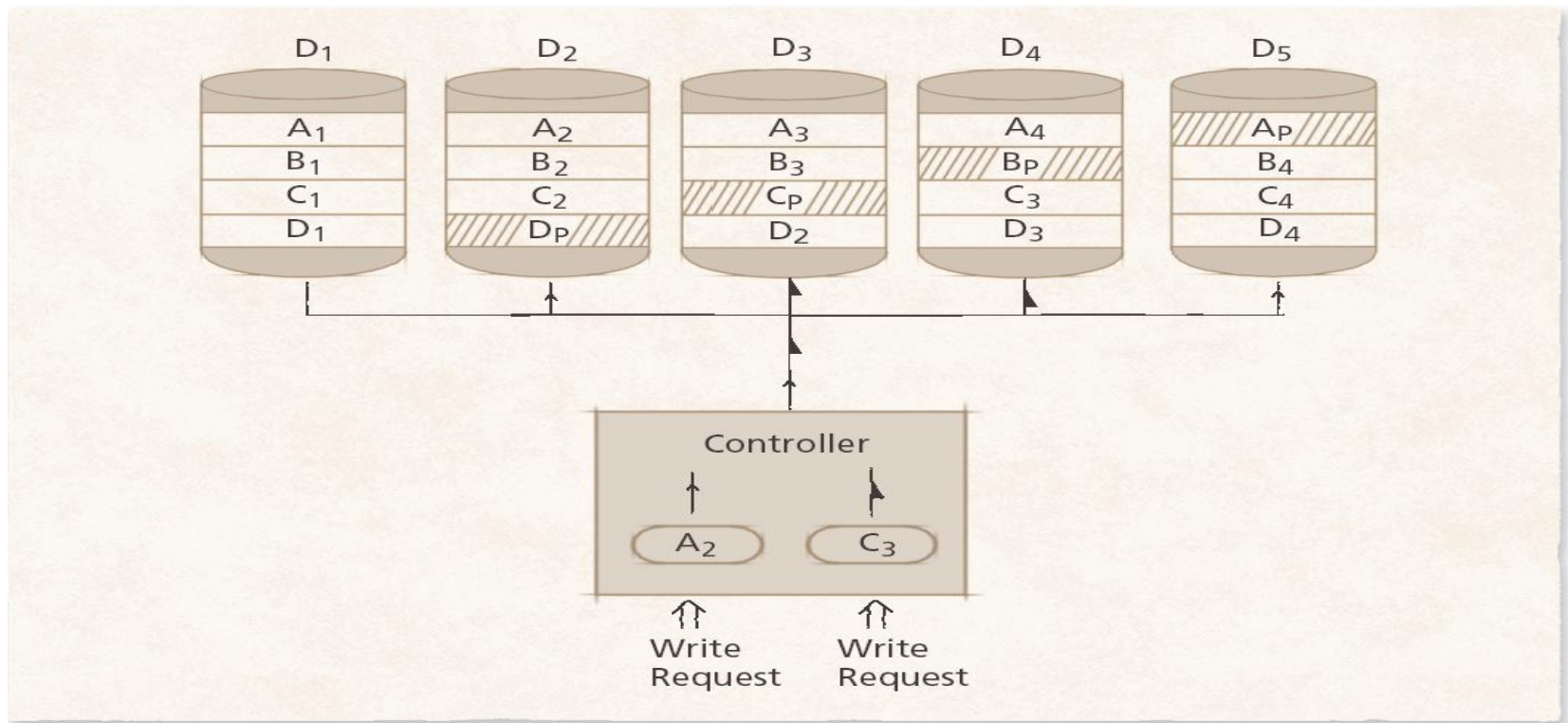
## 5 –sis lygis (blokinis dalinimas + paskirstytas XOR lygiškumas)

### ■ 5 lygis

#### □ Panašus į 4 lygį

- Panaikina siaurą vietą rašymo atveju (RAID 4 lygis), nes lygiškumo blokai išdėstomi per visus diskus- vienas lygiškumo blokas atitinka visuose duomenų diskuose esančius blokus (strip juostą)
- Taip pat reikalauja lygiškumo informacijos atnaujinimo
  - Jei vyksta daug smulkių įrašymų tai gali kelt problemą.
  - Galima naudoti cache
- Greitesnis ir patikimesnis , nei 2-4 lygio RAID
  - Tai vienas dažniausiai įdiegiamų RAID lygių

## 5 –tasis RAID lygis(blokinis sudalinimas ir paskirstytas lygiškumas)



# Kiti RAID lygiai

- RAID 6 teikia papildomą lygiškumo informaciją didindamas atsparumą nusimušimams
- RAID lygis 0 + 1 : grupė diskų su “strip” informacija, kuri turi veidrodinius atspindžius
- RAID lygis 10: grupė veidrodinio atspindžio duomenų, kuri sudalinta į grupę diskų
- Galimos ir kitos realizacijos:
  - 0+3, 0+5, 50, 1+5, 51, 53 RAID 7

# Diskai ir OS

- Pagrindinis OS vykdomas uždavinys, susijęs su diskais:
  - Valdyti fizinius diskus
  - Atvaizduoti juos aplikacijoms kaip virtualius įrenginius
- OS teikia dvi diskų abstrakcijas:
  - *Fizinis įrenginys* – duomenų blokų masyvas
  - *Failų sistema* – tam tikru būdu sutvarkytų failų rinkinys

# Magnetinės juostos

- Tai pigesni įrenginiai nei diskai
- Naudojami tada, kai nėra reikalingas atsitiktinis išrinkimas ( atsarginės kopijos)
- Dažniausiai pateikiama abstrakcija – fizinis įrenginys:
  - Rinkinys blokų

# Flash atmintinė

- Išsaugo duomenis išsaugant elektros krūvį
- Nenaudoja mechaninių judesių ( nereikia galvot apie paieškos laikus)
- Mažiau energijos ir šilumos
- Blokai susidėvi po 10 000 – 100 000 (trynimų)



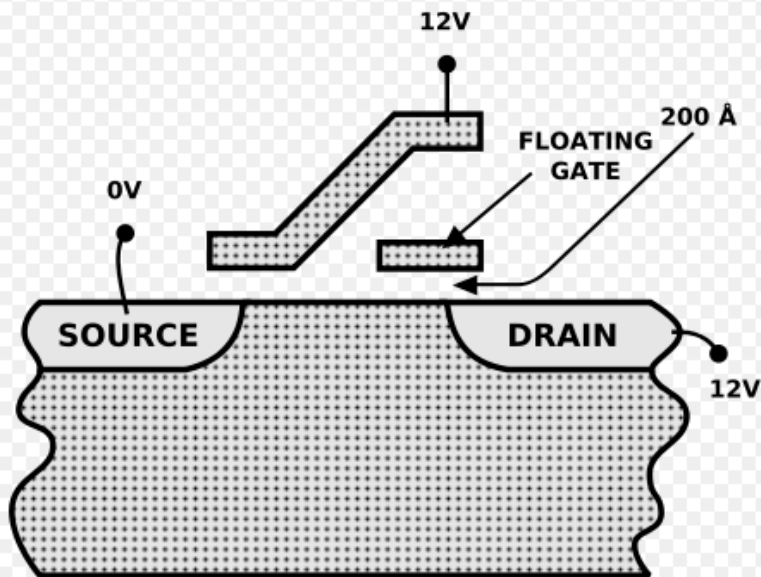
# “Flash” atmintinė

- Jei plaukiojanti užtūra yra neįkrauta, tai tranzistorius yra laidus energijai ir tai galima laikyti loginiu 1.
- Programavimo įtampos priverčia elektronus tekėti link plaukiojančios užtūros, įtampą pašalinus krūvis plaukiojančioje užtūroje išlieka ir tai atitinka loginiam 0

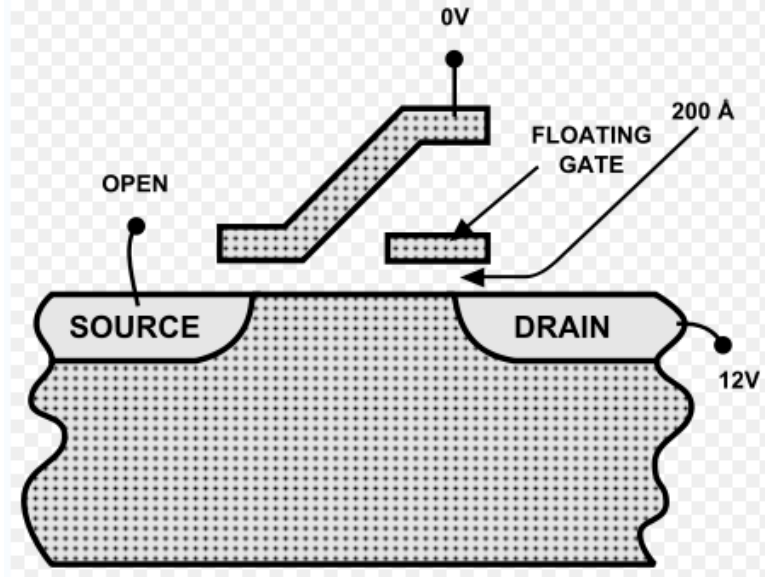


A USB flash drive. The chip on the left is the flash memory. The microcontroller is on the right.

## Programming Via Hot Electron Injection



## Erase Via Tunneling



# Flash diskai

- Portatyvūs atmintinės įrenginiai
  - Atsitiktinio išrinkimo atmintinė
  - Galimos Read/Erase/Write operacijos
- Charakteristikos:
  - Neturi paieškos ar sukimosi vėlinimo.
  - Gali būti ryškesni perdavimo laikai.
  - Ilgaamžiškumo problemos (ribotas kiekis rašymų į bloką)