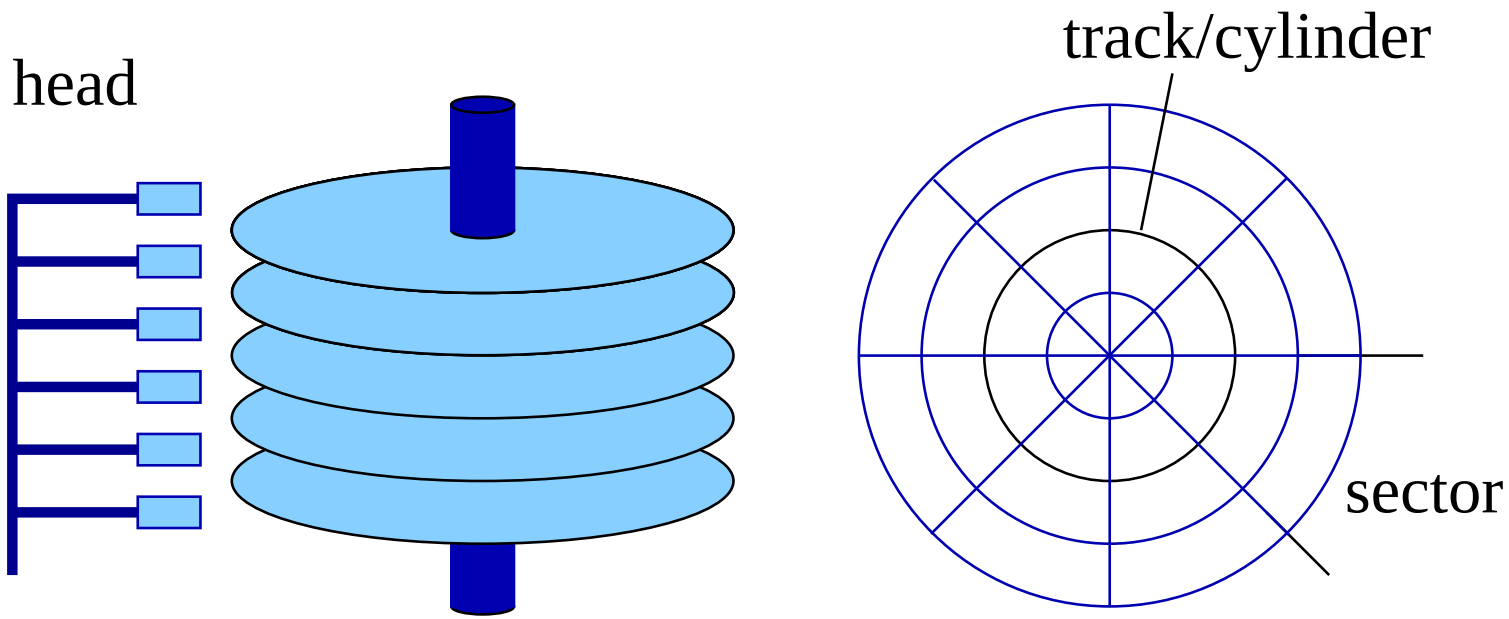
Salvestussüsteemid

- Ketta struktuur
- Ketaste ühendamine
- Kettapöörduste planeerimine
- Ketaste ette valmistamine
- Saalimisala haldus
- RAID struktuurid

Ketta struktuur

- Ketas kui loogiliste plokkide jada
- Plokkidele seatakse vastavusse sektorid
- Sektorite ringi paigutamine
- Konstantne lineaarkiirus (CLV)
- Konstantne nurkkiirus (CAV)

Ketta struktuur



Ketta parameetrid

parameeter	360 KB floppy	WD 18300 ketas
silindrite arv	40	10601
radu silindril	2	12
sektorit rajal	9	281 (keskm.)
sektorit kettal	720	35742000
baiti sektoris	512	512
ketta maht	360 kB	18.3 GB
positsioneerimine kõrvalrajale	6 ms	0.8 ms
positsioneerimine keskmiselt	77 ms	6.9 ms
ühe täispöörde aeg	200 ms	8.3 ms
mootori käivitusaeg	250 ms	20 s
1 sektori ülekande aeg	22 ms	17 μs

Ketaste ühendamine

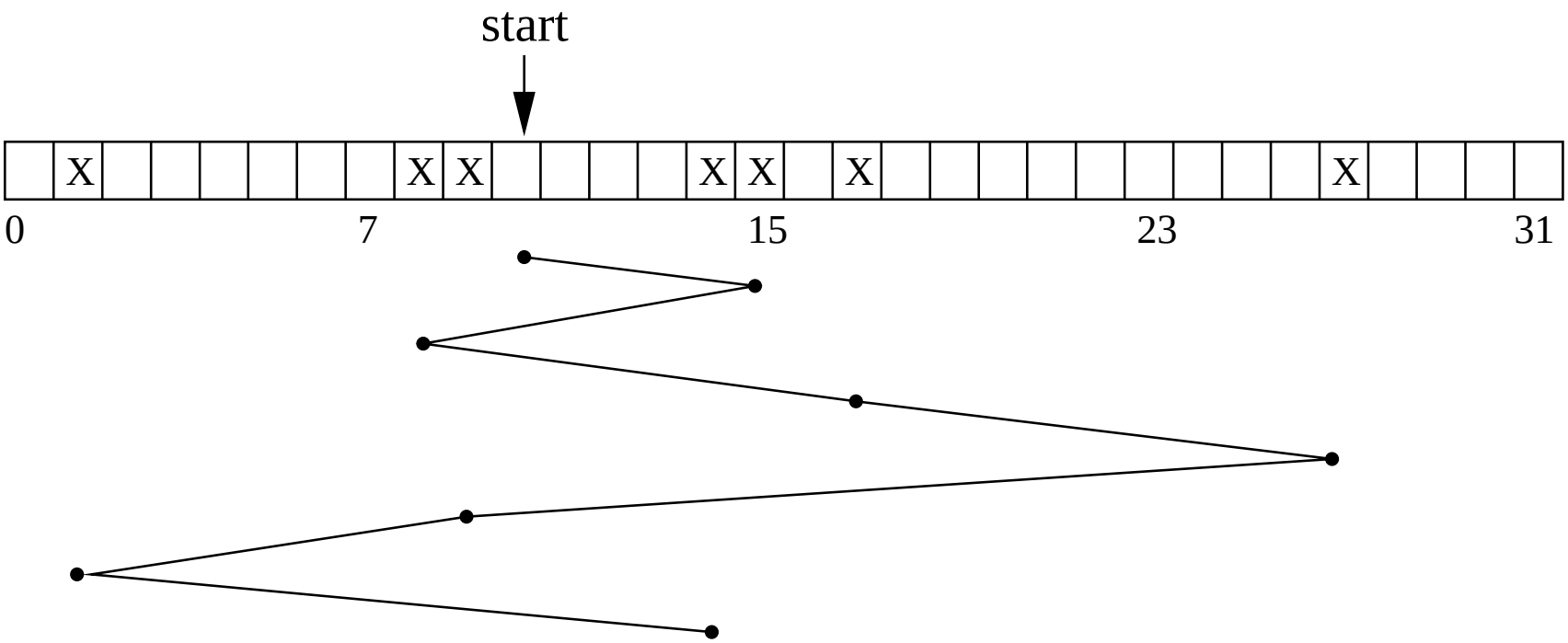
- Otse arvuti külge
  - ATA, SCSI, FireWire, USB, . . .
- Salvestusseadmete võrgu kaudu
  - SAN – *Storage Area Network*
  - Oma protokollistikuga võrk salvestusseadmete ja serverite vahel
  - Switched FibreChannel, FC-AL
  - IP võrk (+1G/10G Ethernet jms)
  - Infiniband

Kettapöörduste planeerimine

- Opsüsteem vastutab kettapöörduste efektiivsuse eest
  - Läbilaskekiirus suureks
  - Viivitus väikseks
- Pöördusajal kaks olulist tegurit:
  - Raja otsimine – aeg sõltub selest, kuipalju on pead vaja liigutada
  - Rajalt sektori otsimine (keskmiselt pool pööret)
- Läbilaske maksimaalne kiirus sõltub kettaseadmest
- Opsüsteem tahab liigse positsioneerimise välja optimeerida, et läbilase oleks maksimumi lähedane
- Kui meil on ketta järjekorda kogunenud päringud mingitele sektoritele, mis järjekorras neid täita, et viivitus (lugemispea poolt läbitud vahemaa) vähim oleks?

Klassikalised kettapöörduste planeermise algoritmid

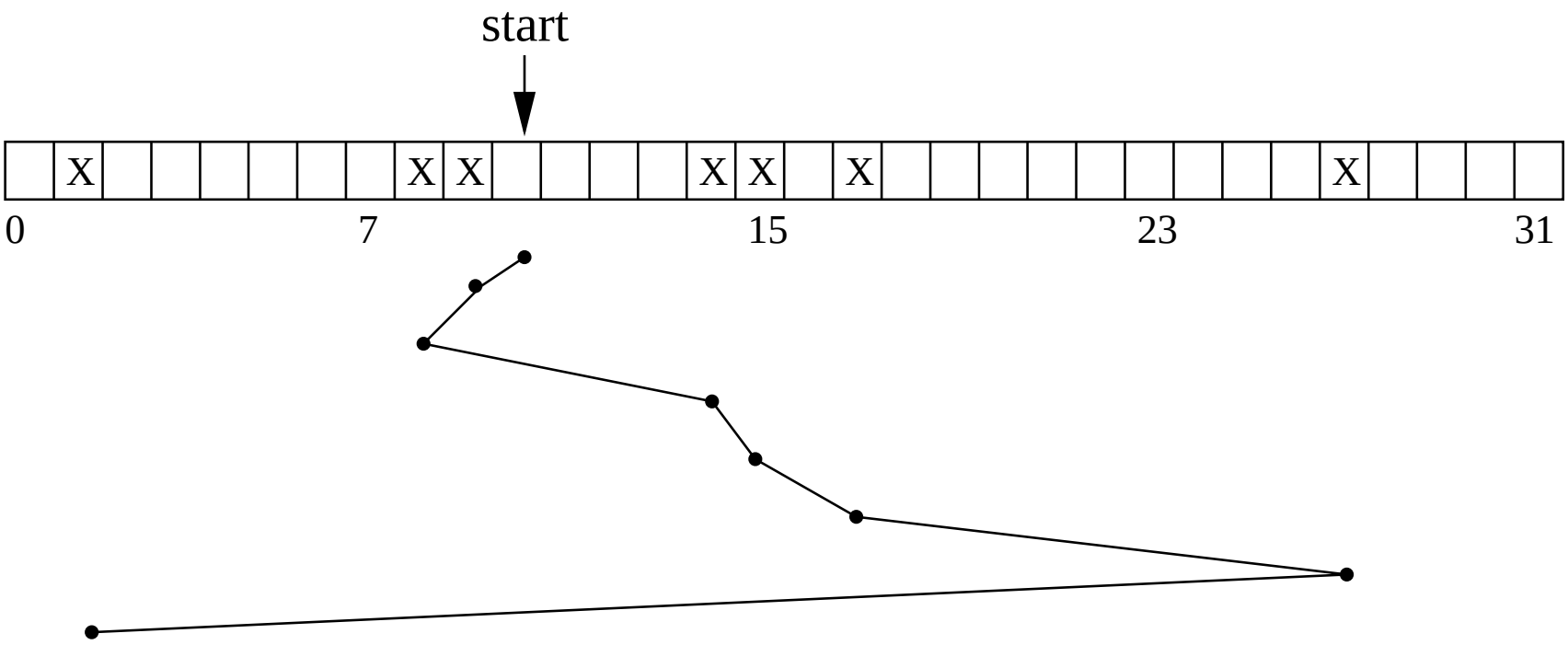
- FCFS – *First Come First Served* (69)



- Näide: päringute järjekord 15, 8, 17, 27, 9, 1, 14
- Kokku 69 raja vahetust

Klassikalised kettapöörduste planeermise algoritmid

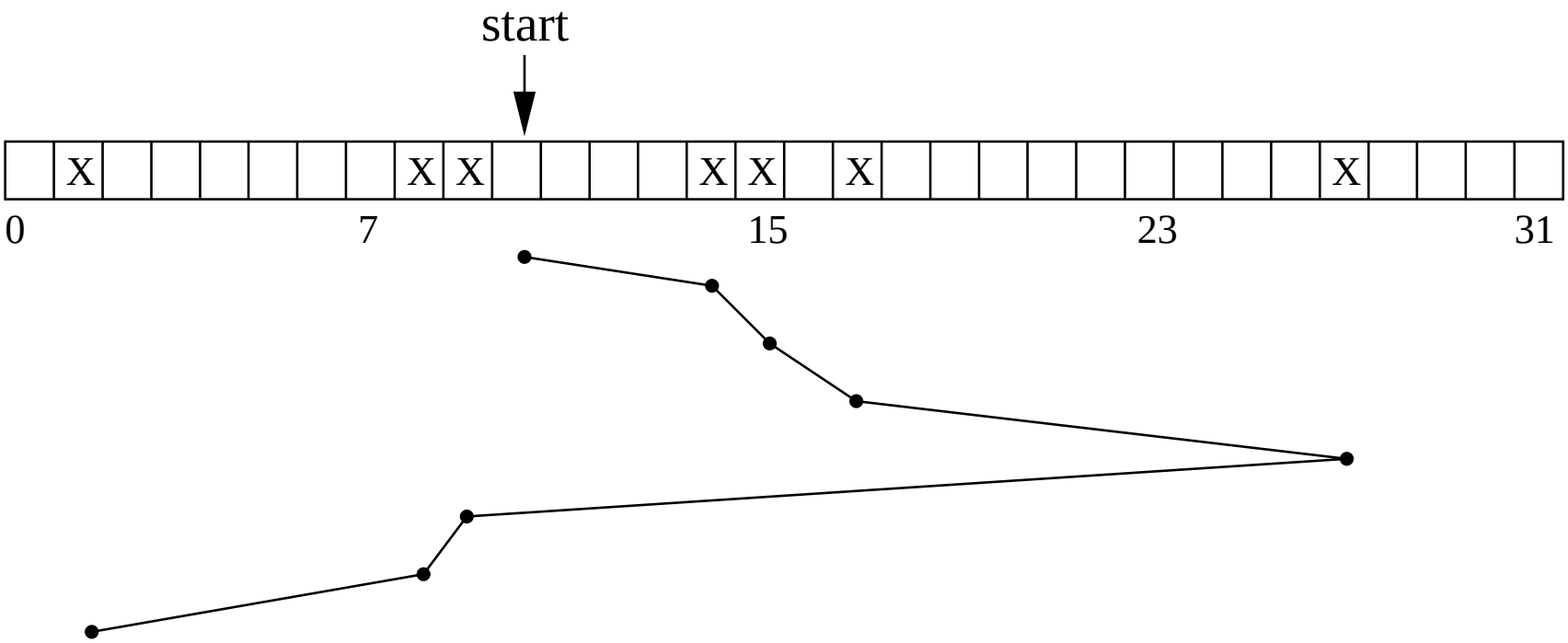
- SSTF – *Shortest Seek Time First* (48)



- Sarnane SJF protsesside planeerijale
- . . . aga pole optimaalne
- Võib põhjustada näljutamist

Klassikalised kettapöörduste planeermise algoritmid

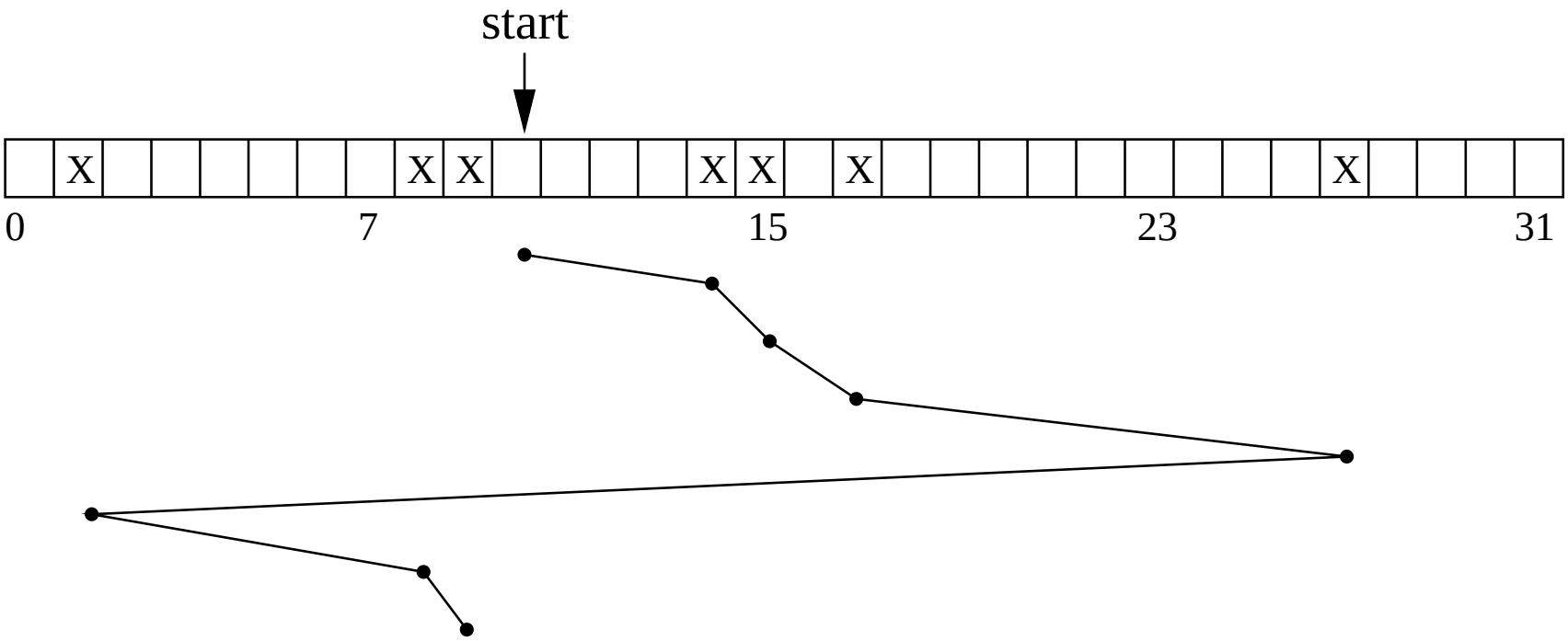
- SCAN (ka elevaatoralgoritm) – pea käib ketta ühest äärest teise ja teenindab teele jäävaid päringuid (50)
- LOOK – pea viiakse kummaski otsas ainult äärmise päringuni (42)



- Keskel asuvaid sektoreid teenindatakse kiiremini

Klassikalised kettapöörduste planeermise algoritmid

- C-SCAN – nagu SCAN, aga tagasiteel päringuid ei teenindata (61)
- C-LOOK – pea viiakse otsest ainult äärmise päringuni (51)



- Päringute teenindamise ooteajad on ühtlasemad

Kettapöörduste planeerimise algoritmid Linuxis

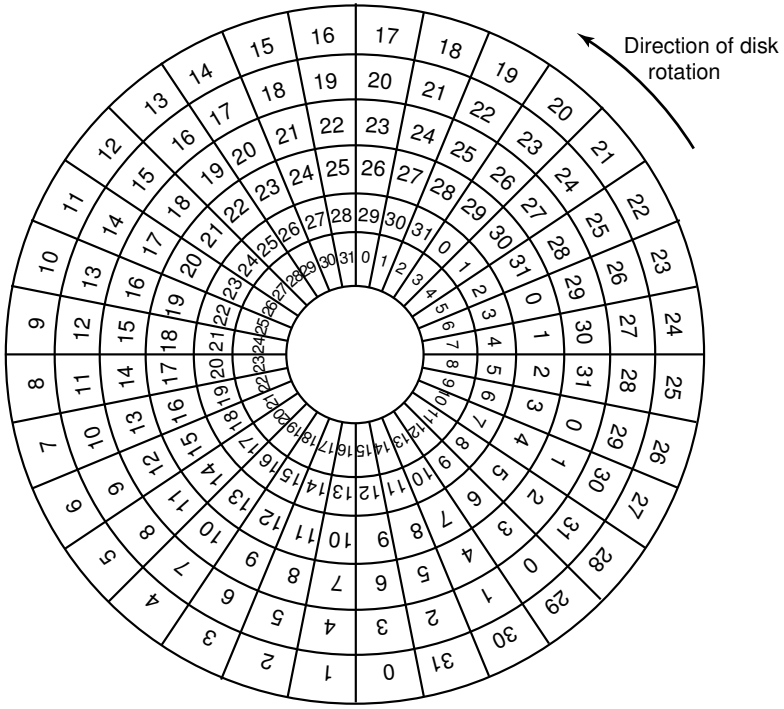
- NOOP (ainult päringute kokku kleepimine)
- Anticipatory (mitme lugemispäringu ootamine, et kokku kleepida)
- Deadline (prioriteediklassid vastavalt interaktiivsusele, näljutamise vastu tähtaeg)
- CFQ (päringud jagatakse klassidesse ja võetakse klassidest vaheldumisi)

Ketaste ette valmistamine

- Madala taseme formaatimine (füüsiline formaatimine, *low level formatting*) – sektorimärkide radadele kandmine
- Partitsioneerimine – ketta osadeks jaotamine
- Loogiline formaatimine ehk failisüsteemi tekitamine
- Bootloaderi installimine
- Vigaste kettaplokkide leidmine ja meelde jätmine

Madala taseme formaatimine

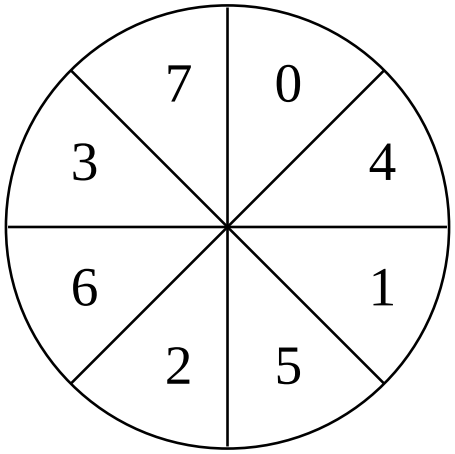
- *Cylinder skew* – erinevate radade sektorid on üksteise suhtes nihkes

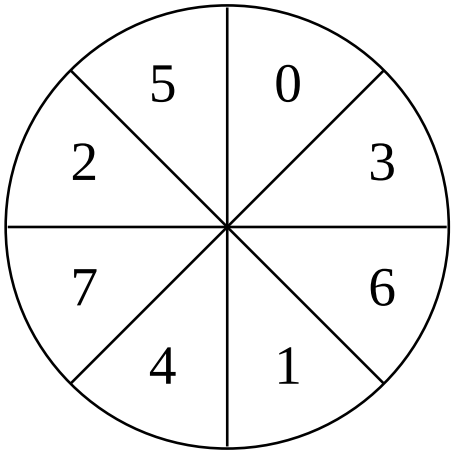


- Aitab vähendada pöördumisviivitust järjestikuste sektorite lugemisel mitmelt rajalt

Madala taseme formaatimine

- Vahelejätt (*interleaving*) – sektorid paigutatakse üle ühe





- Aitab vältida olukorda, kus eelmise sektori andmete ülekandimise ajal liigub lugemispea üle järgmise sektori
- Aeglasema ülekandekanali puhul kasutatakse ka üle kahe vahelejättu (*double interleave*)
- Pole vajalik, kui kontroller puhverdab kogu raja tervikuna

Saalimisala haldamine

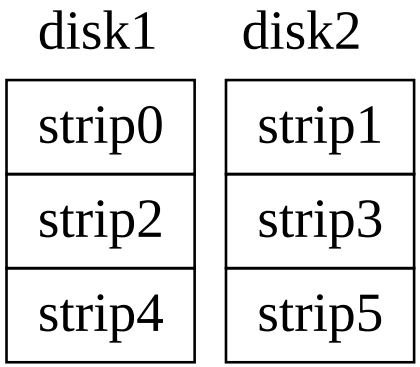
- Saalimisala – protsesside või lehekülgede salvestusruum virtuaalmälule
- Eraldi kettal/partitsioonil
- (Eelallokeeritud) failis
- Saalimisala protsessi kogu virtuaalmälu kohta (BSD UNIX)
- Saalimisala reaalselt välja saalitud mälulehekülgede kohta (Solaris, Linux, . . .)
- RAM-is peab saalimisala kohta kaart olema

RAID massiivid

- RAID – *Redundant Array of Inexpensive Disks*
- Paralleelsuse kaudu kiiruse ja töökindluse suurendamine
- Peegeldamine (*mirroring, shadowing*)
- Paarsusinfo laiali jagamine (*interleaved parity*)
  - Bitikaupa
  - Plokikaupa
- Parandusaeg peab mõistlik olema
- Kuumvaru (*hot spare*), ketaste kolimine
- Tarkvaraline vs riistvaraline RAID
- NVRAM vahemälu

RAID 0

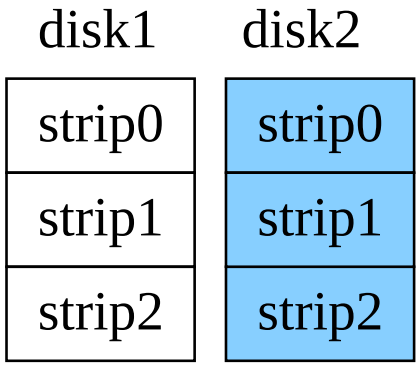
- RAID 0 – Mitmest kettast ühe suure tegemine (*striping*)
- Virtuaalne ketas koosneb vöötidest (*stripe*), igas vöödis k sektorit
- Vöödid on jagatud n ketta vahel



- Kõrvuti olevate vöötide lugemine võib toimuda paralleelselt
- Parandab jõudlust, kuid kahandab töökindlust
- Kui süsteem loeb ketast sektorhaaval, siis pole efektiivsuses võitu

RAID 1

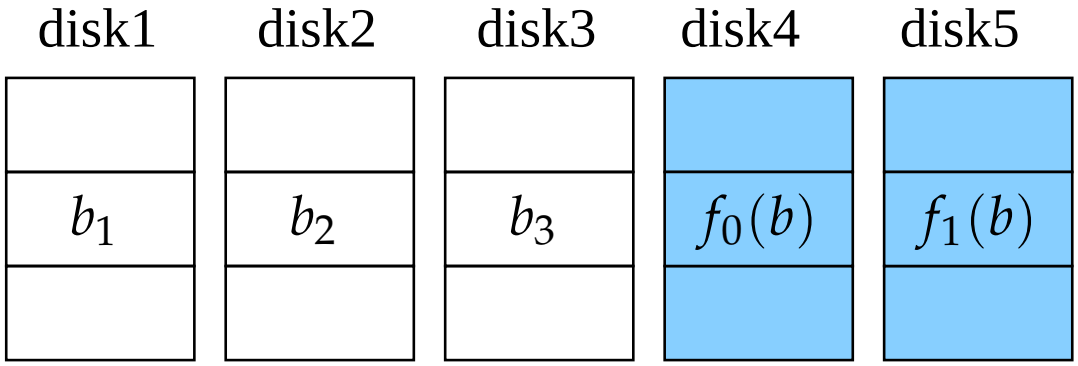
- RAID 1 – Peegeldamine (sama info mitme seadme peal)



- Säilivad RAID1 eelised
- Vööt loetakse sellelt kettalt, kust parasjagu kiirem on
- Kirjutamised peavad toimuma kõigil ketastel, aga saab teha korraga

RAID 2

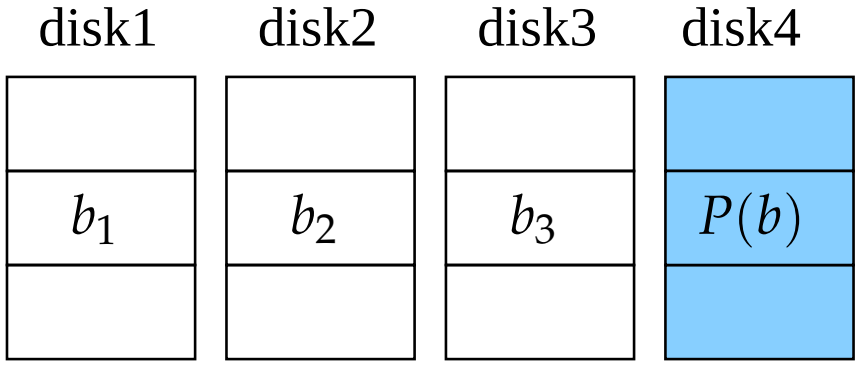
- RAID 2 – Mälu stiilis veaparanduskoodid (ECC)



- Vöödid on väikesed (biti, baidi või sõna suurused)
- Lisaks salvestatakse Hammingi kood
- Ühe ketta veast suudab taastuda
- Vajab log lisakettaid
- Harva kasutusel

RAID 3

- RAID 3 – Bitihaaval paarsuskontroll



- Vöödid on väikesed (biti, baidi või sõna suurused)
- Liiasuse saavutamiseks leitakse tegelike andmete XOR (paarsusinfo)
- Paarsusinfo jaoks vaja lisaketast
- Suudab taastuda ühe ketta veast

RAID 4

- RAID 4 – Plokihaaval paarsuskontroll

disk1	disk2	disk3	disk4	disk5
strip0	strip1	strip2	strip3	P(0–3)
strip4	strip5	strip6	strip7	P(4–7)
strip8	strip9	strip10	strip11	P(8–11)

- Sarnane RAID 3-ga, kuid vöödisuurus suurem
- *Read-modify-write*
- Iga kirjutamisoperatsioon nõuab paarsusinfo korrigeerimiseks kõikide ketaste lugemist
- Alternatiivselt arvutatakse paarsusinfo vanast andme- ja paarsusinfost (2 lugemist)
- Paarsusketas võib osutuda pudelikaelaks

RAID 5

- RAID 5 – Plokihaaval hajutatud paarsuskontroll

disk1	disk2	disk3	disk4	disk5
strip0	strip1	strip2	strip3	P(0–3)
strip4	strip5	strip6	P(4–7)	strip7
strip8	strip9	P(8–11)	strip10	strip11
strip12	P(12–15)	strip13	strip14	strip15
P(16–19)	strip16	strip17	strip18	strip19

- Nagu RAID 4, aga paarsussektorid on hajutatud ketaste vahel
- Väldib erladi paarsuskettaga seotud jõudlusprobleemi

RAID 6

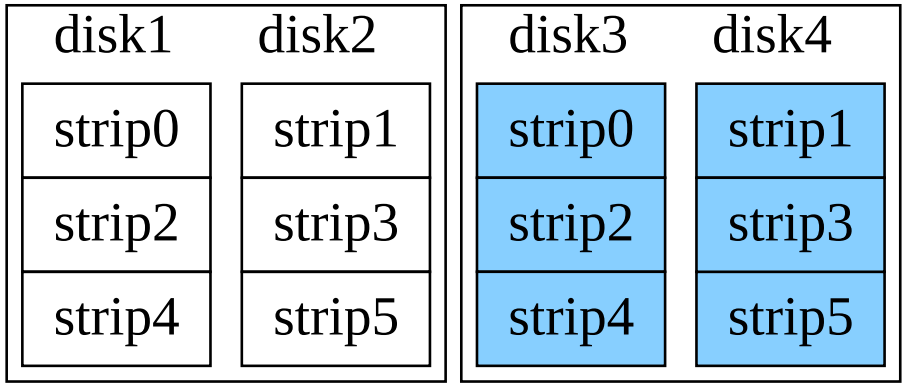
- RAID 6 – Kahemõõtmeline paarsuskontroll

disk1	disk2	disk3	disk4	disk5	disk6
strip0	strip1	strip2	strip3	P(0–3)	Q(0–3)
strip4	strip5	strip6	P(4–7)	Q(4–7)	strip7
strip8	strip9	P(8–11)	Q(8–11)	strip10	strip11
strip12	P(12–15)	Q(12–15)	strip13	strip14	strip15
P(16–19)	Q(16–19)	strip16	strip17	strip18	strip19

- Nagu RAID 5, aga liiasust arvutatakse kahe erineva funktsiooni abil
- Vajab kahte lisaketast
- Suudab taastuda kahe ketta vigade korral

RAID 0+1

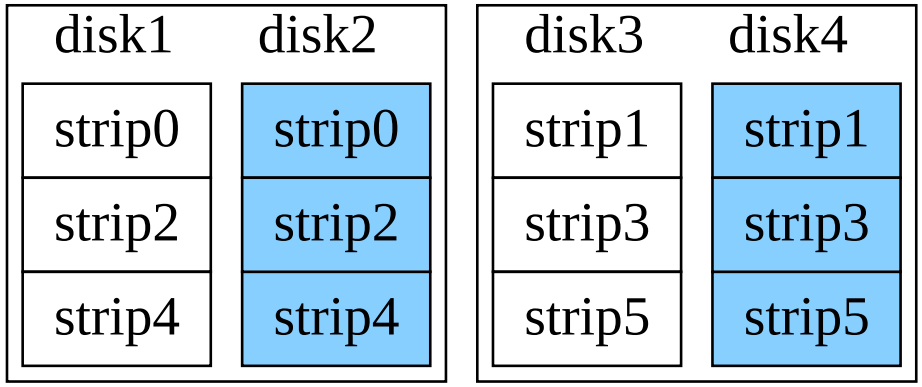
- RAID 0+1 – peegeldatud *stripe*'id



- Kannatab ühest peegli poolest kasvõi mitme ketta viga, aga teine peegli pool peab terveks jääma

RAID 1+0

- RAID 1+0 – *stripe*'itud peeglipaarid



- Kannatab ühe ketta viga igast peeglipaarist
- Keskmiselt kannatab vigu rohkem kui RAID 0+1, aga kaks veaga ketast võivad ka RAID 1+0 maha võtta