



IT KOLLEDŽ
TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Andmed

Andmesalvestustehnoloogiad I395

Edmund Laugasson

edmund.laugasson@itcollege.ee

https://wiki.itcollege.ee/index.php/User:Edmund#eesti_keeles

Käesoleva dokumendi paljundamine, edasiandmine ja/või muutmine on sätestatud ühega järgnevatest litsentsidest kasutaja valikul:

* GNU Vaba Dokumentatsiooni Litsentsi versioon 1.2 või uuem

* Creative Commons Autorile viitamine + Jagamine samadel tingimustel 4.0 litsents (CC BY-SA)



Loenguteemad

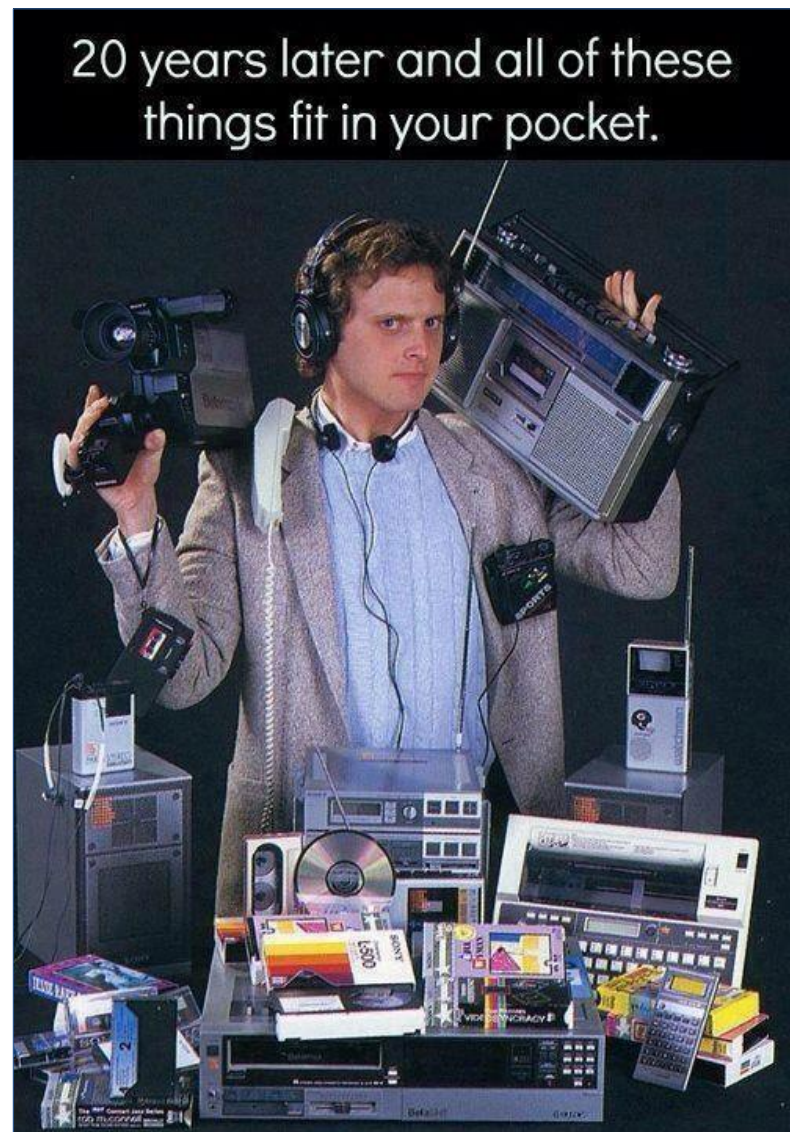
- Andmed/Informatsioon
- Andmete elutsükkel
- Andmekeskuse infra ja salvestussüsteemid
- Liidesed
- Salvestusvahendid
- Ketta struktuur, parameetrid, nimetamine
- Kettajaod (ajalugu + nimetamine)
- Failisüsteemid



Andmed ja informatsioon

- Alus andmesalvestustehnoloogia arengule
- Andmed vs informatsioon
- Ekspotentsiaalne kasv
- FunFact: Täna toodetakse maailmas 2 päevaga sama palju informatsiooni, kui ajaloo algusest kuni aastani 2003 kokku.
- Mõned põhjused
- Andmed > Informatsioon > Teadmised > Tarkus

Andmed ja informatsioon



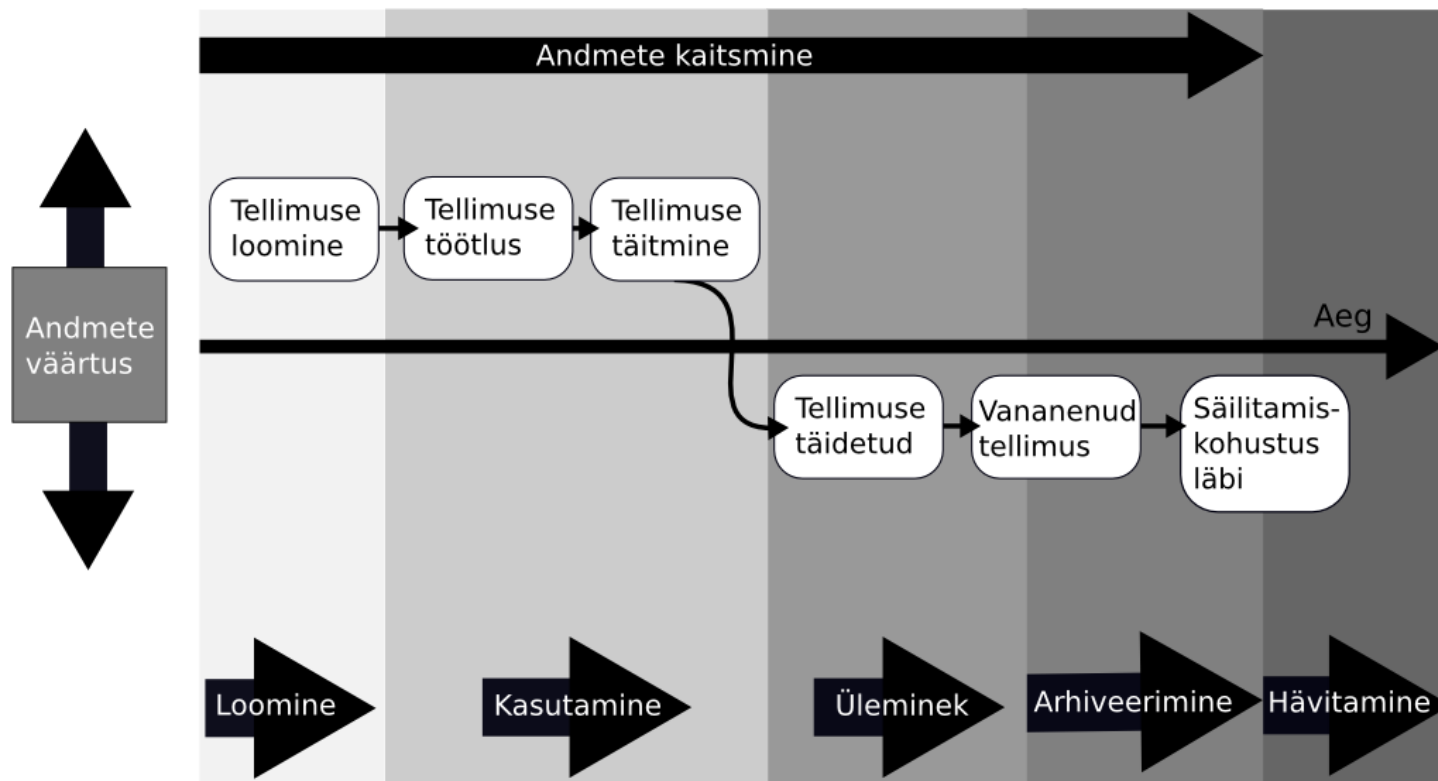


Andmete elutsükkel

Miks on oluline teada, milline on ettevõtte andmete elutsükkel?

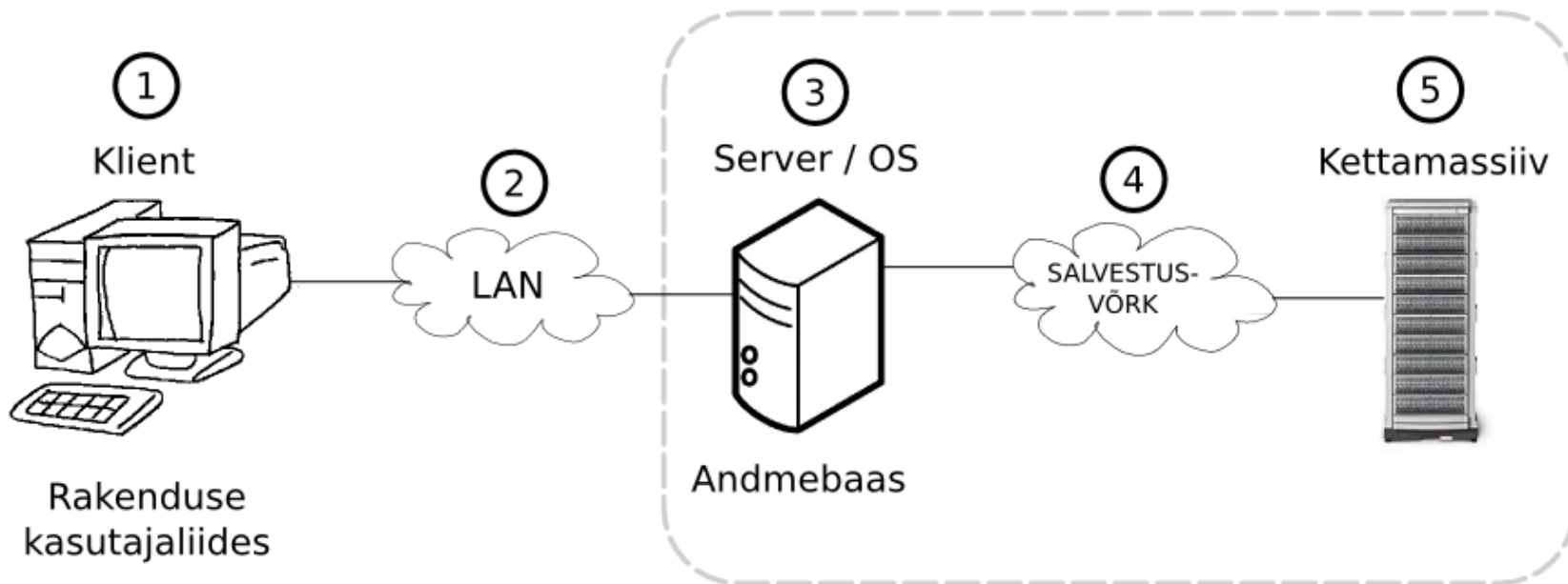


Andmete elutsükkel



Andmekeskuse taristu

- Lihtsustatud kujul:





Andmekeskuse taristu I

- Klientarvuti rakendus kasutajaliidesega
 - Võtab vastu / saadab välja andmeid
- Võrguühendus – LAN, WLAN (Wireless LAN) jne
 - Transpordib klientarvutist saadud andmed andmebaasi või andmebaasist klientarvutisse
- Server operatsioonisüsteemi (OS) ja andmebaasiga (AB), mis teenindab klientrakendust
 - OS: Platvorm andmebaasi tööks
 - AB: Salvestab andmed loogilistes tabelites

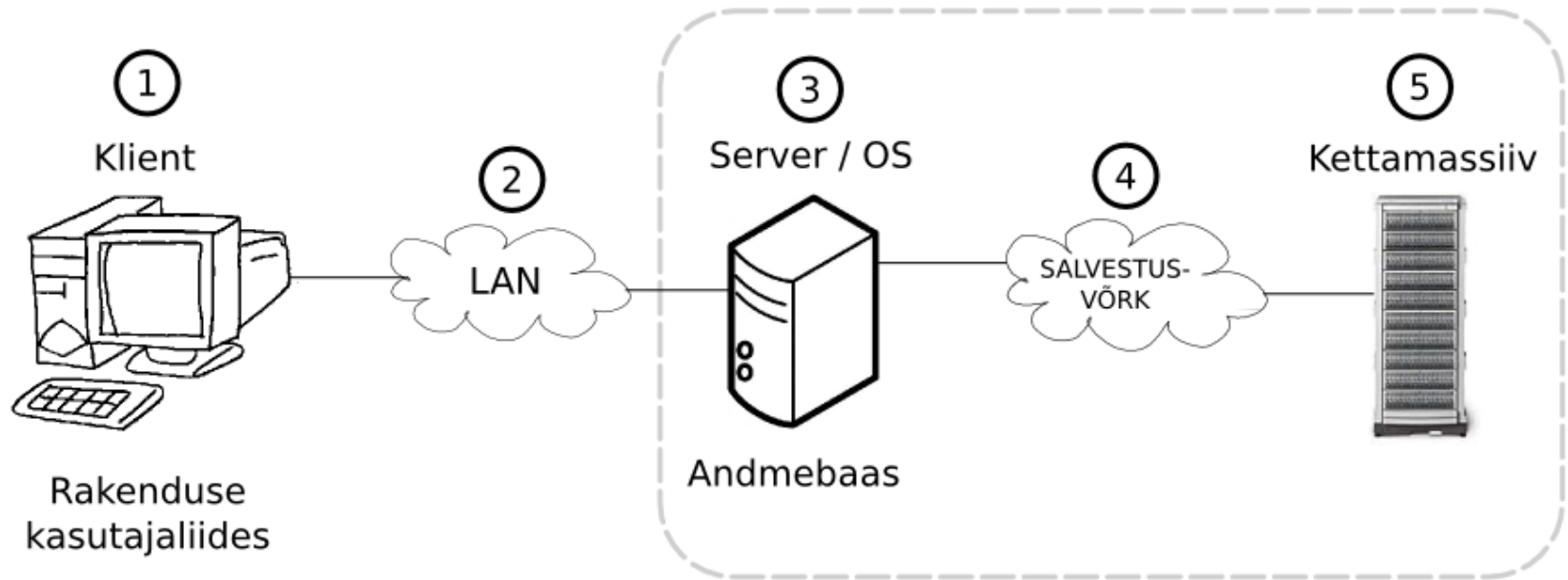


Andmekeskuse taristu II

- Andmesalvestusühendus – fiiber (FOC – *fibre-optic cable*), võrgukaabel (sõltuvalt valitud tehnoloogiast)
 - Andmete transportimine kettamassiivi või tagasi serverisse
- Kettamassiiv – kõvaketaste kogum
 - Andmete kirjutamine füüsilisele kettale
 - Salvestatud andmete lugemine kettalt

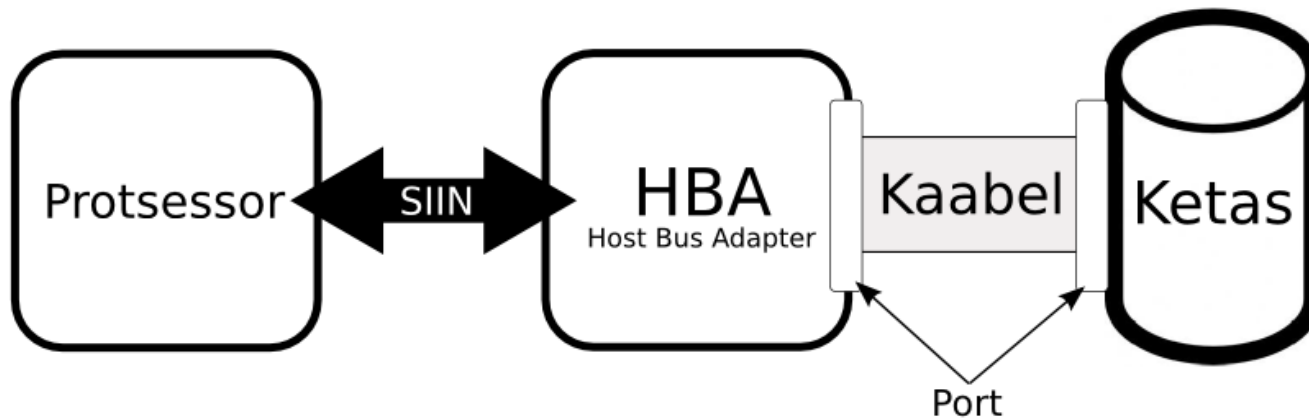
Aine skoop – salvestussüsteemid ja -tehnoloogiad

- Lihtsustatud kujul:



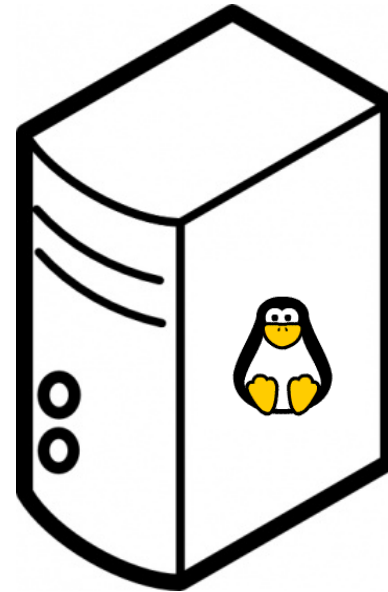
Salvestussüsteemid

- *Host* ehk peremeesarvuti
- Ühendatavus
- Andmesalvestusvahendid



Andmesalvestussüsteemi komponendid I

- *Host* ehk peremeesarvuti
 - Lauaarvuti
 - Sülearvuti
 - Server(id)



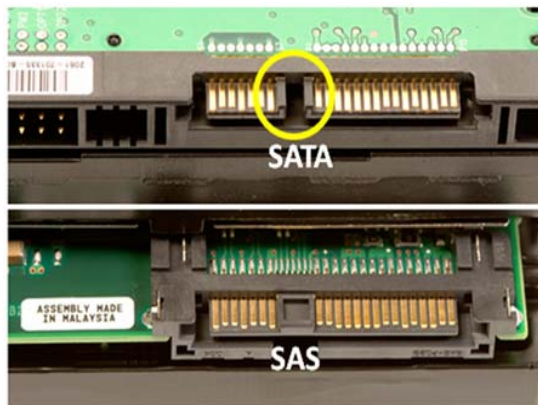
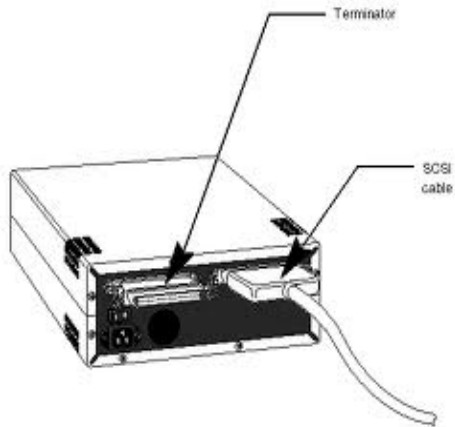
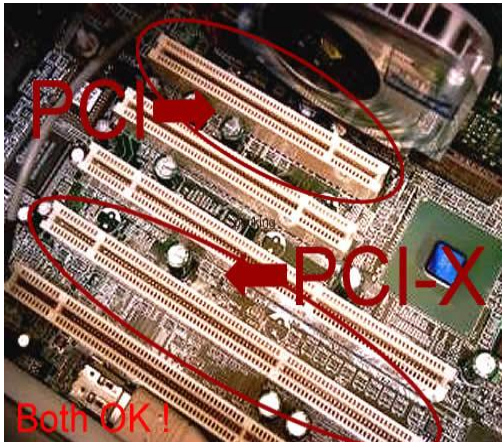
Andmesalvestussüsteemi komponendid I

- Ühendatavus
- PCI – Peripheral Component Interconnect
 - PCI – LAN kaardid, helikaardid, vanad videokaardid, raidkontrolleri kaardid jms
 - PCI express - videokaartidele
- IDE/ATA – *Integrated Drive Electronics / Advanced Technology Attachments*
 - Heal lapsel mitu nime (Parallel ATA)
 - Standardne liides kõvaketaste ühendamiseks masinaga
- SATA – *Serial Advanced Technology Attachments*
 - Suurem mahutatavus(2016: 8 TB), aeglasem jõudlus
 - odav(am), aga väiksem veakindlus

Andmesalvestussüsteemi komponendid I

- *SCSI – Small Computer System Interface*
 - Uuemal ajal kasutusel personaalarvutites ja sülearvutites
- *SAS - Serial-Attached SCSI*
 - Kasutusel serverites suurtes kettamasiivides
 - Kallid kuid kiired (3x kiirem kui SATA)
 - Mahud on ajas muutuvad (Seagate teatab 2016 augustis 60 TB SAS-liidesega SSD-kettast, mis valmib 2017 aastal)
- *High Speed Data Link (HSDL) – PCIe/SAS peal töötav hübriid (nt RevoDrive)*
- Adminnina pead süsteemide ehitamisel arvestama ka ketaste kasutamise üle
- SAS või SATA, tasapisi tulevad ka uuemad liidesed (PCIe, HSDL jne)
- Kiirus/hind vs aeglus/odavus
- Andmebaasid/e-post vs arhiivid/*standby* masinad

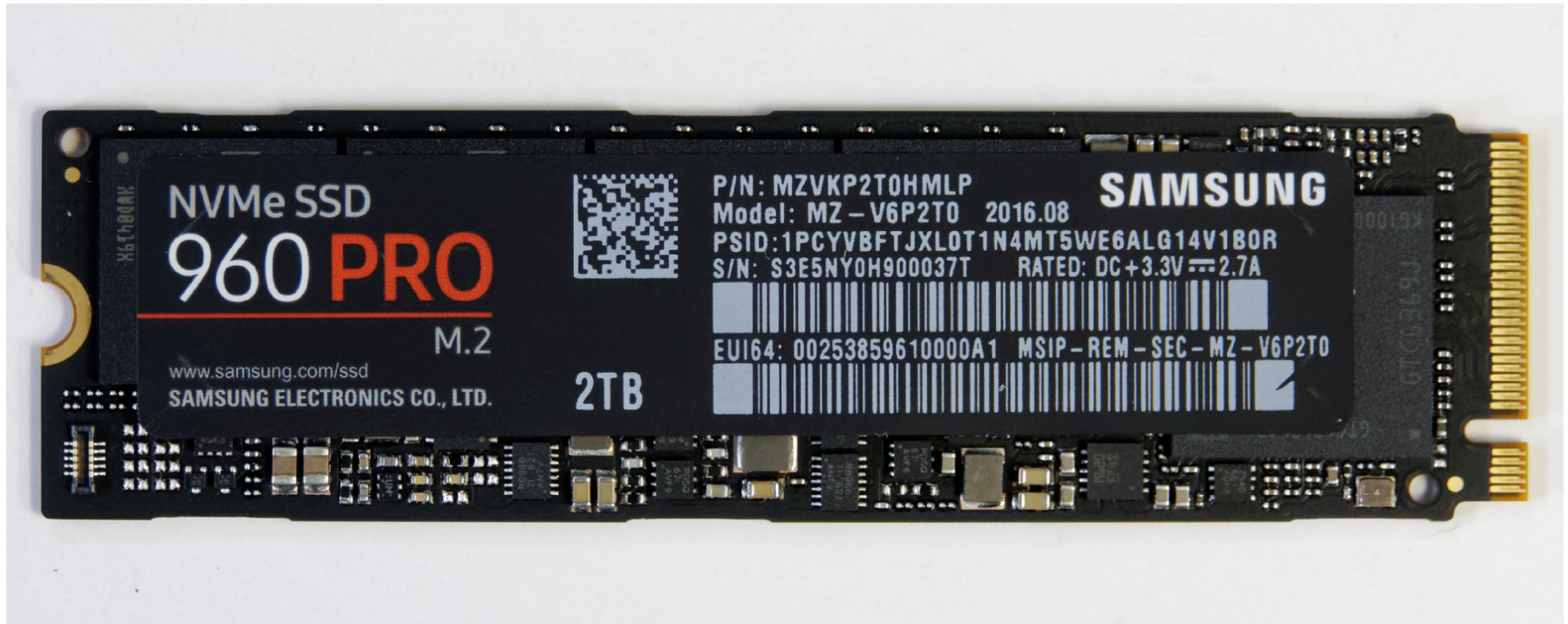
Andmesalvestussüsteemi komponendid I



Andmesalvestussüsteemi komponendid I

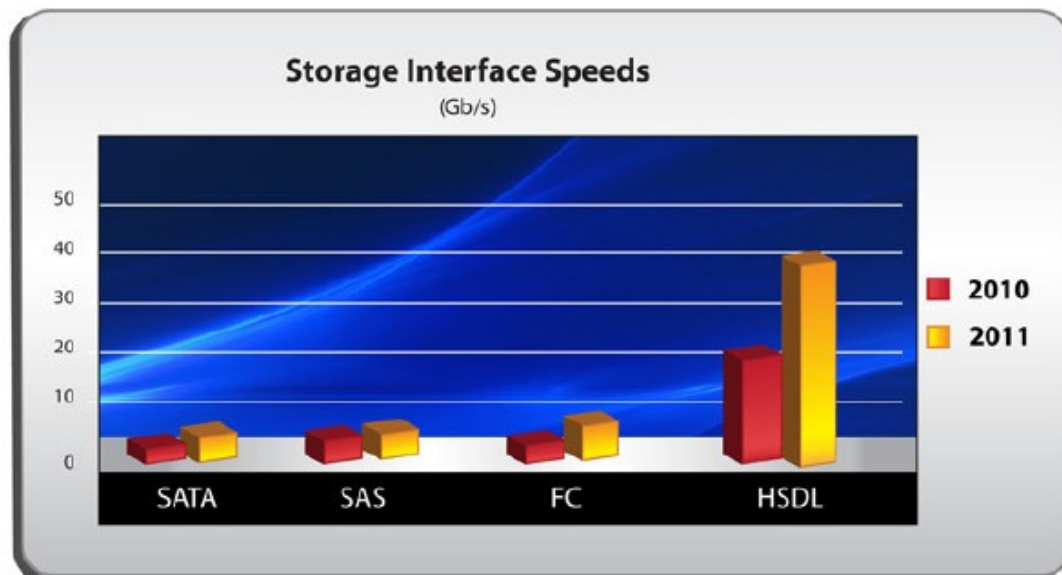
NVMe (Non-Volatile Memory Express disks)

https://en.wikipedia.org/wiki/NVM_Express



<https://www.pcper.com/reviews/Storage/Samsung-960-PRO-2TB-M2-NVMe-SSD-Full-Review-Even-Faster>

Andmesalvestussüsteemi komponendid I



HSDL puhul kasutatakse LVDS-tehnoloogiat kaablites andmeedastuseks: *Short for **Low Voltage Differential Signaling**, a low noise, low power, low amplitude method for high-speed (gigabits per second) data transmission over copper wire.*

<http://www.webopedia.com/TERM/L/LVDS.html>

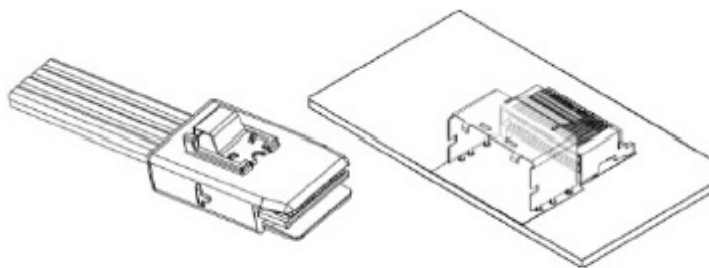


Figure 1: HSDL cable and locked connector assembly (fixed end) on circuit board

Reklaamipaus



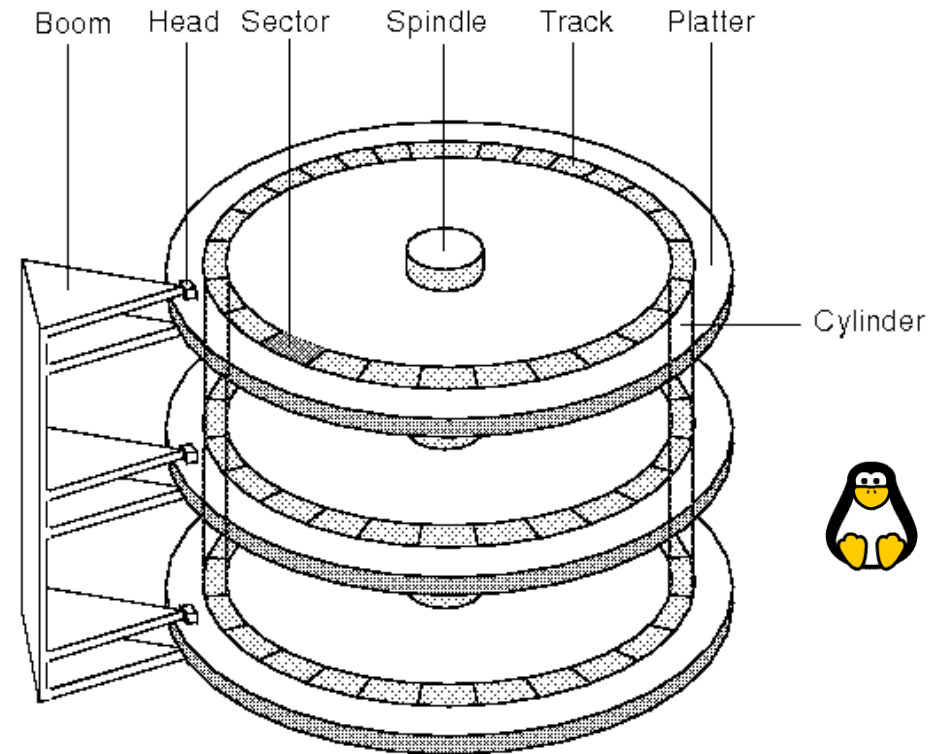


Andmesalvestussüsteemi komponendid II

- Magneetilised meediad
 - *Hard Disk Drive* ehk HDD, lindid ehk TAPE
 - Flopiseade (FDD – *Floppy Disk Drive*) (iganenud)
- Välgmälu meediad (ka pooljuhtkettad)
 - *Universal Serial Bus* ehk USB pulk
 - Solid State Disk ehk SSD
- Optilised meediad
 - *Compact Disk* ehk CD
 - *Digital Versatile Disk* ehk DVD
 - Blu-Ray ehk BD

Magnetilise kõvaketta struktuur (HDD)

- Rada
- Silinder
- Sektor
- Pea
- CHS standard ehk cylinder-head-sector
 - kuni 504MB ketastel
- LBA logical block address





Välkmäluketas (SSD – *Solid State Drive*)

- Plussid
 - Puuduvad liikuvad osad
 - Andmevahetuskiirus
~200...550MB (vs HDD max 200MB)
 - Väiksem voolutarve (2...3 W, ~30+ minutit akusäästu), olematu müratase ja vibratsioon
 - Põrutuskindel
 - Üldjuhul kõrgem eluiga
- Miinused
 - Kõrgem hind 1GB=0,2\$ vs HDD 1GB=\$0,075
 - Tavakäibes keskmine suurus 1TB vs HDD 4...8TB
 - Vajab regulaarset kettapuhastust (TRIM) jõudluse säilitamiseks (Linuxis fstrim CRON kaudu – tõsta /etc/cron.weekly/ alt /etc/cron.hourly/ alla)
 - Ketas lõpetab töö hoiatamata (enamasti)



Kõvaketta näitajad I

- Maht
 - 1 GB/GigaByte (10^9) ja 1 GiB/GibiByte(2^{30})
 - Kõvaketta tootjad kasutavad GB = 1000 MB
- Silindrite, peade arv ning sektorite suurus
- Kiirus
 - Pöörlemiskiirus
 - Revolutions per minute (rpm)
 - 5400, 7200, 10000, 15000 jne

Kõvaketta näitajad II

- Jõudlus
 - Lugemise/kirjutamise kiirus
 - Juhusliku bloki lugemine (oluline otsimisaeg)
 - Järjestikune lugemine (oluline rpm kiirus)
 - Otsimisaeg – kindla bloki leidmiseks kulunud aeg
 - Ligipääsuaeg – kindla bloki juurde jõudmiseks kulunud aeg
 - Kosteaaeg – „raisatud aeg“ :)
- Töökindlus
 - MTBF on mean time between failures
 - HDD 1,5 miljonit tundi, SSD 2 miljonit tundi
 - SSD: TBW (*terabytes to write*)
- Käivitamis-, seiskamistsüklite arv



Kõvaketta näitajad III

- Nimetamine süsteemis
 - Unix ja Linux laadsetes
 - SCSI, SATA, SAS /dev/sd*
 - Esimene SCSI ketas /dev/sda
 - Teine SCSI ketas /dev/sdb
 - IDE (iganenud tehnoloogia)
 - Esimene IDE master ketas /dev/hda
 - Teine IDE slave ketas /dev/hdb
 - Kolmeas IDE master ketas /dev/hdc
 - Windowsis C: D: jne kettad
 - Mac /dev/Disk*s*





Kettajaod

- Ketast on võimalik jagada erinevates kettajagudeks
- BIOSiga masinates läheb partitsioonitabel ketta algusesse Master Boot Record alale
 - Silinder 0, rada 0, sektor 0
 - Uuemal ajal GPT (EFI), kus partitsioonitabel on otse partitsioonil kirjas, mitte eraldi osas
 - Intel Itanium processoriga masinatel
 - Puudub kettajagude arvuline piirang (praktiliselt ...128)
- Arvati, et piisab 4st primaarsest kettajaost
 - Primaarne kettajagu
 - Laiendatud kettajagu
 - Loogilised kettajaod



Kettajaod

- DOS
 - Primaarsed kettajaod 1 – 4
 - Laiendatud kettajagu 1
 - Loogilised kettajaod 1...128
- GPT
 - 1...128 (teoreetiliselt piiramatult)
- Seadmete nimetamisel:
 - `/dev/sd*` (vt `lsblk`)
 - UUID = 5f473d92-42fd-459f-8bbc-3e52cbf1d368 (vt `blkid`)
 - LABEL = backup



Kettajagude konfiguratsioonifail

- Failis `/etc/fstab` on info failisüsteemide ühendamise kohta
- `# /etc/fstab: static file system information.`
- `# <file system> <mount point> <type> <options> <dump> <pass>`
- `proc /proc proc defaults 0 0`
- `UUID=6...703e / ext3 defaults,acl,errors=remount-ro 0 1`
- `UUID=9a...5 none swap sw 0 0`
- `/dev/scd0 /media/cdrom0 udf,iso9660 user,noauto 0 0`
- `/dev/sda1 /media/sda1 ntfs-3g defaults,locale=en_US.utf8 0 0`
 - dump: varukoopia sagedus
 - pass: vigade suhtes kontroll (1-juur, 2-pärast /, 0-ei kontrolli)

Failisüsteem

- Failisüsteem[1] on andmestruktuuride, algoritmide ja tarkvara kogum, mille eesmärk on salvestusseadme peale andmete organiseeritud paigutamine, et need hiljem leitavad ja kättesaadavad oleksid.
- OS süsteemidel erinevad failisüsteemid (levinumad):
 - Unix/Linux
 - EXT*, reiserfs, xfs, btrfs, zfs
 - Windows
 - FAT, NTFS, ReFS
 - macOS
 - HFS+, APFS
- Failisüsteemid:
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_file_systems
https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_file_systems
http://elinux.org/File_Systems

Viited

- Valguskaabel (FOC -) https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_fiber_cable
- Võrgutaristu - https://en.wikipedia.org/wiki/Structured_cabling
- Suurimad kõvakettad - <http://www.digitaltrends.com/computing/highest-capacity-hard-drives/>
- Informaatikas kasutatavad binaareesliited - https://en.wikipedia.org/wiki/Binary_prefix
- Atomic scale data storage (sh video) - <http://www.ibtimes.com/seagate-announces-60tb-ssd-worlds-largest-capacity-solid-state-drive-2400084>
- Seagate Enterprise kettad - <http://www.seagate.com/gb/en/enterprise-storage/hard-disk-drives/enterprise-capacity-3-5-hdd/>
- Revodrive - <https://ocz.com/us/ssd/>
- Tulevikusalvestus teemantitel - <http://tehnika.postimees.ee/v2/3888767/kuidas-salvestada-oma-andmed-igaveseks-andmesalvestuse-tulevik-peitub-teemantides>
- <http://www.nytimes.com/2016/10/27/science/diamonds-data-storage.html>
- <http://advances.sciencemag.org/content/2/10/e1600911>

Viited 2

- SCSI, ATA, SAS, SATA erinevused
http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Computer_Science/sas_sata.asp
- PCIe https://et.wikipedia.org/wiki/PCI_Express
- Erinevad mälukaardid
http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Computer_Science/Memory_card_types.asp
- Kõvaketas
 - <https://et.wikipedia.org/wiki/Kõvaketas>
 - https://et.wikipedia.org/wiki/Kirjutamis-_ja_lugemispea
- Pooljuhtketas <https://et.wikipedia.org/wiki/Pooljuhtketas>
- Ülevaated
 - <http://www.storagereview.com>
 - <https://www.pcper.com/subject/storage>

Viited 3

- Optilised andmekandjad
 - https://et.wikipedia.org/wiki/Kategooria:Optilised_andmekandjad
 - CD [https://et.wikipedia.org/wiki/CD_\(andmekandja\)](https://et.wikipedia.org/wiki/CD_(andmekandja))
 - DVD <https://et.wikipedia.org/wiki/DVD>
 - BD https://et.wikipedia.org/wiki/Blu-ray_Disc
- Arvuti mälu https://et.wikipedia.org/wiki/Kategooria:Arvuti_mälu
- SSD vs HDD võrdlus (aegub kiirelt)
http://www.storagereview.com/ssd_vs_hdd
- Ketta jagamine https://en.wikipedia.org/wiki/Disk_partitioning
- /etc/fstab <https://en.wikipedia.org/wiki/Fstab>
- Failisüsteem https://en.wikipedia.org/wiki/File_system
- UUID https://en.wikipedia.org/wiki/Universally_unique_identifier

Küsimused? Tänan tähelepanu eest!



IT KOLLEDŽ
TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL



TTÜ IT KOLLEDŽ

Raja 4C, 12616 Tallinn

tel +372 628 5800

info@itcollege.ee

<http://www.itcollege.ee/>