

dd - copy & convert

- kopioi dataa "raakana" tiedostorajoista välittämättä
- poikkeuksellinen syntaksi:
dd keyword=value [keyword=value...]
- tärkeimmät optiot:
 - if=syöttötiedosto
 - of=tulostiedosto
 - bs=lohkokoko (tavuja); myös ibs=... ja obs=...
 - count=lohkomäärä (syötteestä)
 - skip=ohitettava lohkomäärä syötteestä
 - seek=ohitettava lohkomäärä tulostiedostossa
 - oflags=... (joukko kopiointiin vaikuttavia asetuksia)
 - conv=... (joukko harvoin tarvittavia konversio-optioita, big-endian vs. little-endian jne)

Esimerkki: monen partition muutos

Levyllä kolme partitiota, root, swap ja /home. Suurennettava root-partitiota, levyä jo suurennettu ts. levyn lopussa on riittävästi tyhjää.

- poistetaan swap ja /home käytöstä (swapoff, umount)
- muutetaan partitiotaulua (fdisk tai parted)
- siirretään /home'n sisältö uuteen paikkaan dd:llä (useana palana jos osittain päällekkäin vanhan kanssa!), bootataan
- suurennetaan root-tiedostojärjestelmä (resize2fs)
- luodaan swap uusiksi (mkswap)
- päivitetään boot loader ja initramfs.
- Hidasta, vaikeaa ja virhealtista - uudelleenasetus voi olla parempi idea. Jos tällaista joutuu tekemään, ennakkosuunnittelu on epäonnistunut.

LVM: Logical Volume Manager

- Ratkaisu levyjen partitiointiongelmaan
- Yhdistää joukon ”fyysisiä levyjä” (physical volumes, PV) levyryhmäksi (volume group, VG), josta sitten jaetaan ”loogisia levyjä” (logical volumes, LV) kuten partitioita
- PV:tä voi lisätä ja poistaa, LV:tä ja VG:tä voi luoda ja hävittää ja niiden kokoa muuttaa ”lennosta”, konetta boottaamatta
- snapshots, striping & mirroring (RAID), clustering
- Jotkin tiedostojärjestelmät (zfs, btrfs) tarjoavat itse osin samaa toiminnallisuutta, mutta eivät korvaa LVM:ää täysin
- Samassa koneessa voi olla sekä LVM että sen ulkopuolisia tiedostojärjestelmiä (usein /boot sen ulkopuolella)

LVM: PV-VG-LV

Physical volumes	hda		hdb		hdc	
Volume groups	vg00					
Logical volumes	/	/usr	/var	swap	/home	(unused)

- PV:t voivat olla oikeita fyysisiä levyjä, partitioita, RAID-pakkoja, iSCSI-levyjakoja, kryptattuja tiedostoja... "whatever looks like a disk", myös erilaisia sekaisin
- LV:t eivät välttämättä fyysisesti yhtenäisiä vaan niiden osat voivat olla eri puolilla VG:tä
- Samassa VG:ssä levyt, joita halutaan käsitellä kokonaisuutena (varautua siirtämään kerralla toiseen koneeseen tms)

LVM-komennoista

- komentojen alkukirjaimet kertovat mihin ne vaikuttavat:

pv* physical volume

vg* volume group

lv* logical volume

- kaikissa optio --help

- **man komento**

- *lvm komento [optiot]*

”master”-komento, jonka alta löytyvät useimmat muut komennot

- yleensä sama kirjoittaako ”**lvm komento**” vai pelkästään *komento*, mutta esim. recovery-tilanteissa usein vain edellinen toimii, ja siinä on myös joitakin lisäkomentoja, joita ei erillisinä olekaan (esim. devtypes, dumpconfig)

- joitakin harvinaisia komentoja ei löydy lvm:n alta (mm. lvmdump)

- **lvm help, lvm help komento**

LVM-esimerkki: uusi VG

Esimerkki uuden VG:n käyttöönotosta:

- Alustetaan fyysiset levyt:

```
pvcreate /dev/vdb /dev/vdc
```

- Luodaan levyryhmä:

```
vgcreate vg00 /dev/vdb /dev/vdc
```

- Luodaan loogisia levyjä:

```
lvcreate --size 2G --name lvhome2 vg00
```

```
lvcreate -L 3G -n lvhome3 vg00
```

- Luodaan LV:lle tiedostojärjestelmät ja mountataan ne:

```
mkfs -t ext4 /dev/vg00/lvhome2
```

```
mkdir /home2; mount /dev/vg00/lvhome2 /home2
```

```
# sama home3:lle
```

LVM: laitepolut

- Loogisen levyn laitepolku on perinteisesti */dev/<volume group>/<logical volume>*
siis esim. */dev/vg00/lvhome*
- Nykyisissä Linuxeissa suositaan polkua */dev/mapper/<volume group>-<logical volume>*
siis esim. */dev/mapper/vg00-lvhome*
ja sitä on syytä käyttää */etc/fstab*'issa.
- ”oikea” polku on tyyliä */dev/dm-0*, edelliset luodaan symbolisina linkkeinä siihen; *dm*-laitetta ei yleensä koskaan pitäisi käyttää suoraan
- VG:n nimet historiallisesti *vg** ja LV:n *lv**, nykyisin useimmin suoraan kuvaavia (esim. VG koneen nimi, LV ”usr” jne)

VG:n luonti ja hävittäminen

- `pvcreate [options] laite[...]`
 - optiot harvoin tarpeen, joskus mm. `--uuid`, `--force`
- `vgcreate [options] nimi PV [PV...]`
 - vähintään yksi PV
 - paljon optioita mutta harvoin tarpeen, mm. `--maxlogicalvolumes`, `--maxphysicalvolumes`, `--physicalextentsize`, `--metadacopies`, `--clustered...`
- `vgremove [options] VGnimi [VGnimi...]`
 - jos VG ei ole tyhjä, varoittaa ja pyytää vahvistusta mutta suostuu poistamaan kuitenkin; LV:t voi myös poistaa yksitellen ensin
 - ainoa yleinen optio `-f` (`--force`)
- `pvremove`
 - poistaa metadatan PV:ltä, harvoin tarpeen (yleensä `vgreduce` hoitaa)

VG:n / PV:n koon muuttaminen

- `vgextend [options] VGnimi PVpath`
- `vgreduce [options] VGpath [PVpath]`
 - poistettavan PV:n oltava tyhjä (ks. `pvmove`)
 - `-a|--all` poistaa kaikki tyhjät PVt
 - `--removemissing` poistaa kadonneet (fyysisesti poistetut/särkyneet) PVt
- `pvmove [options] sourcePVpath [destPVpath [destPVpath...]]`
 - siirtää PV:n sisällön vapaaseen paikkaan tai nimettyihin PV:hen
 - `-n LVname` siirtää vain nimetyn LV:n sisällön
 - toimii taustalla, ei estä samanaikaista käyttöä (hidastaa kyllä)
 - voi keskeyttää (vaikka bootata), jatkuu automaattisesti
- `pvresize [--setphysicalvolumesize koko] PVPPath [PVPPath...]`
 - Muuttaa PV:n koon (oletuksena maksimiin)
- `vgmerge VG1 VG2`
 - yhdistää VG2:n VG1:een; VG2 ei saa olla aktiivinen

VG:n siirtäminen

- `vgexport [-a|--all] VGName [VGName...]`
poistaa VG:n määrittelyn järjestelmästä siirtoa varten
- `vgimport [-a|--all] VGname [VGname...]`
palauttaa VG:n määrittelyn ts. ottaa sen käyttöön (mahdollisesti eri) järjestelmään
- `vgscan`
etsii kaikilta levyiltä PV:t ja VG:t, usein tarpeen levyjen (PV:den) siirron jälkeen;
vrt. myös `pvscan`, `lvmdiskscan` (eivät yleensä tarpeen)
- `vgrename OldVG NewVG`
 - samassa koneessa ei saa olla kahta samannimistä VG:tä!
 - *OldVG* voi olla nimen/polun asemesta UUID
- `vgcfgbackup`, `vgcfgrestore`: VG:n metadatan backup ja palautus, yleensä automaattinen (ks. `/etc/lvm/backup`)

LV:n luonti ja hävittäminen

- `lvcreate [optiot] volumegroup [PV[:PE[-PE]]...]`

yleisimmät optiot:

`-n|--name nimi`

`-L|--size koko tavuina tai`

`-l|--extents koko blokkeina tai prosentteina`

(koko VG:stä %VG, vapaasta tilasta %FREE, PV:stä %VPS)

- myös PV:n ja PE:t (physical extents) voi määrätä
- ei luo tiedostojärjestelmää, se pitää tehdä erikseen (mkfs, mkswap)
esim. **`lvcreate -n lv2 vg00`**
- `lvremove [f|--force] LVpath`
 - ensin tarvittaessa `umount` tai `swapon` (pois myös `fstab`'ista)
 - esim. **`lvremove /dev/vg00/lv2`**

LV:n muuttaminen

- `lvextend [-L|--size] [+]koko [-r|--resizefs] LVpath [PVpath]`
`lvextend [-l|--extents] [+][extents|{%VG|LV|PVS|FREE|ORIGIN}] ...`
*esim. **lvextend -r -L 4G /dev/vg00/lvhome***
 - koon tai sen muutoksen voi ilmaista monella tavalla,
esim. --extents 50%VG, -l 100%FREE jne
 - tiedostojärjestelmä pitää laajentaa jälkeinpäin (`resize2fs tms`) tai käyttää `-r` -optiota (ei toimi aina, riippuu tiedostojärjestelmästä)
 - myös halutun PV:n voi määrätä
- `lvreduce [-L|--size|-l|--extents] koko [-r|--resizefs] LVpath`
 - tiedostojärjestelmä pitää pienentää **ensin** tai käyttää `-r` -optiota
- `lvrename OldLV NewLV`

LVM: statustietoa

- `vgdisplay [options] [VGname...]`
`vgs [options] [VGname...]`
 - VG:n status, erityisesti vapaan tilan määrä
 - `vgdisplay` ”puhelias”, `vgs` tiivistetty
- `lvdisplay [options] [LVName...]`
`lvs [options] [LVName...]`
 - LV:n status
- `pvdisplay [options] [PVPath]`
`pvs [options] [PVPath]`
 - PV:n status

LVM-attribuuttien muutos: *change

- `vgchange [options] VGName`
 - muuttaa VG:n attribuutteja (melkein kaikkea mitä `vgcreate` asetti)
 - erityisesti VG:n aktiivisuus: `vgchange -a [n|y]` - yleensä tapahtuu automaattisesti mutta `recovery`-tilanteissa muuttaminen käsin joskus tarpeen, samoin `vgmerge`'n kanssa
- `lvchange [options] LVPath [LVPath...]`
 - muuttaa LV:n attribuutteja, `-a` kuten yllä (mutta harvemmin tarpeen)
- `pvchange [options] PVPath`
 - muuttaa PV:n attribuutteja, harvoin tarpeen
 - `pvchange -x n` asettaa PV:n ”käyttökieltoon” esim. tulevaa poistoa ennakoiden

LVM snapshots

`lvcreate --snapshot -L size -n name [...] OrigLV`

- ”jäädytetty” kopio LV:stä luontihetkellä, sisäisesti tallettaa erot
- vie tilaa vain (koko ajan kasvavan) eron verran, mutta lakkaa toimimasta jos snapshot-LV tulee täyteen
- mahdollistaa koherentin varmuuskopion (kaikki snapshot-LV:n osat edustavat samaa ajanhetkeä), tärkeää etenkin tietokantojen kanssa
- voi käyttää yksinäänkin tilapäisenä varmuuskopiona (ennen jotain potentiaalisesti katastrofaalista kokeilua), palautus komennolla

`lvconvert --merge snapshot-LV-path`

- snapshot-LV:tä ei normaalisti muuteta (`mount -ro`), mutta sitä voi muuttaa jos esim. halutaan säilyttää valikoituja muutoksia ennen palautusta
- yleensä hävitetään heti kun ei enää tarpeen (kun varmuuskopio tehty tms)

LVM RAID & clustering

- LVM sisältää (software-)RAID-toiminnallisuutta (striping & mirroring, nyttemmin myös RAID4/5/6), mutta sitä käytetään melko harvoin nykyisin: RAID yleensä toteutetaan erikseen mdadm:llä (monipuolisempi ja kypsempi, enemmän työkaluja) tai rauta-RAID-ohjaimella ja siten luotua RAID-laitetta käytetään PV:nä LVM:lle.
- Clustering (CLVM): Jos käytössä on jaettu levy (SAN tms), LV voidaan jakaa monelle koneelle yhtäaikaan. Synkronoinnista huolehtii clvmd (cluster lvm daemon), mutta toiminta yleensä edellyttää, että sovellukset ovat "cluster-aware".
- High-Availability -ympäristöön on RedHatin HA-LVM, joka myös jakaa levyn kahdelle koneelle mutta aktiivisena vain toisessa; optimoitu failover-scenarioon, ei edellytä cluster-säätöä sovelluksilta.

LVM-esimerkki: FS täynnä

- Olkoon FS (tiedostojärjestelmä) /home (/dev/vg1/home) täynnä.
- Tarkistetaan onko VG:ssä tilaa:

```
vgdisplay vg1 | grep Free #tai#  
vgs vg1
```
- Jos VG:ssä ei ollut tilaa, lisätään sinne levy tai pienennetään tai poistetaan jokin vanha LV
- Kun tilaa on, laajennetaan /home:

```
lvextend -L +1G -r /dev/vg1/home
```
- Jos -r -optio unohtui tai ei toiminut, laajennetaan tiedostojärjestelmä:

```
resize2fs /dev/vg1/home
```

LVM-esimerkki: levyn lisäys

- Lisätään levy ensin "fyysisesti" (virtuaalikoneelle vain virsh attach-disk tms), olkoon se /dev/vdb. Ei partitioida uutta levyä, vaan lisätään se kokonaisena. (Partitiointi on tarpeen bootilevyn kanssa, eikä haittaa muutenkaan.)
- Alustetaan PV:

```
pvcreate /dev/vdb
```
- Lisätään PV VG:hen (esim. "vg1"):

```
vgextend vg1 /dev/vdb
```
- Tarkistetaan tulos:

```
vgdisplay -v vg1 #tai#  
vgs vg1
```

LVM-esimerkki: /usr/local erilleen

Halutaan tehdä /usr/local'ista oma tiedostojärjestelmänsä. Oletetaan, että VG:ssä on tilaa (tässä 1GB).

- Luodaan uusi LV ja alustetaan se:

```
lvcreate -L 1G -n local vg1  
mkfs -t ext4 /dev/vg1/local
```

- Lisätään määrittys /etc/fstab'iin:

```
echo "/dev/mapper/vg1-local /usr/local ext4 defaults 0 2" >>/etc/fstab
```

- Siirretään data ja tarvittaessa korjataan hakemiston oikeudet:

```
mv /usr/local /usr/oldlocal; mkdir /usr/local; mount /usr/local;  
ls -ld /usr/oldlocal; chmod 755 /usr/local; chown root:root /usr/local  
mv /usr/oldlocal/* /usr/local; rmdir /usr/oldlocal
```

- Edellyttää ettei /usr/local ole käytössä siirron aikana!

LVM-esimerkki: levyn vaihto

Vaihdetaan kokonaan LVM-käytössä oleva levy (sdb) toiseen (sdc), koska se on on menossa rikki tai käynyt pieneksi tms.

- Kytetään uusi levy "fyysisesti" (virsh attach-disk)
- Lisätään uusi levy VG:hen:

```
pvcreate /dev/sdc  
vgextend vg1 /dev/sdc
```
- Tyhjennetään vanha levy:

```
pvmove /dev/sdb
```
- Poistetaan vanha levy VG:stä:

```
vgreduce -a vg1
```
- Poistetaan vanha levy (virsh detach-disk)

LVM-esimerkki: levyn vaihto 2

Vaihdettava systeemilevy, jolla on sekä LVM:n ulkopuolinen partitio 1 (/dev/sda1, mountattuna /boot) että PV (/dev/sda2) ja boot loader (grub)

- Partitoidaan uusi levy (sdb) käsin niin, että ensimmäinen (sdb1) on ainakin yhtä iso kuin ennenkin, lopusta sdb2, sitten partx/kpartx/partprobe tai boot
- Mountataan /boot readonly-tilaan:

```
mount -o remount,ro /boot
```
- Kopioidaan /boot dd:llä:

```
dd if=/dev/sda1 of=/dev/sdb1  
umount /boot; mount /dev/sdb1 /boot # tarkistetaan että OK  
resize2fs /dev/sdb1 # jos kokoa suurennettiin
```
- Asennetaan boot loader uudelle levyllä:

```
grub-install /dev/sdb
```
- LVM-osan vaihto pvmove'lla kuten edellä mutta laitteina PV-partitiot /dev/sda2 ja /dev/sdb2
- Poistetaan vanha levy
- Bootataan mahdollisimman pian varmistuksen vuoksi - saattaa vaatia BIOSin tai VM:n määritysten muuttamista, mahdollisesti update-initramfs -u, /etc/fstab (jos levykirjainviittauksia)