

Tulevaisuus on DVD:ssä

Levykkeen ja CD-levyn jälkeen tallennuksen avainsanaksi on noussut DVD. Vaikka sen ulkomitat ovat samat kuin CD-levyllä, sille mahtuu jopa 25 kertainen tietomäärä ja sen kuva-, äänenlaatu- ja käyttöominaisuudet ovat täysin ylivoimaiset parhaaseenkin VHS-nauhuriin verrattuna. Tulevaisuus näyttää, millaiseksi sen asema muodostuu.



Mikko Vestola

Koulun nimi

AT1-kurssin harjoitustyö

24.9.2000

Arvosana: Erinomainen

Sisällysluettelo

1 TEKNIIKAN KEHITYS.....	3
2 DVD-LEVYN EDUT	3
2.1 DVD-LEVYN RAKENNE.....	3
2.2 DVD:N LAAJA YHTEENSOPIVUUS	4
3 DVD-ELOKUVAT	4
3.1 DVD-ELOKUVISSA PAREMPI KUVANLAATU	4
3.2 DVD-ELOKUVIEN KUVASUHTEET	5
3.3 DVD-ELOKUVIEN LEVYISSÄ EROJA	5
3.4 DVD-ELOKUVAT SUOSIOSSA	5
4 ALUEKODIJÄRJESTELMÄ JA KOPIOINNINESTO	6
4.1 MAAILMA JAETTU KUUTEEN ERI KOODIALUEESEEN	6
4.2 DIGITAALINEN JA ANALOGINEN KOPIOINNINESTO.....	7
5 DVD TIETOKONEESSA	8
5.1 DVD-RAM	8
5.2 DVD-R.....	9
5.3 DVD+RW JA DVD-RW	9
6 DVD YLEISTYY KAIKKIALLA.....	9
6.1 DVD JA PELIKONSOLIT	10
6.2 DVD KORVAA CD:N, MIKÄ KORVAA DVD:N?	10
7 LÄHDELUETTELO	11

1 Tekniikan kehitys

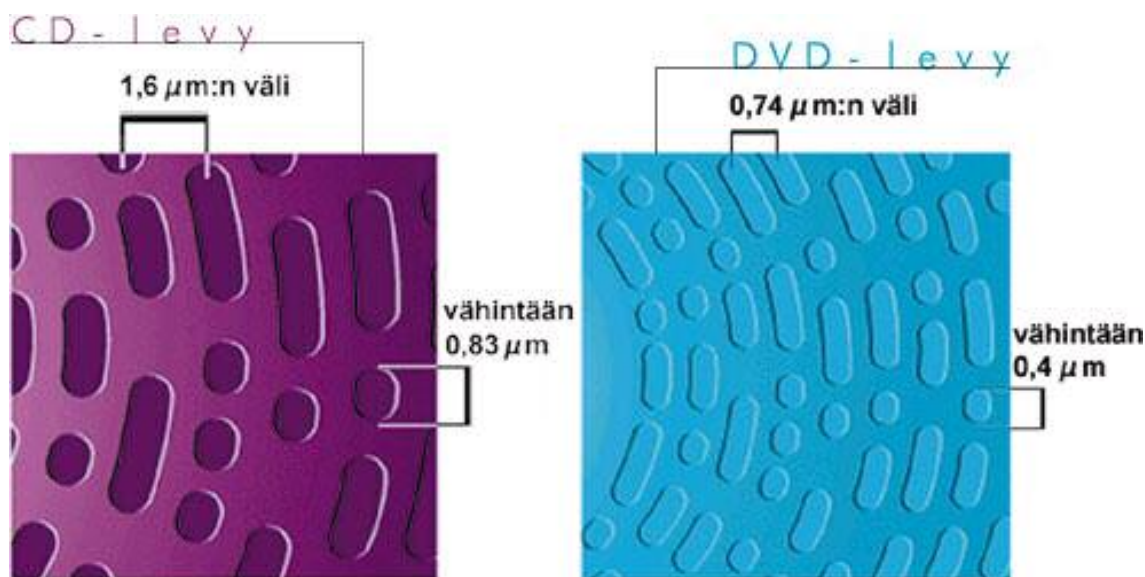
Kun elektroniikkajätit Sony ja Philips esittelivät CD-levyt vuonna 1982, niiden menestykseen ei juurikaan uskottu. CD koettiin liian kömpelöksi tiedontallennukseen. Sen suunnittelijoita arvosteltiin siitä, että he eivät olleet ajatelleet asiaa loppuun asti, vaan olivat päätyneet tekniseen umpikujaan, joka pian jäisi kehityksen jalkoihin.

Nyt 21 vuotta myöhemmin on selvää, että CD oli vastaus kuluttajien toiveisiin. Se oli helppo ottaa mukaan ja perinteisiin LP-levyihin verrattuna paljon pienempi. CD-levyn ääni oli myös kasettinauhoihin verrattuna huippuluokkaa. Kun tietokonepelien markkinat alkoivat kasvaa, CD-ROM koettiin luontevaksi ja käteväksi taltiointitavaksi. Mahtuuhan CD-levylle lähes viisisataa kertaa niin paljon tietoa kuin levykkeelle.

Miksi DVD sitten syrjäyttää CD:n? Samasta syystä kuin 500 megahertsinen prosessori hävittää 300 megahertsisen tai yhdeksän gigatavun kiintolevy kuusigigaisen. Vanha tekniikka korvautuu aina uudella, nopeammalla ja tehokkaammalla. Mutta mitä hyötyjä DVD:n suuri lisäkapasiteetti tarjoaa? Mahtuvathan useimmat hyötyohjelmistot edelleen mainiosti yhdelle CD:lle. Tietokoneissa DVD:n suurin hyöty löytyykin peli- ja multimediateollisuudesta. Uudelle levylle mahtuu korkealaatuista videokuvaa ja monikanavaista ääntä niin paljon enemmän kuin CD:lle, että pelien ja multimediatuotteiden visuaalisuus uudistuu radikaalisti. Multimediaesityksissä video-osuudet voidaan esittää pidempinä ja tarkempina, peleissä puolestaan pelimaailma ja hahmot alkavat muistuttaa ”oikeita” yhä enemmän.

2 DVD-levyn edut

2.1 DVD-levyn rakenne



CD- ja DVD-levyjen kokoerot uraväleissä ja ”tallennuskuopissa”

CD-levyn ja DVD-levyn erojen havaitsemiseen tarvitaan mikroskooppi. Eroja löytyy, kun tarkastellaan levyjen alumiiniosaa. CD-levyissä on aina vain yksi alumiinilevy, johon tiedot tallentuvat kun DVD-levyt koostuvat yleensä kahdesta 0,6mm levyistä. Ensimmäisen kerroksen heijastepinta on puoliläpäisevä ja näin lasersäde voi lukea toisenkin kerroksen merkit. Toisen kerroksen luennan luotettavuuden varmistamiseksi sen merkkitiheys on hiukan ensimmäisen kerroksen arvoja suurempi ja datakapasiteetti on vastaavasti pienempi.

Yksikerroslevyn tallennuskapasiteetti on 4,7 Gt ja kaksikerroslevyn 8,5 Gt. Jos kerroksia on kaksi ja DVD-levy on kaksipuolinen on tallennuskapasiteetti 17 Gt. Tämä on jopa 25 kertaa enemmän mitä CD-levylle mahtuu, joka on ”vaivaiset” 650 megatavua. DVD-levyjen suuri tallennuskapasiteetti johtuu siitä, että DVD-levyjen uraväli ja ”tallennuskuoppien” koot ovat vain noin puolet CD-levyn vastaavista arvoista (ks. edellinen kuva). Moninkertaisen datamäärän DVD-video-levyillä mahdollistaa myös tehokas pakkaustekniikka (MPEG2). Lisäksi DVD:n virheensietokyky on CD-levyjä parempi.

Erittäin suuresta tallennuskapasiteetistaan huolimatta DVD-levy on edeltäjänsä CD-levyn näköinen ja kokoinen. Levy on yleensä hopeanhohtoinen ja siinä on käytetty kovaa polykarbonaattimuovia. Hopeanhohtoinen väri johtuu ohuesta alumiinilevystä, johon digitaalinen tieto on tallennettu.

2.2 DVD:n laaja yhteensopivuus

Yksi syy DVD:n yleistymiseen on sen kaikin puolin yhtenäinen standardi, joka ei ole sidoksissa mihinkään tiettyyn laiteympäristöön tai järjestelmään. Levystä haluttiin mahdollisimman laajasti yhteensopiva järjestelmä. DVD-levy noudattaa aina samaa UDF-muotoa (Universal Disc Format). CD-levyä taas rasittavat monet eri standardit, joita on sovellettu niin musiikkilevyillä kuin eri tietokoneiden datalevyillä. DVD-levyn sisältö on aina tiedostoina oli se sitten kuvaa, ääntä tai jotakin muuta. Erillistä musiikki-, kuva- tai datamuotoa DVD-levyissä ei ole.

3 DVD-elokuvat

3.1 DVD-elokuvissa parempi kuvanlaatu

DVD tulee sanoista Digital Versatile Disc (digitaalinen monikäyttölevy), mutta joskus siitä kuulee myös käytettävän virheellisesti nimeä Digital Video Disc (digitaalinen videolevy). DVD:lle voi mahtua jopa kahdeksan tuntia elokuvaa. Kaiken lisäksi kuva on uskomattoman tarkka ja elokuvassa on myös monikanavainen Dolby Digital-ääni, sekä käyttöä helpottavat valikot. Levyille tallennettua elokuvaa katsottaessa on mahdollista hypätä nopeasti yksittäisiin kohtauksiin.

VHS-kaseteissahan tämä ei ole mahdollista sillä kasetissa on nauha, jota täytyy kelata eteenpäin. DVD-videoissa elokuvan tekstityksen voi vaihtaa kesken katsomisen ja myös kuvakulmaa voi joissakin elokuvissa muuttaa. Elokuvan lisäksi levyille on usein tallennettu muutakin tietoa, kuten kertomuksia elokuvan tekemisestä, hylättyjä otoksia ja muuta hauskaa extraa. Ihastusta herättää ennen kaikkea kirkas ja selkeä kuva, jossa ei ilmene VHS-kasetista tuttua värinää, surinaa ja muita häiriöitä.

3.2 DVD-elokuvien kuvasuhteet

DVD-elokuvat (kuten digi-tv lähetyksetkin) ovat yleensä tallennettu levyille 16:9- tai vielä matalammassa 21:9-muodossa (Cinemascope), jolloin jopa tavallisessa laajakuvatelevisiossakin (16:9) näkyvät mustat laidat ja yleisimmässä televisioissa joissa kuvasuhde on 4:3 mustat laidat vievät jopa noin puolet kuva-alasta. Eri kuvaformaateista käytetään myös eri merkintöjä, kuten 16:9 voidaan merkitä myös 1.85:1 tai 1.78:1 ja 21:9 voidaan merkitä myös 2.35:1.

Joten jos on hankkimassa uutta televisiota niin kannattaa ehdottomasti ostaa laajakuvatelevisio. Välkymätöntä kuvaa tarjoavaa 100 Hz:n televisiota ei kuitenkaan kannata hankkia sillä joskus DVD-elokuvat on koodattu levytilan säästämiseksi pienellä bittivirralla. Ja jos tällaista kuvaa katselee sadan hertsin televisiolla niin runsaasti liikettä sisältävissä kohtauksissa kuvassa saattaa näkyä neliömäisiä häiriöitä. Paras tapa välttyä tältä on ostaa 50-hertsin televisio.

3.3 DVD-elokuvien levyissä eroja

Kuvan ja äänen laatu ei tosin ole kaikilla DVD-levyillä yhtä hyvä. Erot johtuvat usein soittimista tai siitä kuinka ”tiukkaan” kuva ja ääni joudutaan levyille pakkaamaan. Niinpä puhekielten suuri määrä ja elokuvan pituus heikentävät usein laatua. Pakkaus on kuitenkin välttämätöntä sillä jos pitkä elokuva tallennettaisiin kokonaisuudessaan parhaalla mahdollisella kuvanlaadulla, se ei mahtuisi yhdelle DVD-levylle.

3.4 DVD-elokuvat suosiossa

DVD-elokuvat ovat saaneet nykyään suuren suosion niiden loistavan kuvan- ja äänenlaadun takia, eikä pidä unohtaa DVD-extroja joita ei VHS-kaseteilta löydy. Keskiverta DVD-soitin maksaa kuitenkin vielä enemmän kuin kunnollinen VHS-nauhuri eli noin pari tonnia. Nauhoittavia DVD-soittimia ei suomen markkinoilla juurikaan myydä, joten kotikäytössä tavalliset videonauhurit säilyttävät suosionsa vielä jonkin aikaa.

DVD-elokuvat maksavat nykyään noin 25 €, eli lähes kaksi kertaa enemmän kuin tavallinen videokasetti, mutta vievät vähemmän tilaa kuin VHS-kasetit. Suomen markkinoilla on hyvä valikoima DVD-elokuvia. Lähes kaikki uudet elokuvat tulevat DVD:lle ja myös vanhoja klassikoita julkaistaan DVD-versioina. Tietysti DVD-elokuvat voi ostaa esim. netin kautta Amerikasta, jolloin elokuvan voi katsoa melkein ennen kuin se pyöri suomalaisissa elokuvateattereissa ja hintakin voi tulla pari kymppiä halvemmaksi. Tällöin DVD-soitin täytyy kuitenkin olla aluekooditon ja kannatta muistaa ettei Amerikan DVD:issä ole suomenkielistä tekstitystä. Amerikassa julkaistaan elokuvista joskus erityisiä DVD-versioita, joita ei Euroopan markkinoilla nähdä. Näissä jenkileffoissa on paljon enemmän extroja kuin eurooppalaisissa versioissa. Hyvänä esimerkkinä on Gladiatorin kahden DVD:n versio, joka Amerikassa on julkaistu, mutta Euroopassa ei.

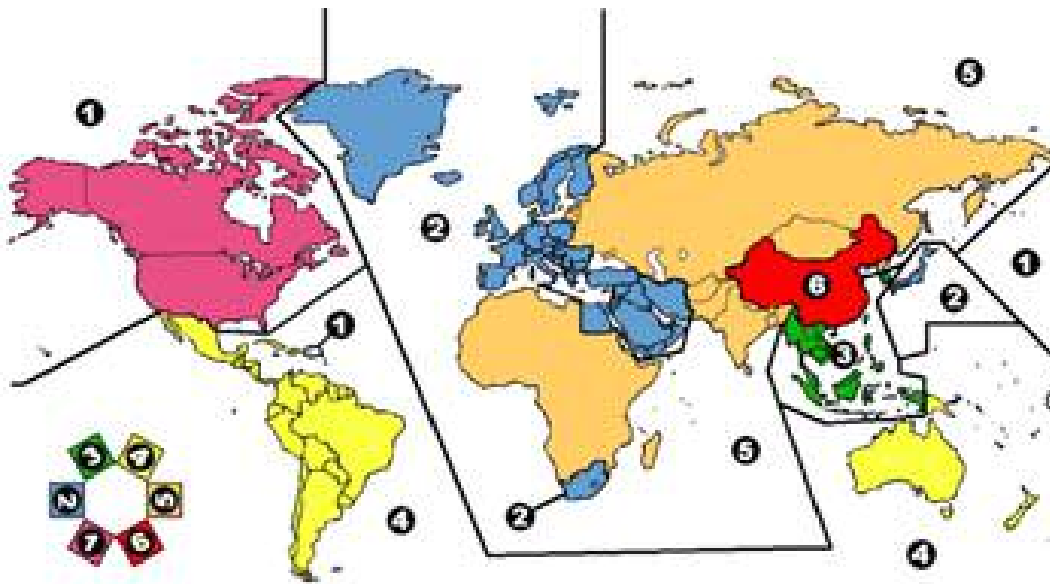
4 Aluekoodijärjestelmä ja kopioinninesto

DVD-videolevyillä käytetään laitevalmistajien ja ohjelmantuottajien yhdessä sopimaa aluekoodijärjestelmää, jolla erityisesti filmiyhtiöt haluavat säädellä myyntielokuvien maailmanlaajuisista levitystä sekä harmaatuontia. Koodi on DVD-videolevyn alkukierroksille tallennettu, 8-bittinen tunnus, jonka DVD-soitin tai DVD-ROM-asema lukee aina, kun levyn luenta käynnistyy ja vertaa sitä soittimen esiohjelmoituun aluekoodiin. Mikäli koodit eivät täsmää, laite syöttää levyn ulos.

4.1 Maailma jaettu kuuteen eri koodialueeseen

Maailma on jaettu kuuteen eri koodialueeseen (regioneihin), joista Eurooppa sekä Japani tuntevat numeron 2. Niinpä Euroopassa myydyissä soittimissa voi toistaa vain omalle alueellemme tehtyjä DVD-levyjä. Esimerkiksi Yhdysvallat, missä DVD-tarjonta on laajempaa ja ajankohtaisempaa, kuuluu alueeseen 1, eivätkä sieltä ostetut levyt toistu eurooppalaisissa soittimissa. Järjestelmässä on myös poikkeuksia, sillä jos DVD-levyssä on aluekoodi numero 0 niin se toimii kaikissa DVD-soittimissa ja jos levyssä on numero 8 se ei toimi tavallisissa soittimissa vaan se on tarkoitettu vain kansainvälisillä merialueilla ja ilmatilassa tapahtuvaa katselua varten. Kannattaa siis kaupassa ennen DVD-videon ostoa tarkistaa sen aluekoodinnumero.

Periaatteessa kuluttajakäyttöön suunnatut DVD-soittimet toistavat siis vain sen alueen koodin sisältäviä kuvalevyjä, jolta soitin on hankittu. Aluekoodin tunnistuksen voi usein kuitenkin ohittaa, mutta siihen tarvitaan lähes kaikissa tapauksessa soittimen kotelon avaaminen ja jonkin piirilevyille sijoitetun komponentin vaihto. Kannattaa myös muistaa, että yleensä takuu raukeaa, kun soittimeen tehdään pienikin muutostyö.



Maailma jaettuna kuuteen eri koodialueeseen.

4.2 Digitaalinen ja analoginen kopioinninesto

DVD-videon on yleensä lisätty analoginen ja kaksi digitaalista kopiointia rajoittavaa järjestelmää. Analoginen järjestelmä tunnetaan nimellä Macrovision. Kaikissa DVD-soittimissa on Macrovision-piiri ja se lähettää kuvasignaalin mukana sarjan suurenevia ja pieneneviä pulsseja, jotka häiritsevät kopioivaa kuvanauhuria siinä määrin, että nauhalle tallentuvaan kuvaan tulee kirkkausvaihteluita ja ne tekevät nauhasta katselukelvottoman. Useimmat TV:t eivät reagoi näihin pulsseihin, joten vain kopioidussa nauhoissa esiintyy häiriöitä.

Mutta ei Macrovision-salaus aina toimi niin kuin pitäisi. Salauksen voi poistaa vaihtamalla piirin uudelleen ohjelmoituun piiriin. Eivätkä kaikki kuvanauhurit reagoi pulsseihin. Itselläni on noin 20-vuotta vanha videonauhuri ja sillä saa DVD-videon kopioitua VHS-nauhalle ilman minkäänlaisia häiriöitä. Toisin kuitenkin kävi uudella 2000-vuoden-mallin videonauhurilla. Kun yritin kopioida DVD-videota VHS-nauhalle, siitä todellakin tuli katselukelvoton. Kaksi muuta digitaalista kopioinninestojärjestelmää (CGMS ja CSS) estävät tai rajoittavat DVD-levyn digitaalisen kopioinnin digitaaliselle kuvatallentimille ja tietokoneille.

5 DVD tietokoneessa

Alun perin DVD-levy esiteltiin suurelle yleisölle elokuvalevynä. Se tarjoaakin huippuluokan kuvan- ja äänenlaadun sekä valikot sisällön hallitsemiseksi. DVD-videolevyn hakemistorakenne on toimivasti standardoitu, koska levy on toimittava kaikissa maailman DVD-soittimissa. Tietokoneeseen liitettävät DVD-ROM-asetat ovat yleistymässä, eikä niistä tarvitse pulittaa nykyään kuin vähän yli tuhannen markan verran. DVD-ROM-asetilla pystyy myös katsomaan DVD-elokuvia, tosin tällöin kannattaa varmistaa, että koneen suoritin on riittävän tehokas ja koneeseen on asennettu ohjelmisto, jolla DVD-videoita pystyy katsomaan. Ohjesääntönä on, että alle 450 megahertsin mikroihin ei DVD-asetmaa yleensä kannata asentaa. Hitaimmillakin koneilla elokuvien katselu onnistuu, mutta tällöin tarvitaan erillinen noin 500 markan MPEG-purkukortti tai muuten kuvan ja äänen laatu alkaa kärsiä. Nopeimpiinkin koneisiin purkukortin hankkiminen on suositeltavaa jos haluaa parhaan mahdollisen kuvan- ja äänenlaadun. Joissain purkukorteissa on videolähtö ja tällöin DVD-videota voi katsoa tavallisessa telkkarissa ja tällöin kuvanlaatu paranee huomattavasti.

Kirjoittavat DVD-asetat eivät sen sijaan vielä ole niin yleisiä, koska markkinoilla olevat kohtuuhintaiset kirjoittavat DVD-RAM-asetat maksavat noin 3000-4000 mk eli noin viisi kertaa enemmän kuin halvimmat CD-RW-asetat. Lisäksi markkinoilla on monia eri kirjoitettavia DVD-levystandardeja, jotka aiheuttavat päänvaivaa käyttäjille. Eri levystandardit eivät yleensä ole yhteensopivia keskenään.

5.1 DVD-RAM

Ensimmäinen ja tällä hetkellä ainoa uudelleenkirjoitettava DVD-nimeä kantava standardi on DVD-RAM. Siinä käytetään levyä, johon mahtuu tietoa 2,6 gigatavua, mutta uusimmissa DVD-RAM-levyissä tietoa mahtuu jopa 4,7 Gt. Jos DVD-RAM-levy on kaksipuolinen niin tallennusmääräkin kaksinkertaistuu. DVD-RAM-levyt ovat usein suojattuna kasetin sisällä. Mutta DVD-RAM-levyillä on kuitenkin huonoja puolia. Ehkä merkittävin seikka, joka vähentää sen suosiota on sen yhteensopivuusongelmat. Kaikki DVD-RAM-levyt eivät ole luettavissa DVD-ROM-asetilla ja DVD-soittimissa. Lisäksi DVD-RAM levyn kirjoitus on suhteettoman hidasta kapasiteettiin nähden, sillä yhden levyn täyttämiseen kuluu helposti jopa useita tunteja.



DVD-R-levy (ylhäällä) ja DVD-RAM levy otettuna pois kotelostaan

5.2 DVD-R

Kertatallenteinen DVD-levy on ollut markkinoilla jo jonkin aikaa. Laitteiden ja levyjen huimien hintojen vuoksi se ei ole ollut kovin suosittu. Ainoa DVD-R-asema suomen markkinoilla ollut Pioneerin DVD-R-asema joka maksaa huimat 40 000 mk. Mutta tilanne on kuitenkin muuttumassa, sillä Pioneer on juuri tuonut markkinoille edullisemman n.10 000 markkaa maksavan DVD-R-aseman ja DVD-R-levyjen hintojen oletetaan laskevan, joten DVD-R:stä voi tulla varteenotettava haastaja DVD-RAM-levyille.

5.3 DVD+RW ja DVD-RW

DVD-RAM:n pahimpana haastajana pidetään kuitenkin uudelleenkirjoitettavaa DVD+RW- ja DVD-RW-tekniikoita. DVD+RW-levyjen tekniset ominaisuudet vastaavat normaalia tehdasteikoista DVD-levyä ja se onkin DVD+RW-tekniikan suurin valtti, sillä levy toimii missä tahansa normaalissa DVD-soittimessa ja DVD-ROM asemassa. DVD+RW:n takana on monia suuria laitevalmistajia kuten HP, Sony ja Philips.

DVD-RW perustuu DVD-R ja CD-RW tekniikkaan. Sen huono puoli on kuitenkin heikompi yhteensopivuus erilaisten DVD-laitteiden kanssa kuin DVD+RW-levyissä.

Kuitenkin kirjoittavat CD-asetat ja CD-levyt säilyvät vielä pitkään, sillä asemien ja levyjen hinnat ovat tippuneet todella alas. Nykyään DVD-R-levyt maksavat 150mk- 200mk ja DVD-RAM-levyt 130mk – 300mk levyn tallennuskapasiteetista riippuen. Mutta myös DVD-levyjen hintojen arvellaan laskevan kun sarjatuotanto kunnolla alkaa. Kannatta muistaa että CD-R-levyjen tullessa markkinoille 90-luvun alussa, tyhjän levyn hinta oli 250-300 markkaa ja nykyään niitä saa jo alta kympin kappale.

6 DVD yleistyy kaikkialla

DVD:n kehittäminen alkoi elokuvateollisuuden tarpeista, sillä haluttiin ensisijaisesti korvata vanhat VHS-videonauhat. Kehitystyön lähtökohdaksi oli mm. varmistaa se, että digitaalisia videoelokuvia ei voida kopioida laittomasti. DVD-levyistä on kuitenkin ehkä suurin hyöty peli- ja multimediaelollisuudelle. Tavalliset PC-ohjelmistot mahtuvat vielä helposti CD-levyille, mutta peliteollisuus on usein kärsinyt CD:n pienestä tallennuskapasiteetista. Nyt DVD:n myötä pelien grafiikat ja ääni saadaan huomattavasti paremmiksi ja peli mahtuu silti hyvin yhdelle DVD-levylle.

6.1 DVD ja pelikonsolit

Myös uuden sukupolven pelikonsolit ovat alkaneet käyttää tallennusformaattinaan DVD:tä. Suomessa jouluna 2000 julkaistu Sonyn pelikonsoli, PlayStation 2, käyttää peleinä DVD-levyjä. PS2 pystyy myös toistamaan tavalliset DVD-videot ja musiikki-CD:t ilman tietokoneista tuttuja hankalia asennuksia ja jatkuvia päivityksiä. DVD-elokuvien kuvan- ja äänenlaatu PS2:lla katsottaessa on jopa todettu yhtä hyväksi kuin markkinoilla olevilla DVD-soittimilla ja voin itsekin sanoa ettei kuvan- ja äänenlaadussa ollut pienintäkään vikaa. Hintaa tälle ”monitoimikoneelle” kertyy noin 300 euroa.

Vuoden 2002 alussa Suomessa julkaistu Microsoftin pelikonsoli, Xbox, käyttää pelien tallennusformaattina myös DVD-levyjä ja silläkin DVD-elokuvien katselu onnistuu, tosin pienen lisälaitteen avulla. Hintaa tälle konsolille tulee noin 300 euroa. Jotkut tosin epäilevät vieläkin Xbox:n laatua, koska sehän on Microsoftin tekemä ja Microsoftin tuotteiden laatuhan on vähän niin ja näin.

Samoihin aikoihin Xboxin kanssa Suomessa julkaistu Nintendon pelikonsoli GameCube, käyttää peleinä DVD:n kaltaisia levyjä, jotka noudattavat aika lailla DVD-levyn rakennetta, mutta sillä DVD-leffojen katselu ei onnistu. Nintendo onkin aina näillä erikoisilla tallennusformaateilla pyrkinyt estämään peliensä laittoman kopioinnin.

6.2 DVD korvaa CD:n, mikä korvaa DVD:n?

Yhteensopivuutensa ansiosta DVD tulee korvaamaan CD-aseman, mutta nähtäväksi jää, mikä on sen todellinen merkitys multimedia- ja elokuvateollisuuden ulkopuolella. Luultavasti kirjoitettava DVD:tä käytetään lähiaikoina vain videoiden ja varmuuskopioiden tekoon. CD:lle taas mahduttavat helposti yksittäiset ohjelmistot ja musiikkitiedostot. Kirjoitettava DVD-levy ei ainakaan lähiaikoina syrjäytä CD:tä, sen hintansa vuoksi.

Mutta mitä sitten kun DVD-levykään ei enää riitä? Ovathan nykyisten isoimpien kiintolevyjen tallennuskapasiteetit paljon suurempia kuin suurimmassa DVD-levyssä. Ei ole vielä varmaa mikä korvaa DVD-levyn kun tallennuskapasiteetti jää liian pieneksi. Luultavasti DVD:n voi korvata monikerrostekniikalla kehitetty FMD-levy (Fluorescent Multilayer Disc), jossa datakerroksia voi olla jopa toistakymmentä eli paljon enemmän kuin DVD:ssä ja tallennuskapasiteetti voi olla jopa noin 200 gigatavua. Mutta tätähän on turha enempää pohtia, sillä monille DVD:n tallennuskapasiteetti riittää vielä pitkäksi aikaa.

7 Lähdeluettelo

Tietokone-lehti numero 5/2001, s.54-59

Tietokone-lehti numero 3/2001, s.26

Tieteen Kuvalehti numero 2/2000, s.58-59

Peliasema-lehti numero 9/2000, s.61

Tekniikan Maailma numero 5/99, s.22-27

Tekniikan Maailma numero 18/99, s.44-49

Tekniikan Maailma numero 3/2000, s.118

Tekniikan Maailma numero 17/2000, s. 118-120

Tekniikan Maailma numero 1/2001, s.106-108

Internet: <http://www.elokuvamaailma.net/dvd/index.html>

Internet: <http://www.tietokone.fi>

Kuvalähteet:

DVD-logo: <http://www.elokuvamaailma.net/dvd/>

CD- ja DVD-levyjen uravälien vertailu: Internet

Aluekoodikartta: http://www.elokuvamaailma.net/dvd/dvdjutut/dvd_abc_1.html

DVD-levyt: Internet