

Joni Alhonen

Interaktiivisen tallenteen tuottaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Mediatekniikan koulutusohjelma
Insinöörityö
26.4.2012

Tekijä Otsikko	Joni Alhonen Interaktiivisen tallenteen tuottaminen
Sivumäärä Aika	33 sivua + 1 liite 26.4.2012
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	mediatekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	digitaalinen media
Ohjaaja	energia-asiantuntija Suvi Häkämies yliopettaja Erkki Rämö
<p>Insinööriyöhön kuului yrityksen esittelyvideon ja remonttivideoiden tuotanto ja Blu-ray-tallenteen tekeminen niiden pohjalta. Videot ja Blu-ray-tallenne kuuluivat osana yrityksen EEMontti-projektiin, jonka tarkoituksena oli puolittaa sähkölämmitteisten pientalojen lämmityskulut nykyiseen verrattuna.</p> <p>Insinööriyön tavoitteena oli tuottaa asiakkaita houkuttelevat videotuotokset julkaistavaksi internetissä ja Blu-ray-tallenne lähinnä arkistointia varten. Työn tarkoituksena oli myös selvittää eri tallenneformaattien tekniikkaa ja käydä läpi tallenteen tuotannon yleisiä työvaiheita.</p> <p>Audiovisuaalisen sisällön tallentamiseen on kehitetty uusia formaatteja aina tallennuskapasiteetin tarpeen lisääntyessä. DVD ja Blu-ray ovat tähän tarkoitukseen kehitettyjä digitaalisia tallenteita. DVD kehitettiin korvaamaan VHS-kasetit videoformaattina ja CD-levyt äänen ja datan tallennusformaattina. CD-levyt säilyivät äänentallennuskäytössä, mutta videota ja dataa alettiin tallentaa DVD:lle. Teräväpiirtovideotekniikan myötä kehitettiin Blu-ray-formaatti, koska tallennustilaa vaadittiin huomattavasti enemmän. Nykyään audiovisuaalisia tuotoksia tehdään DVD- ja Blu-ray-formaatteihin.</p> <p>Interaktiivisen tallenteen tuottamiseen käytetty suosittu työkalu on Adobe Encore. Ohjelma toimii hyvin yhteistyössä muiden Adoben ohjelmien, kuten Photoshopin ja After Effectsin kanssa, ja sillä voi tehdä ammattimaisia tallenteita. Näillä työkaluilla ammattimaisen DVD- tai Blu-ray-tallenteen tuottaminen onnistuu alusta loppuun.</p> <p>Insinööriraportissa esitellään interaktiivisten tallenteiden tuottamisen keskeisiä työvaiheita. Vaiheita ovat toteutuksen suunnittelu, sisällön luominen, levyn grafiikan toteuttaminen, levyn rakenteen suunnittelu sekä toteutus, testaus, poltto ja levyn sekä kansien graafisen ulkoasun toteutus. Näitä työvaiheita sovellettiin EEMontti-projektin Blu-ray-tallenteen toteutuksessa.</p>	
Avainsanat	dvd, blu-ray, videotuotanto, remontti

Author Title	Joni Alhonen Producing interactive recordings
Number of Pages Date	33 pages + 1 appendices 26 April 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Media Technology
Specialisation option	Digital Media
Instructors	Suvi Häkämies, Energy Expert Erkki Rämö, Principal Lecturer
<p>This thesis includes the production of a promotion video and two renovation videos for a company and a Blu-ray-production based on them. The videos and the Blu-ray disc were a part part of the company's EEMontti project, which was intended to cut the electrically-heated single-family houses' heating costs by half from current levels.</p> <p>The aim of this thesis was to produce videos and to publish them on the Internet to attract customers. In addition, a Blu-ray recording mainly for archiving was recorded. The aim of the thesis was also to research different recording formats and go through the general stages of producing them.</p> <p>While the demand for storage capacity has grown, new and more spacious formats have been developed. DVD and Blu-ray have been developed to meet the demand. DVD was developed to replace the VHS as a video recording format and compact discs as an audio and data recording format. CD remained as an audio recording format, but the video and data were moved on DVD. Blu-ray format was developed to meet high-definition video's needs, because it required a lot more storage space. Today, audio-visual productions are made in the DVD and Blu-ray formats.</p> <p>Adobe Encore in a popular tool to produce interactive recordings. The program works well with other Adobe software such as Photoshop and After Effects, and it can be used to make professional quality recordings. These tools enable production of a professional DVD or Blu-ray recording from start to finish.</p> <p>This thesis presents the common tasks of the production of an interactive recording. These tasks include the execution design, producing the content, creating the graphics and the structure of the disc, testing, burning and creating the disc label and disc case graphics. These phases of work were applied while producing the EEMontti Blu-ray production.</p>	
Keywords	dvd, blu-ray, video production, renovation

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Interaktiivinen tallenne	2
2.1	CD-levy	2
2.2	DVD-levy	3
2.3	Blu-ray-levy	5
2.4	Suojaus ja käytön rajoittaminen	8
3	Interaktiivisen tallenteen tuottaminen	10
3.1	Projektin aloittaminen	10
3.2	Tallenteen valikoiden ja rakenteen tuottaminen	12
3.3	Tallenteen viimeistely ja ulkoasun toteutus	15
4	EEMontti-projektin tuotanto	19
4.1	EEMontti-projekti	19
4.2	Esittely- ja remonttivideoiden kuvaaminen ja työstäminen	20
4.3	EEMontti-Blu-ray-tallenteen tuottaminen	22
4.3.1	Suunnittelu	22
4.3.2	Valikoiden ja painikkeiden toteutus	22
4.3.3	Valikoiden tausta-animaation ja aloitusvideon toteutus	25
4.3.4	Valikoiden, painikkeiden ja aikajanojen asetukset ja määrittely Encoressa	25
4.3.5	Levyn labelin ja kansien toteutus	28
4.3.6	Levyn polttaminen ja testaus	29
5	Interaktiivisten tallenteiden tulevaisuus	29
6	Yhteenveto	30
	Lähteet	32
	Liitteet	
	Liite 1. EEMontti-Blu-ray	

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on tuottaa Green Net Finland Oy:n EEMontti-projektille esittelyvideo ja kaksi remonttivideota. Videot julkaistaan internetin videopalveluissa YouTubessa ja Vimeossa, minkä lisäksi niistä koostetaan Blu-ray-levy. Sen tarkoituksena on arkistoida tuotettu materiaali projektin elinkaaren päätyttyä. EEMontti-projektin tavoite on puolittaa sähkölämmitteisten pientalojen lämmityskulut, ja insinööriyössä toteutettavien videoiden avulla on tarkoitus houkutella kohderyhmään kuuluvia asiakkaita eli sähkölämmitteisten pientalojen omistajia.

Työn toteuttamisessa käytetään ketteriä tuotantovälineitä, kuten järjestelmäkameroita ja kevyitä LED-valopaneeleita, koska kuvauspaikkoina toimivat remontoitavat asuinrakennukset, joissa tilaa ja valoa on rajallisesti. Videoista koostettavan Blu-ray-tallenteen tuottamisessa käytetään Adoben ohjelmia Encore, After Effects ja Photoshop. Insinööriyöraportissa esitellään EEMontti-projektiin kuuluvan Blu-ray-tallenteen toteuttaminen mainittuja työkaluja käyttäen vaihe vaiheelta.

Työssä esiteltävät päävaiheet ovat esittely- ja remonttivideoiden toteuttaminen ja niistä koostettavan Blu-ray-levyn tekeminen. Blu-ray-levyn tekeminen koostuu useasta vaiheesta, joihin kuuluu suunnittelu, levyn valikoiden ja painikkeiden toteutus, grafiikan luominen, levyn rakenteen toteuttaminen, testaus, poltto sekä labelin ja kansigrafiikan toteuttaminen.

Raportissa käsitellään myös erilaisten interaktiivisten tallenteiden historiaa CD-levystä Blu-ray-levyyn ja luodaan katsaus internetin vaikutuksesta optisten tallenteiden tulevaisuuteen. Työssä esitellään tallenteiden tekniikkaa, kuten fyysisiä ominaisuuksia ja sisäisiä tiedostorakenteita, joihin niiden tiedontallennus perustuu.

2 Interaktiivinen tallenne

2.1 CD-levy

Interaktiivisten tallenteiden formaatteja ovat esimerkiksi DVD (Digital Versatile Disc) ja Blu-ray. DVD:n edeltäjä CD-levy (Compact Disc) ei ole ollut yleisesti käytössä videon tallennusvälineenä, vaan siihen tarkoitukseen käytettiin VHS-kasettia. Edellä mainitut levyt ovat kaikki polykarbonaattilevystä valmistettuja kiekkoja, joiden halkaisija on 12 cm ja joiden pinnalla kulkee mikroskooppisen ohut spiraalin muotoinen ura. DVD- tai Blu-ray-soittimen laser kulkee tätä uraa pitkin, ja data on tallennettuna siihen bitteinä. Tämä tarkoittaa sitä, että jokainen uran kohta antaa arvon 1 tai 0. Jos lasersäde heijastuu takaisin sensoriin, kohta tulkitaan bitiksi 1. Jos säde ei heijastu takaisin, kohta tulkitaan bitiksi 0.

Levyn tallennuskapasiteettiin vaikuttaa siihen kirjoittamiseen käytetyn lasersäteen aallonpituus. Mitä pienempi säteen aallonpituus on, sitä enemmän dataa levyllä voi kirjoittaa. Toisin sanoen, mitä pienempää aallonpituutta käytetään, sitä pienempää ja tiiviimpää uraa levyn pintaan voidaan tehdä.

Vuonna 1982 markkinoille tuli Philipsin ja Sonyn kehittämä CD-levy. Se julkistettiin ensin Euroopassa ja Japanissa. Yhdysvalloissa CD-levy julkistettiin vuotta myöhemmin, vuonna 1983. CD-levyt kehitettiin alun perin äänen tallennukseen korvaamaan C-kasetit ja vinyylilevyt. Myöhemmin tietokoneiden yleistyessä CD-levyjä on käytetty myös datan tallentamiseen.

Standardille CD-levylle mahtuu 80 minuuttia ääntä tai 700 megatavua dataa. Levyn lukemiseen ja kirjoittamiseen käytetyn lasersäteen aallonpituus on 780 nm.

1990-luvulta 2000-luvulle CD-levyjä käytettiin yleisesti datan tallentamiseen ja tietokoneohjelmat toimitettiin tallennettuna sellaiseen. Ohjelmien vaatiman tilan kasvaessa ja tallennuskapasiteetin tarpeen lisääntyessä CD-levyt on korvattu DVD-levyillä, Blu-ray-levyillä ja internetillä. CD-levyt ovat jääneet lähinnä musiikkilevyjen julkaisuformaateiksi. [1, s. 372–385.]

2.2 DVD-levy

DVD-formaatti julkistettiin vuonna 1995 kompromissina kahdelle kilpailevalle ehdokkaalle, jotka olivat Philipsin ja Sonyn tukema Multimedia Compact Disc (MMCD) ja kahdeksan muun teollisuusjätkin tukema Super Disc (SD). Aiemmin käydyltä Betamaxin ja VHS:n kaltaiselta formaattisodalta haluttiin välttyä, joten IBM johti hanketta yhteisestä formaatista, DVD:stä.

Lyhenne DVD tulee sanoista "Digital Versatile Disc" eli digitaalinen monikäyttölevy. Alun perin sen piti tulla sanoista "Digital Video Disc", mutta ensin mainitun katsottiin tuovan paremmin esille DVD-levyn monipuolisia käyttömahdollisuuksia.

DVD-levyjä on kolmea tyyppiä: DVD-Audio, DVD-Data ja DVD-Video. DVD-Audio on tarkoitettu korkealaatuisen äänen tallentamiseen, DVD-Data puolestaan datan tallentamiseen. DVD-Video on tarkoitettu videokuvan ja -äänien tallentamiseen. DVD-levyn tyyppi määräytyy sen sisällön tallennuksen yhteydessä rakenteellisesti. Esimerkiksi DVD-Video-levyllä on sille ominainen tiedostorakenne, jotta DVD-soittimet osaavat lukea sitä, ja DVD-Data-levyllä ei ole erityistä tiedostorakennetta, vaan tieto on tallennettu sille sellaisenaan.

Standardin yksikerroksisen DVD-levyn kapasiteetti on 4,7 gigatavua. Levyn tallennuskapasiteettia saadaan lisättyä lisäämällä siihen kerroksia tai lisäämällä myös levyn toiselle puolelle kirjoitettava pinta. Kaksikerroksisen DVD-levyn tallennuskapasiteetti on 8,5–8,7 gigatavua ja kaksipuolisen DVD-levyn 9,4 gigatavua. On olemassa myös kaksipuolisia kaksikerroksisia DVD-levyjä, mutta ne ovat käytössä harvinaisia. Niihin mahtuu tietoa 17,08 gigatavua. Kaksipuolisen DVD-levyn käytettävyyttä huonontaa se, että levy on otettava asemasta ja käännettävä toisinpäin, kun halutaan toistaa levyn toisella puolella olevaan dataa. [2.]

Videokuva tallennetaan DVD-levylle MPEG-2-formaatissa. Videokuvan resoluutio on väri- ja koodausjärjestelmästä riippuen 720/704 x 480 pikseliä (NTSC) tai 720/704 x 576 pikseliä (PAL). NTSC-järjestelmä (National Television System Committee) on käytössä esimerkiksi Yhdysvalloissa ja Japanissa. PAL-järjestelmä (Phase Alternating Line)

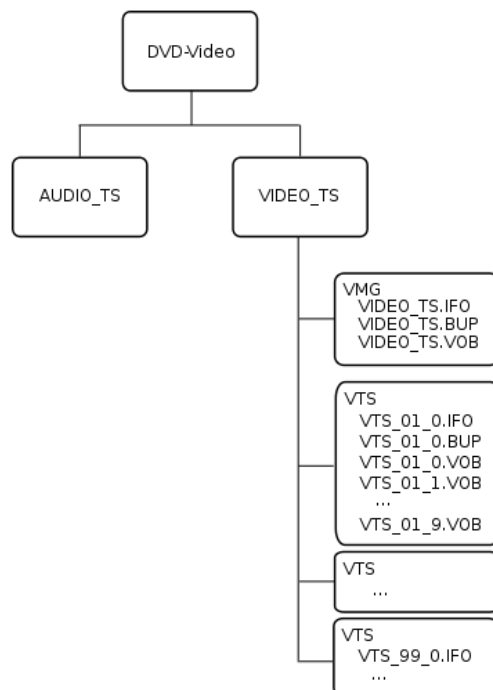
on yleisesti käytössä Euroopassa. Ääni tallennetaan MPEG-, PCM-, DTS-, MP2- tai Dolby Digital -muodossa. Näistä käytetyin on nykyään Dolby Digital.

DVD-levyn toistamiseen tarvitaan DVD-soitin ja MPEG-2 dekooderi eli käytännössä joko DVD-soitin tai tietokone, jossa on DVD-asema ja tarvittava ohjelmisto levyn toistamiseen. [2.]

DVD-levyn rakenne

DVD-Video-levyt noudattavat pääosin UDF Bridge -formaattia. Se on MicroUDF:n ja ISO 9660 -standardin mukaisen tiedostojärjestelmän yhdistelmä. ISO 9660 -tiedostojärjestelmä on joidenkin vanhojen toistojärjestelmien käyttämä formaatti, kun taas uudempi MicroUDF-tiedostojärjestelmä on uudempien, nykyaikaisten soittimien käyttämä järjestelmä. Soittimesta riippuen jompikumpi tiedostojärjestelmistä otetaan käyttöön ja toinen jää huomiotta. [2; 3.]

Kuva 1 esittää tiedostorakennetta, jonka mukaan DVD-Video-levyn sisältämä tieto on tallennettu.



Kuva 1. DVD-Video-levyn tiedostorakenne [3].

Levy koostuu kahdesta pääkansiosista, jotka ovat AUDIO_TS (Audio Title Set) ja VIDEO_TS (Video Title Set). AUDIO_TS on DVD-Video-levyllä ainoastaan yhteensopivuuden vuoksi, ja se on tarkoitettu DVD-Audio-levyille. DVD-Video-levyillä tämä kansio on joko poissa tai tyhjä. VIDEO_TS-kansio sisältää kaiken DVD-Video-levyn materiaalin valikoista itse videoraitoihin ja näiden hallintaan tarkoitettuja tiedostoja.

DVD:n materiaali on tallennettuna IFO- (Information File), BUP- (Back Up) ja VOB- (Video Object) päätteisiin tiedostoihin. Nämä tiedostot jakautuvat kahteen eri tyyppiin: VMG- (Video Manager) ja VTS- (Video Title Set) tiedostoihin. VMG-tiedostoja on kolme, ja ne ovat aina nimeltään VIDEO_TS.IFO, -.BUP, ja -.VOB. VOB-tiedosto sisältää valikoiden grafiikan, BUP on VOB:n kopio ja IFO sisältää tietoa levyn rakenteesta, kuten taulukon eri aikajanoista ja tiedon levyn valikkorakenteesta. VTS-tiedostoja on jokaista DVD:n aikajanaa kohden kolme: VTS_xx_y.IFO, -BUP. ja VOB, jossa merkinnän "xx" paikalle tulee järjestysnumero ja y:tä käytetään liian isoksi kasvavan VOB-tiedoston paloitteluun. VOB-tiedostot sisältävät aikajanojen MPEG-videon, BUP-tiedostot ovat niiden varmuuskopiot ja IFO-tiedostot sisältävät tietoa aikajanan rakenteesta, kuten kohtauksista.

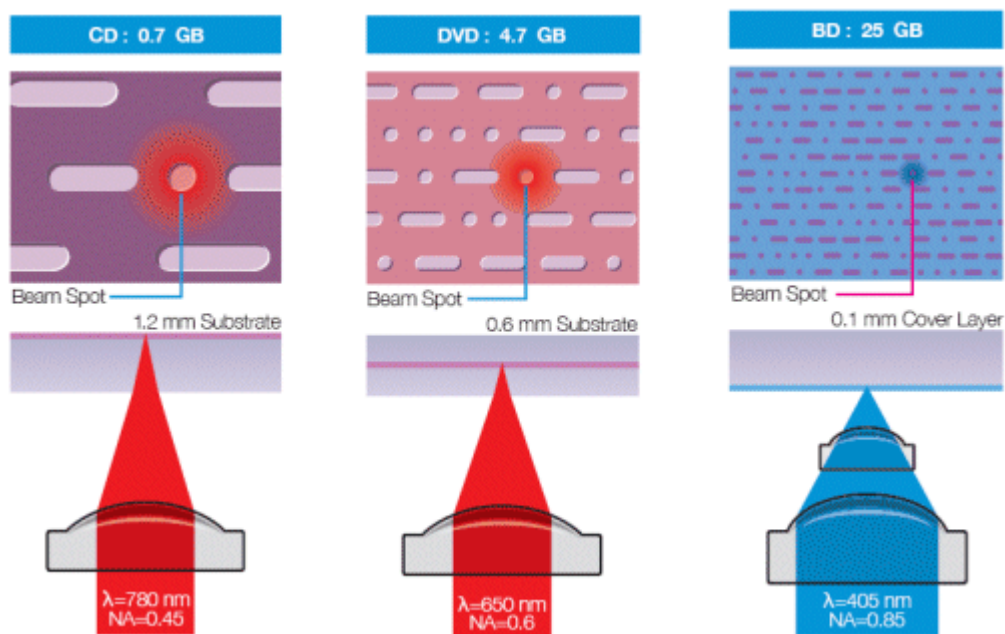
DVD-Video-levyn videotiedostot ovat VOB-tiedostoja, jotka voivat sisältää kuvaa, ääntä, tekstityksiä sekä valikko- ja navigaatiotietoa multipleksoituna virtana. VOB-tiedostotyyppi perustuu MPEG-formaattiin. VOB-formaatti on hyvin rajoittunutta MPEG-formaattia, ja esimerkiksi kaikki levyille tallennettava videomateriaali joudutaan pakkaamaan uudelleen DVD-Video-levyn kelpuuttamaan muotoon. VOB-tiedosto voi sisältää MPEG-ohjelmavirtaa, kuten H.262/MPEG-2 Part 2- ja MPEG-1 Part 2 -videota sekä MPEG-1 Audio Layer II- tai MPEG-2 Audio Layer II -ääntä tietyin rajoituksin. VOB-tiedosto ei voi sisältää esimerkiksi AAC-ääntä tai MPEG-4-pakkausformaatteja. VOB-tiedoston suurin mahdollinen koko on 1 gigatavu, ja sen yli menevät tiedostot pilkotaan uusiin tiedostoihin aiemmin mainitulla tavalla numeroimalla. [2; 3.]

2.3 Blu-ray-levy

Blu-ray-levy julkistettiin vuonna 2006, ja sen kehittivät Philips, Sony ja Pioneer korvaamaan DVD-levyt. DVD-levyjen tallennuskapasiteetti alkoi käydä liian pieneksi, koska sitä rajoittaa kirjoitukseen käytetyn lasersäteen aallonpituus, joka on 650 nm. Blu-ray-

levyn nimi tulee kirjoitukseen käytetyn laserin sinisestä väristä. Tämän laserin lyhyempi aallonpituus, 405 nm, mahdollistaa Blu-ray-levyn pinnalle kirjoittamisen DVD-levyä tiheämmin. Tämän ansiosta Blu-rayn tallennuskapasiteetti on monta kertaa DVD:n kapasiteettia suurempi. Blu-ray-levyssä käytettävän sinisen lasersäteen keksiminen oli aikanaan suuri saavutus, sillä sen ei aiemmin uskottu olevan mahdollista. [4.]

Kuvasta 2 huomataan, kuinka merkittävän eron lasersäteen aallonpituus luo eri formaattien tallennuskapasiteetteihin. DVD:n tallennuskapasiteetti on CD:hen verrattuna lähes seitsemänkertainen. Blu-rayn tallennuskapasiteetti on CD:hen verrattuna yli 35-kertainen ja DVD:hen verrattuna yli viisinkertainen. [6.]



Kuva 2. CD-, DVD- ja BD-levyjen kirjoitustiheys [5].

Yksikerroksisen Blu-ray-levyn tallennuskapasiteetti on 25 gigatavua. Blu-ray-levyjä on myös kaksi- ja nelikerroksisia. Jokainen kerros lisää tallennustilaa 25 gigatavua, joten kaksikerroksiseen Blu-ray-levyyn mahtuu dataa 50 gigatavua ja nelikerroksiseen 100 gigatavua.

Kuten useimmiten uusien formaattien ilmestyessä, myös Blu-raylla oli kilpaileva formaatti, HD DVD, joka hävisi kilpailun. Blu-rayn yleistymistä edesauttoivat merkittävästi samoihin aikoihin julkaistut uuden sukupolven pelikonsolit PlayStation 3 ja Xbox 360,

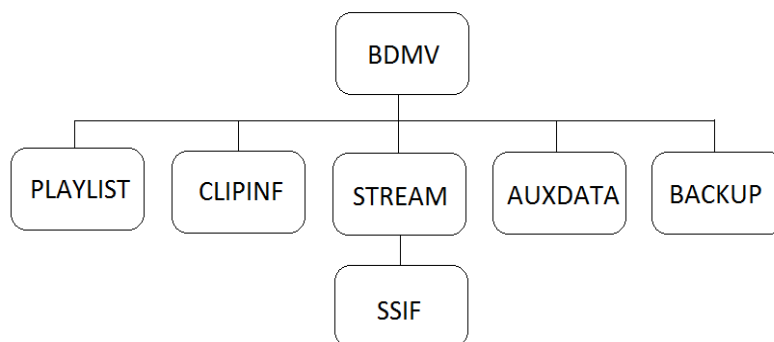
joista kaupallisesti paremmin menestyneessä PlayStation 3:ssa oli Blu-ray-soitin. Xbox 360:ssa oli kilpaileva HD DVD-soitin. [7.]

Toisin kuin DVD:n Program Streamiin perustuva MPEG-tiedostoformaatti, Blu-rayn tiedostoformaatti perustuu Transport Streamiin. Tämän ansiosta useita videoita voi tallentaa yhteen tiedostoon, joka mahdollistaa niiden toistamisen samanaikaisesti. Se mahdollistaa esimerkiksi kuva kuvassa -toiminnon. Blu-rayn käyttämä MPEG transport stream tunnetaan myös BDAV MPEG-2 transport streamina, joka käyttää tiedostopäätettä .m2ts.

Blu-ray-levyn rakenne

Blu-ray-levyt noudattavat DVD-levyjen tavoin UDF-tiedostojärjestelmää. Tiedostojärjestelmä on Blu-ray-levyissä versiota 2.50, ja se on yhtenevä sekä PC- että Blu-ray-soitinympäristöissä.

Kuvassa 3 on havainnollistettu Blu-ray-levyn hakemistorakennetta. Kaikki levyn data on tallennettu BDMV-kansion alle. Tämä kansio sisältää hakemistot PLAYLIST, CLIPINF, STREAM, AUXDATA ja BACKUP sekä index.bdmv- ja MovieObject.bdmv-tiedostot. Index.bdmv sisältää tiedon BDMV-kansion sisällöstä, ja MovieObject.bdmv sisältää tiedot levyllä olevista Movie Objecteista eli videotiedostoista. [4.]



Kuva 3. Blu-ray-levyn hakemistorakenne.

PLAYLIST-hakemistossa on tietokantatiedostot, jotka sisältävät tiedot levyn soittolistoista, eli sen, missä järjestyksessä videomateriaalia toistetaan. Se sisältää tiedostoja, jotka ovat muotoa ".mpls". Tiedoston nimi on viisinumeroinen numerosarja, joka viittaa

tiettyyn soittolistaan. STREAM-hakemisto sisältää levyn videomateriaalin m2ts-tiedostoina. Hakemisto sisältää myös alihakemiston SSIF, johon tallennetaan stereoskooppiset lomitetut tiedostot 3D-kuvaa varten. Mikäli kyseessä ei ole 3D-tallenne, hakemisto jää käyttämättä. CLIPINF-hakemisto sisältää tiedostoja, joiden tiedostopäätte on ".clpi". Ne sisältävät kuvauksen jokaisesta levyn videotiedostosta. Kuvaus sisältää muun muassa videotiedoston mahdolliset eri kohtaukset toiston yhteydessä. Tiedoston nimenä on viisinumeroinen numerosarja, joka viittaa tiettyyn videotiedostoon. AUXDATA-hakemisto sisältää äänidatatieostot ja fonttiedostot. Hakemistossa oleva sound.bdmv -tiedosto sisältää ääneen liittyvän tiedon ja otf-tiedostot kaiken tekstifontteihin, kuten teksityksiin liittyvän tiedon. BACKUP-hakemistossa on varmuuskopiot BDMV-kansion juuressa olevista index- ja MovieObject-tiedostoista sekä kaikesta PLAYLIST- ja CLIPINF-hakemistojen sisällöstä. [4.]

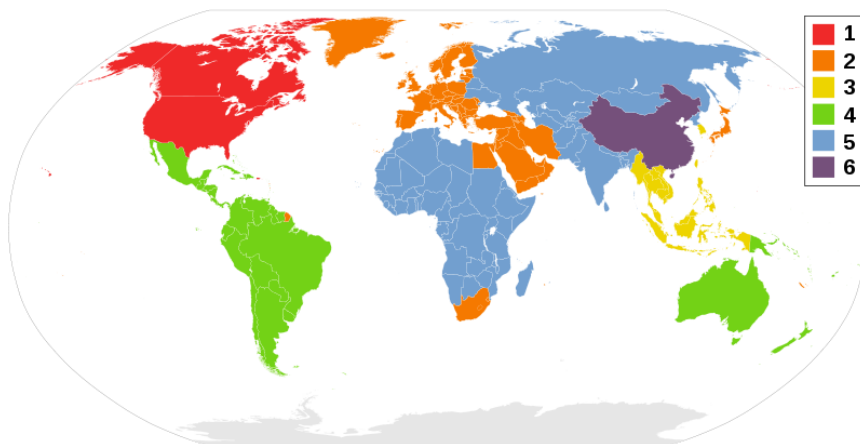
2.4 Suojaus ja käytön rajoittaminen

CD-, DVD- ja Blu-ray-levyjä varten on kehitetty tekniikoita, joilla on pyritty suojaamaan levyn sisältö laittomalta kopioinnilta. Sitä mukaa, kuin suojaustekniikoita on kehitetty, ne on kuitenkin aina onnistuttu kiertämään.

CSS (Content Scramble System) oli vuonna 1996 julkistettu kopioinninestotekniikka, joka oli yksi ensimmäisiä tekniikoita. Sen tarkoituksena oli estää DVD-levyn kopiointia piilottamalla MPEG-videovirran toistamiseen tarvittavat avaimet niin, että ne eivät tallentuneet kopioidulle levyille. Tämän vuoksi kopioitu levy ei toistunut. DVD-soittimien kanssa tekniikka tuotti ongelmia, sillä jotkin DVD-soittimet eivät toistaneet CSS-suojattuja levyjä. Lisäksi PC-toistoon vaadittiin usein levyllä mukana tulleen yhteensopivan toisto-ohjelman käyttöä. CSS murrettiin kolme vuotta sen julkistamisen jälkeen, kun vuonna 1999 kehitettiin CSS dekooderi (DeCcss).

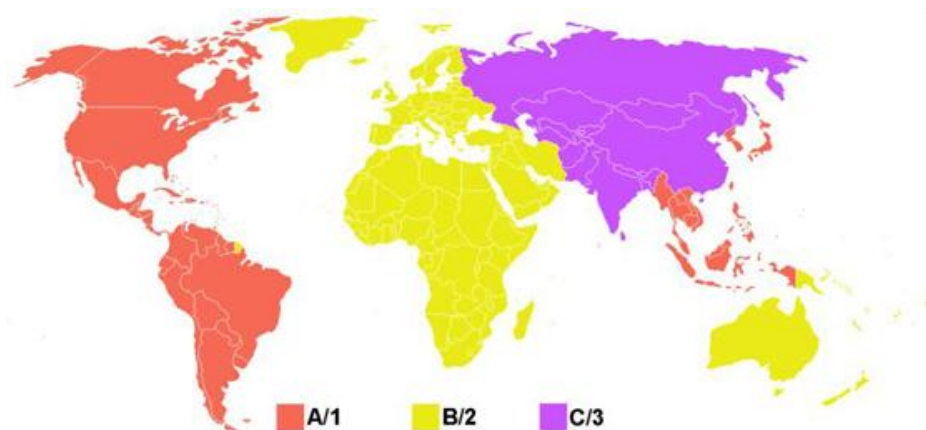
Anti-ripping oli vastaisku DeCcss-kopioinnille. Sen tarkoituksena oli luoda levyyn tahallisia virheitä, jotka eivät haitanneet sen tavanomaista toistoa tai valikoissa navigointia, mutta aiheuttivat ongelmia levyn kopiointia yrittävän ohjelmiston kanssa. Anti-ripping-tekniikoita kehittivät useat yhtiöt, ja niitä ovat muun muassa Sonyn ArccOS Protection, Macrovision RipGuard, X-Protect, ProtectDisc SecureBurn, Anaho ja Fortium. Nämä kaikki on sittemmin onnistuttu kiertämään. [8, s. 5–11; 9.]

Aluekoodit säätelevät DVD- ja Blu-ray-levyjen käyttöä alueittain sallimalla niiden toistamisen rajoitetuilla alueilla. Kuvasta 4 nähdään, että DVD-levyjen alueita on kuusi: alue 1 kattaa Pohjois-Amerikan, alue 2 Euroopan, Lähi-idän, Etelä-Amerikan ja Japanin, alue 3 Indonesian, Vietnamin ja Thaimaan ympäristön, alue 4 Väli- ja Etelä-Amerikan sekä Australian. Alueeseen 5 kuuluvat Afrikka, suuri osa Aasia ja Venäjä. Alue 6 on Kiina. Lisäksi on koodit 7 ja 8, joista 7 on varattu ja 8 on tarkoitettu matkustajaliikenteeseen, kuten lentokoneisiin ja matkustajalaivoihin. [10.]



Kuva 4. DVD-levyjen kuusi eri aluekoodia [10].

Blu-ray-levyistä valtaosa, noin kaksi kolmasosaa, on aluevapaita. Aluekoodatut levyt kuuluvat johonkin kolmesta alueesta, jotka on esitetty kuvassa 5. Näitä ovat A/1, B/2 ja C/3. A:han kuuluvat Pohjois- ja Etelä-Amerikan mantereet ja Japani sekä Indonesia. Alue B:hen kuuluvat Eurooppa, Australia ja Afrikka. Alue C kattaa suurimman osan Aasia ja koko Venäjän. [11.]



Kuva 5. Blu-ray-levyjen aluekoodit [11].

Aluekoodien avulla julkaisijat voivat säädellä levyjen julkaisuajankohtaa, hinnoittelua ja sisältöä, koska eri alueilla myytävät DVD- ja Blu-ray-soittimet toistavat vain oman alueensa levyjä. Olemassa on myös soittimia, jotka toistavat kaikkien alueiden levyjä. [10.]

3 Interaktiivisen tallenteen tuottaminen

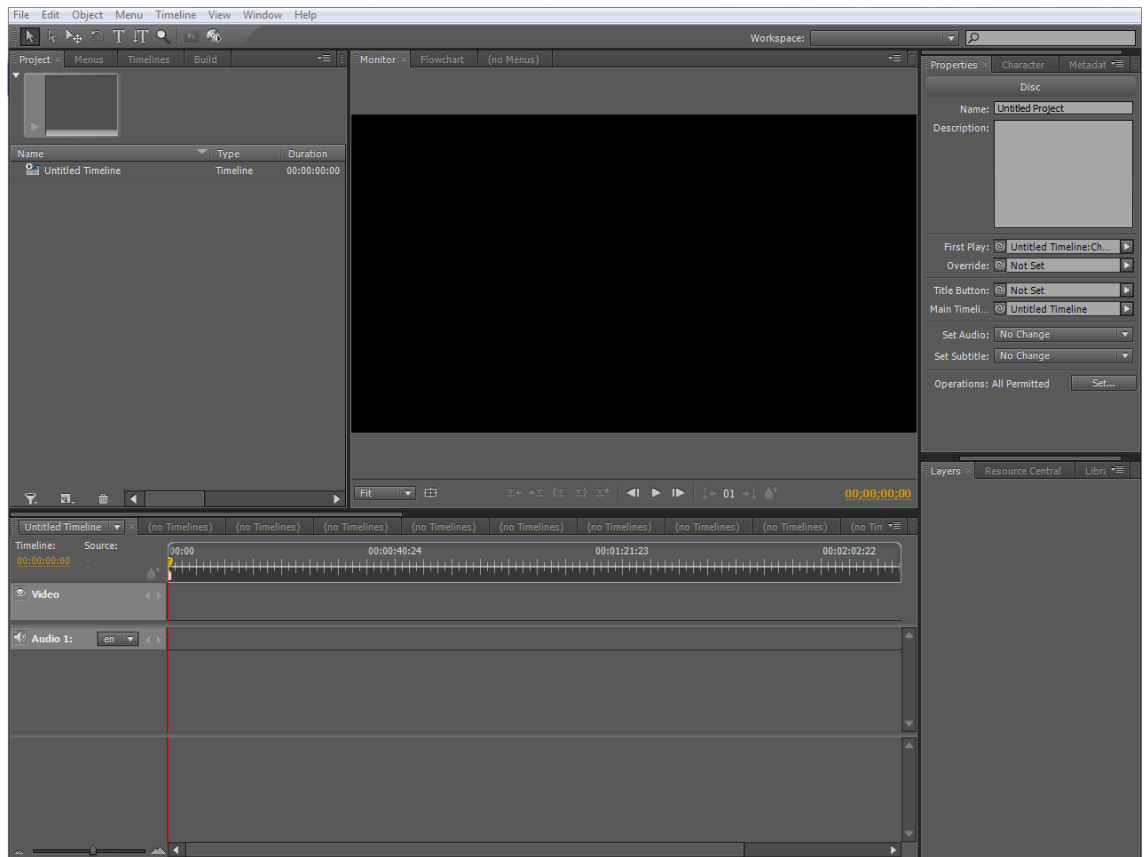
3.1 Projektin aloittaminen

Tarvittava laitteisto

DVD-levyn tekemiseen tarvitaan riittävän tehokas tietokone ja tallentava DVD-asema. Blu-ray-levyä varten tarvitaan tallentava Blu-ray-asema. Videon käsitteleminen vaatii tietokoneelta aina paljon laskentatehoa ja muistia sekä hyvän näytönohjaimen. Etenkin HD-tasoisien videon työstäminen vaatii tietokoneelta paljon tehoa. [12, s. 1–2.]

Eräs suosittu Blu-ray- ja DVD-levyjen tuottamiseen käytetty ohjelma on Adobe Encore. Encore on suosittu ohjelma, koska se toimii saumattomasti muiden Adoben ohjelmien kanssa. Esimerkiksi DVD:n valikkojen tekoon voi käyttää Adoben kuvankäsittelyohjelmaa Photoshopia.

Kuvassa 6 esitetty Encore-ohjelman käyttöliittymän päänäkymä koostuu kirjastosta, johon projektissa käytettävä materiaali tuodaan, aikajanasta ja ruudusta, jossa teosta voi suunnitella graafisesti. Lisäksi käyttöliittymään kuuluu ikkunoita, joista löytyy erilaisia säädettäviä asetuksia. Käyttöliittymä on säädettävissä omiin tarpeisiin sopivaksi.



Kuva 6. Adobe Encoren päänäkymä.

Interaktiivisen tallenteen suunnittelu

Kuten aina projektityöskentelyssä, kaikki alkaa suunnittelusta. Ensimmäiseksi on hyvä miettiä formaatti, johon tallenne tehdään, eli käytetäänkö Blu-ray-levyä vai riittääkö DVD. Blu-Rayn käyttö on perusteltua, jos esitettävä videomateriaali on teräväpiirtoista tai vaatii enemmän tilaa kuin DVD:lle mahtuisi. Kun formaatti on päätetty, kannattaa miettiä, mitä tarvitaan ja mitä ei tarvita. Ennen toteuttamista on hyvä tietää valikoiden määrä ja rakenne, tuleeko valikoihin animaatiota ja tarvitaanko Blu-ray-levyssä kelluvia valikoita.

3.2 Tallenteen valikoiden ja rakenteen tuottaminen

Valikoiden tekeminen Photoshopilla

Adoben Photoshop ja Encore on suunniteltu toimimaan yhteistyössä keskenään. Encore ymmärtää Photoshopissa tiettyyn layer- eli tasorakenteeseen tehdyn kokonaisuuden ja tekee siitä valikot painikkeineen Encoren puolella. Valikkoa pystyy muokkaamaan Photoshopissa jälkeempäinkin ja muutokset päivittyvät suoraan Encoreen. Riippuen projektissa käytetystä kuvakoosta, Photoshopin kanssa työskennellessä on oltava tarkkana, että valikoiden koko pysyy oikeana. Jos projektin kuvakokoon pikselikuvasuhde on jokin muu kuin 1,0, ohjelmissa käytettävät pikselien mittasuhteet poikkeavat toisistaan.

Taulukossa 1 näkyvät eri kuvaformaattien koot ja pikselikuvasuhteet. Pikselikuvasuhde kertoo pikselin koon pituus- ja leveysuunnassa viereisten sivujen suhteesta saatavana suhdelukuna. Esimerkiksi 1,0 kertoo pikselin olevan neliö ja 1,33 kertoo sen olevan suorakulmio. [13.]

Taulukko 1. Kehyskokojen vastaavuus neliön muotoisissa pikseleissä.

Formaatti	Kehyksen koko pikseleinä	Pikselikuvasuhde	Kehyksen koko 1,0-kokoisina pikseleinä
NTSC fullscreen	720 x 480	0,9	720 x 534
NTSC widescreen	720 x 480	1,2	854 x 480
PAL fullscreen	720 x 576	1,07	768 x 576
PAL widescreen	720 x 576	1,42	1024 x 576
HD-formaatit	1280 x 720	1,0	1280 x 720
	1440 x 1080	1,33	1920 x 1080
	1920 x 1080	1,0	1920 x 1080

Photoshopissa valikoita tehtäessä on pidettävä mielessä, että siinä ympäristössä pikselien suhdeluku on 1,0 eli ne ovat neliöitä. Taulukon avulla nähdään, mitkä mitat muo-

kattavalla kuvalla tulee olla. Esimerkiksi PAL widescreen -formaatin koko 720 x 576 vastaa Photoshopin 1024 x 576 -kokoa. Jos Photoshopissa tehty valikko on väärissä mitoissa, se vääristyy Encoreen tuotaessa, kun pikselien muoto muuttuu. Esimerkkita-pauksessa kuva venyisi leveyssuunnassa.

Photoshop-dokumentissa valikon tausta ja painikkeet ovat omissa tasoissaan. Tasot pitää nimetä tietyllä tavalla, jotta Encore ymmärtäisi niiden olevan esimerkiksi valikon painikkeita. Sekä Photoshopissa että Encoressa tehdyt valikot ovat muodoltaan PSD-tiedostoja eli Photoshopin ymmärtämiä tiedostoja, jotka sisältävät kuvan lisäksi muun muassa tasorakenteen. [13.]

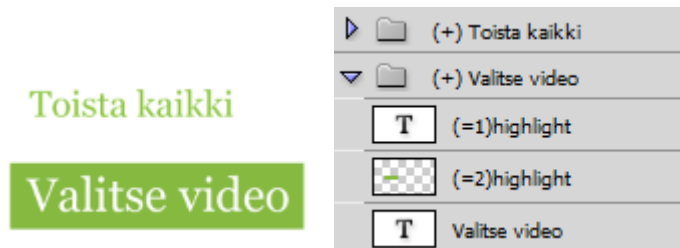
Painikkeiden lisäksi valikkoon on mahdollista tehdä kenttiä videota varten. Esimerkiksi kohtausvalikkoa tehtäessä voidaan haluta eri kohtausten kohdalla näkyvän videopätkä kohtauksesta.

Painikkeiden luominen Photoshopissa

Painikkeen luomista varten sille tehdään Photoshopissa kansio, johon eri tasot tulevat. Kansio tulee nimetä siten, että halutun painikkeen nimen eteen tulee merkintä "(+)", esimerkiksi "(+)button1". Luotuun kansioon tulee painikkeen grafiikka omille tasoilleen. Tasoa, jolla passiivisen painikkeen grafiikka on, ei tarvitse nimetä erityisesti, sillä Enco-reen tuotaessa se on käytännössä osa valikon taustakuvaa. Jotta painikkeen siirtämi-nen Photoshopissa olisi mahdollisimman helppoa, myös passiivisen painikkeen grafiikka on hyvä säilyttää painikkeelle tarkoitettussa kansiossa. Aktiivisen painikkeen tason ni-men eteen laitetaan merkintä (=1). Merkinnän avulla Encore ymmärtää, että tasossa sijaitsee aktiivisen painikkeen grafiikka. Encore ymmärtää ainoastaan yksivärisiä tasoja, kun kyse on painikkeista. Tämän takia aktiivisen painikkeen tasoja on tehtävä ryhmään useampia, jos halutaan painikkeessa olevan useampia värejä. Näiden tasojen nimien eteen laitetaan merkintä (=2), (=3), ja niin edelleen.

Kuvassa 7 on havainnollistettu painikkeen tasojen ryhmitystä Photoshopissa ja niiden luomia painikkeita aktiivisessa ja passiivisessa tilassa. Kuvassa oikealla "Valitse video"-painikkeen tasot on koottu kansioon "(+)Valitse video". "Valitse video" on painikkeen nimi ja "(+)" kertoo Encorelle ryhmän esittävän painiketta. Kansion sisällä oleva teks-

tiobjekti "(=1)highlight" on aktiivisen painikkeen valkoinen teksti. Tasolla "(=2)highlight" sijaitsee valkoisen tekstin taustalla oleva vihreä palkki. Tason nimen yhtäsuuruusmerkki ja numero kertovat Encorelle, että tason grafiikka tulee näkyviin painikkeen ollessa aktiivinen. Tekstiobjekti "Valitse video" on passiivisen painikkeen grafiikka, joka jää aktiivisen painikkeen taakse.



Kuva 7. Painikkeen tasorakenne ja sen tulos Photoshopissa.

Valikoiden viimeistely After Effectsissä

After Effects on hyvä työkalu DVD- ja Blu-ray-valikoiden viimeistelyyn. Sen avulla voi luoda esimerkiksi animaatiota valikon taustalle tai animoida valikon vaihtumisen. Valikko animoidaan After Effectsissä, minkä jälkeen animaatio renderöidään videotiedostoksi. Videotiedosto tuodaan Encoreen, jossa sen voi laittaa valikon taustalle. Tällöin valikon passiiviset painikkeet ovat osa taustavideota ja aktiiviset painikkeet tulevat näkyviin taustalla olevien päälle, kun ne on valittu.

Levyn rakenteen luominen Encoressa

Levyn rakenne koostuu valikoista ja aikajanoista. Valikot sisältävät painikkeita, joilla navigoidaan levyn eri osien välillä, ja aikajanoille sijoitetaan itse videot, joita halutaan levyllä esittää.

Painikkeille määritellään toiminnot, joita suoritetaan, kun niitä käytetään. Painikkeen toiminto voi olla esimerkiksi toiseen valikkoon siirtyminen tai aikajanalalle siirtyminen. Jos halutaan painikkeesta siirryttävän toiseen valikkoon, määritellään se painikkeen asetuksista valitsemalla sieltä määränpääksi haluttu valikko. Lisäksi voidaan asettaa oletuksena aktiiviseksi valittava painike valikosta, johon siirrytään. Jos halutaan painik-

keesta siirryttävän aikajanelle esimerkiksi videon toistoon, valitaan haluttu aikajana painikkeen asetuksista ja aikajanelta kohta, jota halutaan toistaa.

Aikajanoille sijoitetaan levyn videomateriaali, ja niille voidaan tarvittaessa luoda kohtauksia. Kohtaukset määritellään asettamalla aikajanelle niiden aloituspisteet haluttuihin kohtiin. Aikajanelle voidaan määritellä myös toiminto, joka suoritetaan aikajanan loputtua. Aikajanelta voidaan esimerkiksi siirtää automaattisesti päävalikkoon, kun video on päättynyt.

Blu-ray-levyn poikkeukset

Blu-ray-levyn teko menee pääosin saman kaavan mukaan kuin DVD:nkin. Blu-ray-levyillä on kuitenkin ominaisuuksia, joita ei DVD-levyissä ole. Eräs ominaisuus on kelluvat valikot. Kelluvilla valikoilla, joita kutsutaan myös popup-valikoiksi, tarkoitetaan Blu-rayn ominaisuutta, jossa levyn toiston aikana voidaan avata valikko, jolla voidaan esimerkiksi vaihtaa kieliä, kohtauksia tai tekstityksiä. Mahdollista voi olla myös kommenttiraidan lisääminen tai kuvakulmien vaihto. DVD-levyä toistettaessa on aina palattava päävalikkoon, jos halutaan päästä käsiksi kyseisiin asetuksiin. Poikkeuksena ovat DVD-soittimet, joista löytyy erilliset kontrollit esimerkiksi tekstityksen vaihtamiseen lennosta.

3.3 Tallenteen viimeistely ja ulkoasun toteutus

Levyn testaus

Jos tallenteessa on kyse tärkeästä tiedon arkistoinnista tai tallennetta aiotaan monistaa suuri erä kalliille ja ladukkaille levyille, on erittäin tärkeää testata tuotteen toimivuus eri alustoilla. Tallenteiden toistamiseen on olemassa laaja kirjo erilaisia laitteita. Tallennetta voi toistaa tietokoneella useilla erilaisilla ohjelmilla, useilla eri-ikäisillä ja -merkkisillä DVD/Blu-ray-soittimilla tai pelikonsoleilla. Jotta tiedettäisiin levyjen toimivan toivotulla tavalla mahdollisimman laajassa laitekannassa, on levyn toimivuus todettava mahdollisimman monella alustalla. [5.]

Levyn esikatselu ja poltto

Levyä voi esikatsella valitsemalla "File"-valikosta "Preview". Tällä toiminnolla levy voidaan esikatsella alusta loppuun ja testata linkkien toimivuudet. Jos halutaan esikatsella esimerkiksi jotain tiettyä valikkoa, voidaan valita haluttu valikko ja napsauttaa sitä hiiren oikealla painikkeella ja valita valikosta "Preview from here". Encoren esikatselussa on puute Blu-ray-levyjen esikatselussa kelluvien valikoiden osalta, sillä niitä ei voi esikatsella. Ainoa tapa testata kelluvia valikoita on projektin polttaminen levyille ja soittimessa toistaminen. Periaatteessa Blu-ray-levyä voisi testata luomalla siitä image, eli levynkuvatiedosto ja toistamalla se Blu-ray-levyjä toistavalla ohjelmalla, mutta käytännössä se ei onnistu, sillä niitä niitä on hyvin vähän olemassa kalliiden lisenssien takia.

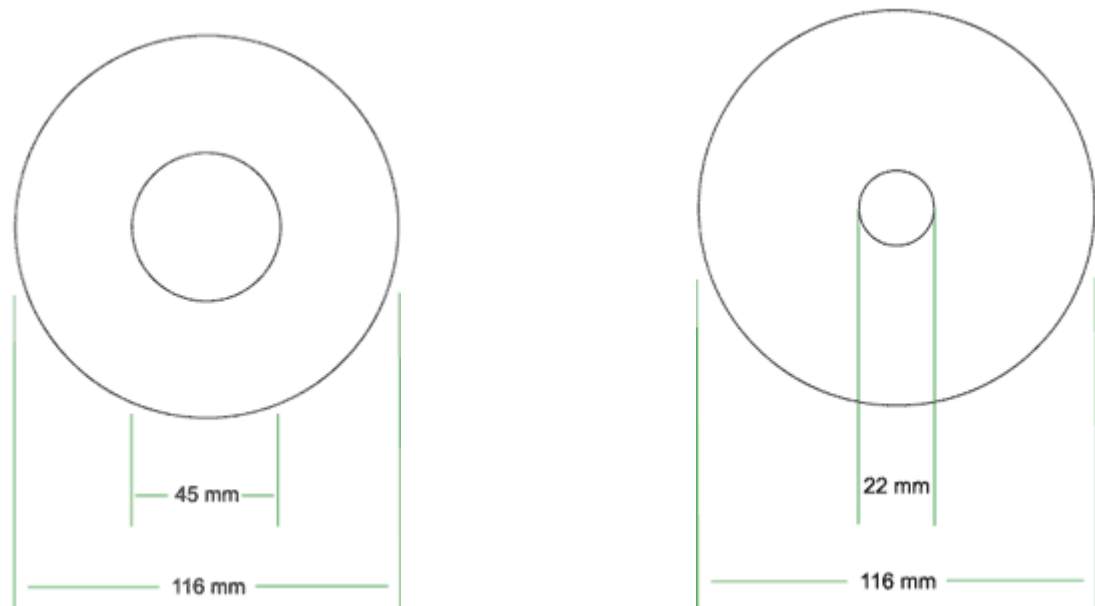
Kun levy on saatu Encoressa valmiiksi, on seuraava työvaihe levyn polttaminen. DVD:n ja Blu-rayn polttamisprosessissa ei ole eroja muussa kuin polttonopeuksissa. Tallennusnopeus DVD:lle on 1,32 MB/s, kun taas Blu-raylle tieto tallentuu 4,5 MB/s -nopeudella. Nopeudet ovat niin sanottuja 1x-nopeuksia, ja polttavan aseman kirjoitusnopeudet ilmoitetaan usein tämän nopeuden kertoimena, esimerkiksi 16x tai 32x. Levyn polttoon ei suositella käytettäväksi nopeinta mahdollista kirjoitusnopeutta virheiden välttämiseksi. Blu-ray-levylle tallentuvan tiedon määrä on suurempi kuin DVD:lle tallentuvan tiedon määrä, joten Blu-ray-levyn poltto kestää kauemmin. [14; 4.]

Encoressa poltto suoritetaan projektin "Build" välilehdellä. Välilehdellä on valittavana useita asetuksia. Projektin voi polttaa suoraan levyille tai siitä voi tehdä imagen, jonka voi polttaa levyille myöhemmin. Välilehdellä voi säätää muutamia asetuksia, kuten aluekoodin, jonka soittimilla levyä voidaan toistaa. Lisäksi voidaan määritellä kopioiden sallittu määrä. Ennen polttoa Encore tarkistaa projektissa olevat mahdolliset virheet, kuten esimerkiksi toimimattomat painikkeet.

Labelin tekeminen

Itse levyn sisällön lisäksi on syytä kiinnittää huomiota tuotoksen ulkoasuun eli kansien ja labelin suunnitteluun. Labelilla tarkoitetaan levyn pintaan tulostettavaa grafiikkaa.

Kuvasta 8 nähdään DVD- ja Blu-ray-levyjen mittasuhteet. Kummankin levytyypin halkaisija on 12 cm, joten labelin suunnittelua varten tarvitaan 120 mm x 120 mm kokoinen kuva, johon rajataan ympyrän muotoinen alue.



Kuva 8. DVD-levyn standardin mukainen tulostusalue (vas.) ja suurin mahdollinen tulostusalue (oik.) [15].

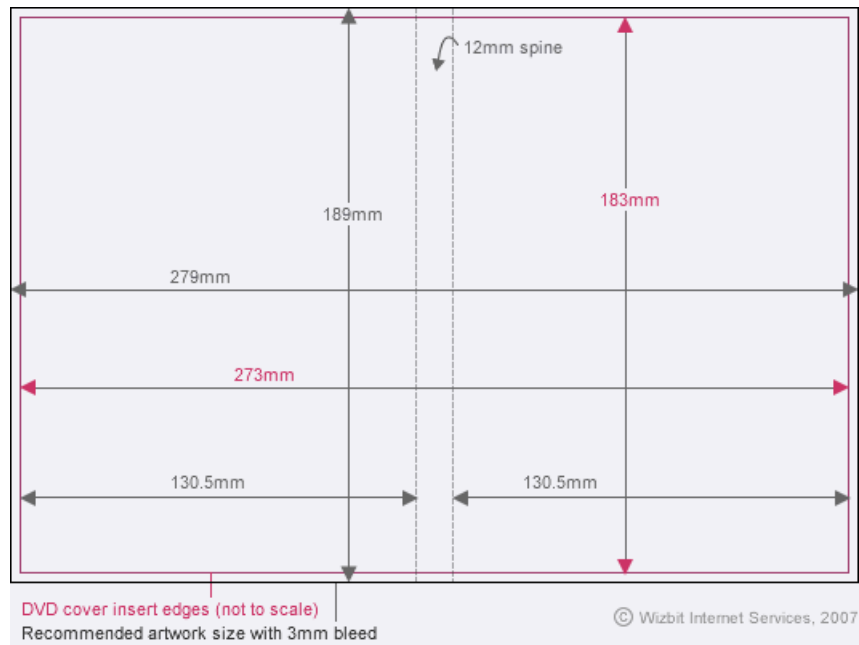
Kuvasta nähdään myös levyn pinnassa oleva alue, johon on mahdollista tulostaa. Aivan levyn ulkoreunalla on 2 mm:n levyinen alue, johon ei voi tulostaa. Tämä on otettava huomioon labelia suunniteltaessa. Lisäksi levyn keskellä on tulostumaton alue, jonka koko riippuu siitä, miten laaja alue halutaan tulostaa. Standardissa tulostuksessa levyn keskelle jää reikä mukaan lukien 45 mm halkaisijaltaan oleva tulostumaton alue. Tulostaminen on kuitenkin mahdollista laajemmallekin alueelle siten, että keskelle jää ainostaan reikä eli 22 mm:n kokoinen alue, jos käytetään siihen tarkoitukseen sopivia levyjä. [15.]

Labelin tulostaminen onnistuu muutamalla tavalla. On olemassa kotikäyttöön suunnatun Lightscribe -polttavia levyasemia, jotka tekevät tarkoitukseen valmistettuihin levyihin mustavalkoisen labelin laserilla. Käytännössä levy käännetään etiketti puoli alaspäin labelin kirjoitusta varten. Väritulostetta varten on olemassa isoja painolaitoksia, joissa levyjä painetaan. Tulostamiseen käytetään siinä tapauksessa lämpösiirtotulostinta.

Labelissa olisi syytä olla merkintä levyn tyypistä, eli onko kyseessä DVD- vai Blu-ray-levy, sekä muita tarpeellisia tietoja, kuten tekijänoikeustiedot ja valmistusvuosi.

Kansien tekeminen

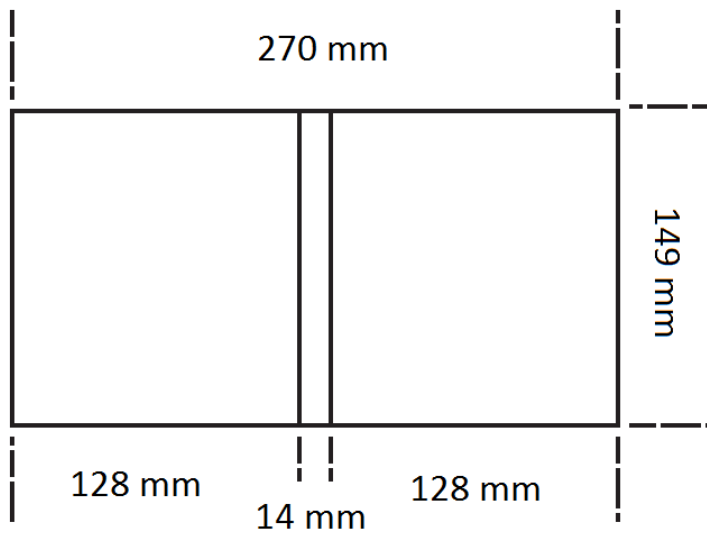
DVD- ja Blu-ray-levyjen kannet ovat tuotoksen näkyvin grafiikka, ja niihin kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Kansien ulkoasun tulisi herättää käyttäjissä halu katsoa tuotos. Standardin DVD-kotelon koko on 190 mm x 130 mm, kuten on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9. Standardin DVD-kotelon kansien mitat [16].

Kotelon ulkopinnalla on muovitasku, johon mahtuu 183 mm x 273 mm:n kokoinen paperiarkki. Leikkausvaraa on syytä jättää 3 mm, joten suunnitteluun käytettävän dokumentin koko on 189 mm x 279 mm. Kansien keskelle tulee kannen "selkä", jonka leveys on 12 mm. Näin ollen etu- ja takakansien leveyksiksi jää 130,5 mm. Paperin laadulla ei ole olennaista merkitystä paitsi tulostustarkkuuden kannalta. [16; 17.]

Kuten kuvasta 10 nähdään, Blu-ray-levyn kansien mitat ovat pienemmät kuin DVD-llä. Leveyssuunnassa koko on suunnilleen sama, mutta korkeutta on huomattavasti vähemmän. Leveyttä on etu- ja takakansilla kummallakin 128 mm ja kotelon "selällä" 14 mm eli yhteensä 270 mm. Korkeutta Blu-rayn kansilla on 149 mm.



Kuva 10. Standardin Blu-ray-levyn kansien mitat.

Kansiin tulee grafiikan lisäksi muutamia tietoja levystä. Näitä ovat muun muassa merkintä levyn tyypistä, esimerkiksi DVD- tai Blu-ray-logo, levyn kesto, kielet, tekstitykset, ikäraja, kuvasuhde, valmistusvuosi ja tiedot ääniraidoista.

4 EEMontti-projektin tuotanto

4.1 EEMontti-projekti

Insinööriyössä oli tarkoitus toteuttaa Green Net Finland Oy:n Energiaremontti eli EEMontti-projektin esittely- ja remonttivideot. Videot julkaistiin internetissä Vimeo- ja Youtube-palveluja hyödyntäen yrityksen kotisivulla. Tämän lisäksi videoista koostettiin Blu-ray-tuotos, jonka tekniikkaa ja toteutusta tässä työssä käsitellen.

EEMontin tarkoituksena on puolittaa sähkölämmitteisten pientalojen lämmityskulut. Tähän tavoitteeseen päästään asentamalla taloihin energiatehokkaita ratkaisuja kiinteistön lämmitykseen. Näitä ovat muun muassa maa- ja ilmalämpöpumput, tiivisteiden uusiminen ja lattialämmitys. Suomen energiankäytöstä viidennes kuluu asuintalojen lämmitykseen. Vuositasolla asuintalon lämmitykseen kuluu keskimäärin 18 500 kWh.

Tästä puolet koostuu lämmityksestä ja loput käyttösähköstä ja veden lämmityksestä. Suomen hiilidioksidipäästöistä 10 % aiheutuu pientalojen lämmityksestä. Tämä tarkoittaa kahdeksaa miljoonaa tonnia hiilidioksidia. Koko maan pientaloista noin 500 000 on suorasähkölämmitteisiä ja niiden sähkönkulutus on yhteensä 9,25 miljardia kilowattituntia vuodessa. EEMontti-hankkeen tarkoitus on edistää näiden puolen miljoonan pientalon energiatehokkuutta.

Projektin tekninen toteutus kilpailutettiin eri kiinteistöalan yrityksillä ja toteutettaviksi kohteiksi ilmoittautui neljä kiinteistöä, joista kolme oli yksityisomistuksessa olevia omakotitaloja ja yksi vuokralla ollut paritalo-ohuoneisto. Näistä ainoastaan kaksi toteutettiin, koska muiden kohteiden remonttien toteuttamista ei päästy aloittamaan erilaisten ongelmien vuoksi. [18.]

Projektissa oli mukana Metropolia Ammattikorkeakoulun talotekniikan ja mediatekniikan koulutusohjelmien opiskelijoita. Mediatekniikan opiskelijoiden osuus projektissa oli kolmen videon toteuttaminen. Videoita olivat yksi esittelyvideo ja kaksi remonttivideoa. Esittelyvideon tarkoituksena oli houkutella energiaremonttien kohderyhmän edustajia eli sähkölämmitteisten pientalojen omistajia. Kahden remonttivideon tarkoitus oli esitellä remontin toteutusta kahdessa EEMontin kohdekiinteistössä. Videot julkaistiin Green Net Finlandin luomalla EEMontti-internetsivulla.

4.2 Esittely- ja remonttivideoiden kuvaaminen ja työstäminen

Esittely- ja remonttivideoita oli toteuttamassa neljä mediatekniikan insinööriopiskelijaa: Joni Alhonen, Lauri Hynninen, Teemu Kaksonen ja Aki Rintala. Videoiden suunnittelu, kuvaus ja editointi jakaantui tasaisesti tekijöiden kesken. Videoissa käytetty 3D-grafiikka on pääosin Teemu Kaksosen tekemää, ja videoiden äänimaailma on Lauri Hynnisen tekemä. Omaan osuuteeni kuului videoista koostetun Blu-ray-levyn suunnittelu ja toteutus.

Videot päätettiin kuvata järjestelmäkameroilla niiden valovoiman, kompaktiuden ja laadun vuoksi. Myös linssien suuri määrä tekee järjestelmäkamerasta vartenotettavan vaihtoehdon ammattimaiseen videotuotantoon. Projektissa käytetty järjestelmäkamera oli Canon EOS 5D Mark II. Se on ammattimaisessa videotuotannossa suosittu kamera

video-ominaisuuksien ja täysikennoisuutensa ansiosta. Linsseinä käytettiin Canon EF 24-105mm 4/f L -zoom-objektiivia ja kiinteäpolttovälisiä Canon EF 50mm 1.8/f- ja 28mm 1.8/f -objektiiveja. Zoom-objektiivi sopi hyvin yleiskuvaukseen monipuolisuutensa takia. 50 mm:n kiinteäpolttovälinen objektiivi oli omiaan henkilökuvauksissa ja 28 mm:n laajakulmaobjektiivi ahtaissa, hämärissä paikoissa sisätiloissa. [19.]

Hämärään vuodenaikaan syksyllä ja talvella kuvattaessa tarvittiin lisävalaisua useissa tilanteissa. Valoina käytettiin kahta LED-valopaneelia, jotka ovat kevyitä ja ketteriä verrattuna muihin valovaihtoehtoihin. Kamera-ajossa käytettiin Steadicamia. Kuvan vakauden huomioiminen on tärkeää järjestelmäkameralla kuvattaessa, sillä sitä ei ole rakenteellisesti suunniteltu videokuvaamiseen. Järjestelmäkamera on suunniteltu valokuvaukseen, joten sen vakaus videokuvauksessa ei ole hyvä käsivaralta. [20.]

Projekti aloitettiin kuvaamalla remonttivideota varten kiinteistöjen "nollatilanteet" eli tilanteet ennen remontteja. Ennen remonttien alkamista aloitettiin myös esittelyvideon työstäminen. Remonttien alkaessa esittelyvideo alkoi olla viimeistelyä vaille valmis ja alettiin kuvata lisää materiaalia remonttivideota varten; tällä kertaa videokuva itse remonteista. Remonttien toteutusta käytiin kuvaamassa useilla kuvauskerroilla niiden edistyessä. Remonttien aikana esittelyvideo saatiin valmiiksi, ja se julkaistiin YouTube-sa ja Vimeossa. EEMontin kotisivuille tuli linkki videoon, ja EEMontille luotiin sivut myös Facebookiin.

Remonttien valmistumisen jälkeen käytiin kuvaamassa kohdekiinteistöjen tilaa, ja lisäksi kuvattiin kiinteistöjen omistajien loppulausunnot, joissa omistajat kertoivat mielipiteensä remonttien onnistumisesta. Remonttivideoita alettiin koota kuvatusta materiaalista, ja lisäksi niissä käytettiin runsaasti 3D-grafiikkaa havainnollistamaan remonttien toteutusta, sillä ne eivät luoneet konkreettisia suuria muutoksia kiinteistöihin, ja tällä keinolla saatiin videoista informatiivisemmat.

4.3 EEMontti-Blu-ray-tallenteen tuottaminen

4.3.1 Suunnittelu

Projektin videoiden pääasiallisena levityskanavana käytettiin internetiä, koska se on kätevämpi ja tavoittavampi kuin fyysinen tallenne. Projektista päätettiin kuitenkin tehdä Blu-ray-tallenne lähinnä arkistointia varten Green Net Oy:lle. DVD:n sijasta valittiin formaatiksi Blu-ray, koska projektin videot kuvattiin 1080p-teräväpiirtoresoluutiossa ja haluttiin hyödyntää täysi käytettävissä oleva tarkkuus.

EEMontti-Blu-ray tulisi sisältämään projektin aikana kuvatut kaksi remonttivideota ja EEMontti-esittelyvideon. Tämän lisäksi levyllä tulisi olemaan kuvaesitys, joka esittelee projektin kohteista ja remonteista valokuvia. Näitä varten tarvittiin yksi aikajana, jolle kaikki videot sijoitettiin. Lisäksi yksi aikajana tarvittiin Blu-rayn alussa näytettävälle videopätkälle, joka esittelee projektin yhteistyökumppanit.

Valikoita tuotokseen tarvittiin kaksi: päävalikko ja kohtausvalikko. Lisäksi päävalikon taustalle päätettiin tehdä animaatio. Valokuvaesitystä varten tarvittiin Encoressa kuvaesitys eli slideshow. Aikajanelle sijoitettavia videoita varten tarvittiin kolme kohtaussoittolistaa eli chapter playlistia, jotka tulisivat kontrolloimaan tietyn videon toistoa siinä tapauksessa, kun video valitaan kohtausvalikon kautta.

4.3.2 Valikoiden ja painikkeiden toteutus

EEMontti-Blu-rayn toteutuksessa käytettiin Adoben CS5-ohjelmistoja Encore, Photoshop ja After Effects. Encore on DVD- ja Blu-ray-levyjen tuotantoon tarkoitettu ohjelma, Photoshop on yleisesti käytetty kuvankäsittelyohjelma ja After Effects on videon jälkikäsittely- ja erikoistehosteiden luontiohjelma.

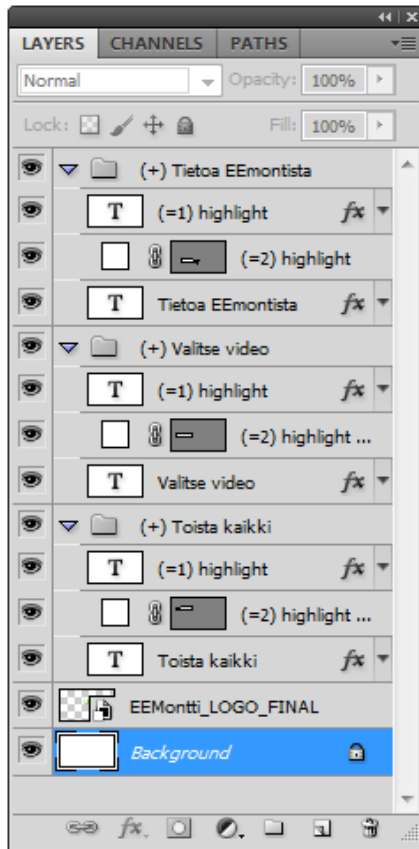
Levyn tekeminen aloitettiin luomalla Adobe Encoressa uusi projekti. Koska haluttiin tehdä Blu-ray-levy, valittiin levyn tyyppiä Blu-ray. TV-standardiksi valittiin PAL, koska se on Suomessa käytetty televisiostandardi.

Ensimmäiseksi projektissa luotiin uusi valikko, josta tuli päävalikko. Ohjelma toi ohjelman kirjastosta valmiin valikon oletusgrafiikalla. Valikosta haluttiin suunnitella EEMontti-teemaan sopiva, joten Encoresta siirryttiin muokkaamaan valikkoa Photoshopiin napsauttamalla valikkoa oikealla hiiren painikkeella ja valitsemalla "Edit Menu in Photoshop". Photoshopissa tuhottiin valikon valmiit tasot ja luotiin oma grafiikka. Valikon voi luoda myös Photoshopissa luomalla uuden tiedoston ja asettamalla sille oikeat mitat tai valitsemalla Photoshopista löytyvän valmiin pohjan 1080p-resoluutiolle. EEMontti-Blu-rayn tapauksessa mitoituksi olisi asetettu 1920 x 1080 pikseliä, koska kyseessä on täyden teräväpiirron tuotos ja 1080p-resoluutiossa pikselikuvasuhde on 1,0.

Valikkoa rakennettaessa ensimmäiseksi suunniteltiin valikon tausta. EEMontti-Blu-rayn päävalikosta tehtiin täysin valkoinen ja oikeaan yläkulmaan sijoitettiin EEMontti-logo. Päävalikon taustalle tullut animaatio toteutettiin myöhemmin After Effects -ohjelmalla. Kun tausta oli valmis, se jätettiin alimmalle tasolle, jonka nimi oli oletusarvoisesti "background".

Seuraava vaihe oli passiivisten painikkeiden luonti. Passiiviset painikkeet tulivat käytännössä olemaan osa taustakuvaa. EEMontti-Blu-rayn päävalikkoon tuli neljä painiketta: "Katso kaikki videot", "Valitse video", "Valokuvia kohteista" ja "Tietoa EEMontista". Valikon yleinen värimaailma suunniteltiin myötäilemään EEMontti-videoiden ulkoasu: siksi painikkeiden fontiksi asetettiin Georgia ja väriksi vaalean vihreä.

Valikkoon suunniteltujen painikkeiden grafiikka aseteltiin omille tasoilleen tiettyihin ryhmiin (group), kuten on havainnollistettu kuvassa 11. Ensimmäistä painiketta varten Photoshopissa luotiin uusi ryhmä, jolle annettiin tunnistettava nimi, tässä tapauksessa "Katso kaikki videot". Ryhmän nimen eteen lisättiin merkintä "(+)", joka tulisi viestimään myöhemmässä aiheessa Encorelle, että kyseessä on painike. Tämän ryhmän sisälle tulisi kaikki kyseiseen painikkeeseen liittyvä grafiikka. Ryhmän sisään luotiin uuteen tasoon tekstikenttä, johon kirjoitettiin painikkeen teksti. Tässä tapauksessa passiivisena painikkeena tuli toimimaan pelkkä tekstielementti.



Kuva 11. EEMontti-Blu-rayn päävalikon painikkeiden tasorakenne Photoshopissa.

Seuraavaksi painikkeelle luotiin korostus, eli ulkoasu aktiiviselle painikkeelle. Aktiivinen painike tulee näkyviin, kun hiiren osoitin siirretään passiivisen painikkeen päälle. Päävalikon aktiiviset painikkeet toteutettiin siten, että valitun painikkeen taustalle ilmestyy vihreä suorakulmio ja vihreä teksti muuttuu valkoiseksi ja isommaksi. Käytännössä aktiivinen painike koostuu kahdesta tasosta: vihreästä suorakulmiosta, joka peittää taakseen passiivisen painikkeen, ja itse suurennetusta tekstistä, joka tulee suorakulmion päälle. Nämä kaksi tasoa nimettiin merkinnöillä (=1) ja (=2), jotta Encore tunnistaisi niiden olevan aktiivisen painikkeen tasoja. Nämä toimenpiteet toistettiin päävalikon kolmelle muulle painikkeelle.

EEMontti-Blu-rayn päävalikolle tehtiin samalla kaavalla alavalikko, joka toimii kohtausvalikkona. Kohtausvalikon taustasta tehtiin myös valkoinen, ja se sisältää neljä painiketta: jokaiselle kohtaukselle omansa ja paluupainike, josta pääsee takaisin päävalikkoon. Kohtausten painikkeista tehtiin niin kutsuttuja "Video thumbnail" -painikkeita, eli painikkeina toimivat videokentät, joissa näkyy esikatselu kustakin kohtauksesta. Photoshopissa jokaisen kohtauspainikkeen kansion alle luotiin uusi taso, joka nimeksi an-

nettiin "(%) Video preview". Nimen edessä oleva merkintä "(%)" kertoo Encorelle, että taso on tarkoitettu videolle.

Päävalikon "Tietoa EEMontista" -painiketta varten tehtiin oma valikko sisältäen tekstikentän, jossa kerrotaan yleistä tietoa EEMontti-projektista. "Kuvia EEMontista" -painikkeelle tehtiin kuvaesitys, eli slideshow, johon asetettiin valokuvia energiaremonttikohteista ja niiden remonteista.

4.3.3 Valikoiden tausta-animaation ja aloitusvideon toteutus

EEMontti-Blu-rayn päävalikon taustalle luotiin animaatio ja levyn alkuun toistettavaksi yhteistyökumppanit esittelevä video. Nämä toteutettiin Adoben After Effects -ohjelmalla. Animaatio tuli koostumaan erikokoisista vihreistä nuolista, jotka liukuvat kuvaruudun vasemmasta laidasta oikeaan laitaan jättäen jälkeensä vihreät raidat.

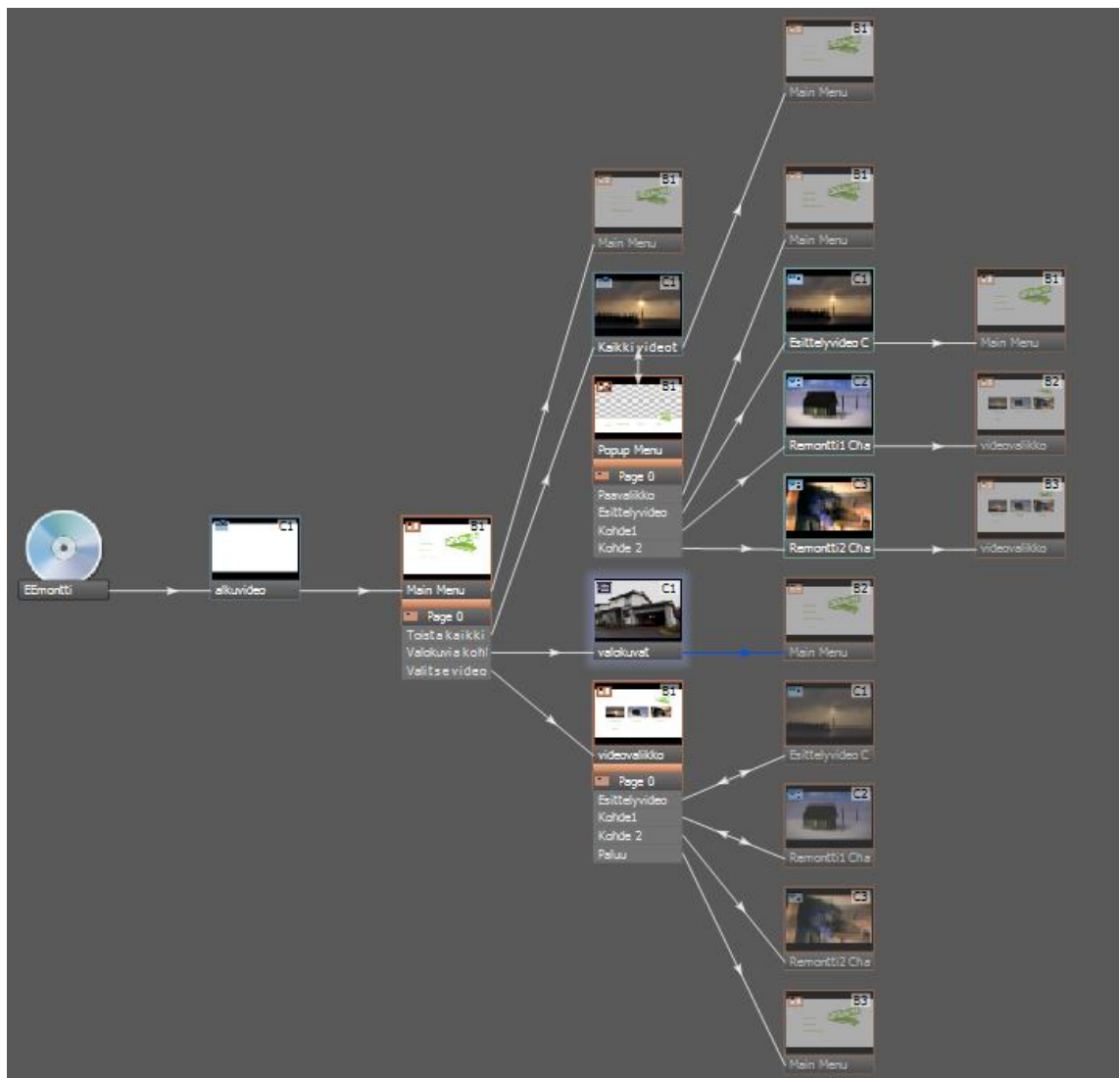
Nuolen grafiikka luotiin piirto-ohjelmassa vektorimuotoisena, jotta nuolen skaalaus ei suunnittelun myöhemmässä vaiheessa heikentäisi sen laatua. Vektoritiedosto tuotiin After Effectsiin ja luotiin animaatiota varten uusi composition eli sommitelma. Nuoli lisättiin luotuun sommitelmaan ja animoitiin noin kahden sekunnin mittainen animaatio, jossa nuoli liikkuu kuvan poikki. Animoitu nuoli monistettiin useaksi nuoleksi, jotka skaalattiin erikokoisiksi. Lopuksi nuolten animaatiot ajastettiin alkamaan eri ajankohtina.

Seuraavaksi animaatio renderöitiin käyttämällä Adobe Premiere -videoeditointiohjelmaa. After Effectsissä luotu sommitelma tuotiin Premiereen ja vietin aikajanelle. Tämän jälkeen valmis animaatio renderöitiin käyttämällä 1080p-resoluutiota ja tallennettiin nimellä "EEMonttibr_tausta.mp4"

4.3.4 Valikoiden, painikkeiden ja aikajanojen asetukset ja määrittely Encoressa

EEMontti-Blu-ray-levyyn oli luotu Photoshopissa kaksi valikkoa, jotka ovat päävalikko ja kohtausvalikko. Päävalikkoa varten luotiin tausta-animaatio ja Blu-rayn alkuun toistettavaksi levyn aloitusvideo. Seuraavaksi nämä elementit hitsattiin Encoren työkaluilla yhteen toimivaksi kokonaisuudeksi.

Kuva 12 esittää EEMontti-Blu-rayn rakennetta. Ensin Encoressa luotiin videotiedostoille tarvittavat aikajanat. Aikajanoja tarvittiin kaksi: yksi alkuvideolle ja yksi esittely- ja remonttivideoille. Projektiin luotiin näille aikajanat "Alkuvideo" ja "Kaikki videot" ja raahtattiin niihin niille kuuluvat videot. "Kaikki videot" -aikajanalle luotiin lisäksi kolme kohtauspistettä, yksi jokaisen videon alkuun. Aikajanojen lisäksi luotiin kolme Chapter playlistiä esittely- ja remonttivideoita varten. Niiden avulla videot voitiin pitää yhdellä aikajanalla Chapter playlistien toistaessa ainoastaan määrätyn kohtauksen.



Kuva 12. EEMontti-Blu-rayn rakenne vuokaavion muodossa esitettynä.

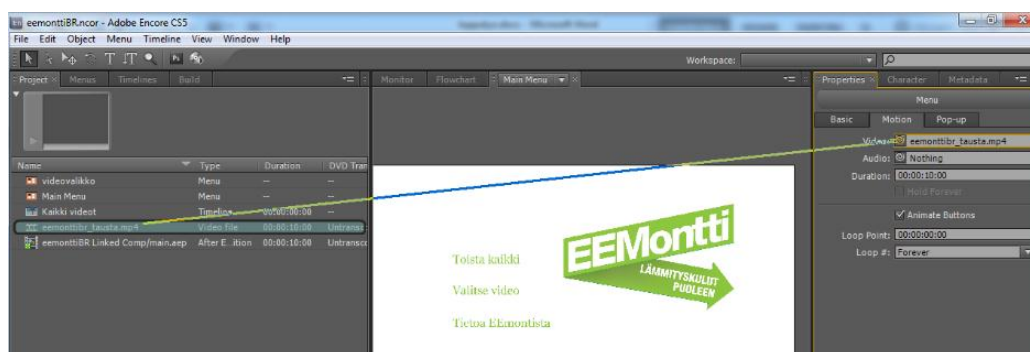
Blu-rayn oli tarkoitus alkaa yritysten logot esittelevällä videonpätkällä, joten aikajanas-
ta, jolla se sijaitsi, tehtiin "First play object". Tämä tarkoittaa sitä, että aikajana toista-
taan ensimmäisenä, kun levyä aletaan toistaa. Encoressa se asetettiin napsauttamalla

kyseistä videotiedostoa kirjastossa ja valitsemalla "Set as first play". Videotiedoston asetuksista määriteltiin "End action" -kenttään "Main menu" eli levyn päävalikko. Tämä toimenpide kertoo levyä toistavalle levysoittimelle, että alkuvideon loputtua siirrytään päävalikkoon.

Seuraavaksi päävalikon painikkeille asetettiin toiminnot. Ensimmäinen painike "Toista kaikki" vie käyttäjän toistamaan "Kaikki videot" -aikajanaa alusta loppuun toistaen kaikki kolme kohtausta. Aikajanelle määriteltiin lopputoiminnoksi paluu päävalikkoon. Päävalikon toiselle painikkeelle, "Valitse video", asetettiin toiminnoksi kohtausvalikkoon siirtyminen ja kolmannelle, "Valokuvia kohteista", valokuvaesitykseen siirtyminen.

Kohtausvalikon kohtauspainikkeina toimivat videon esikatselupainikkeet. Jokaiselle painikkeelle määriteltiin toiminnoksi niille tarkoitettujen kohtaussoittolistojen toistaminen. Tämän seurauksena painikkeiden videokenttiin ilmestyivät kunkin kohtauksen esikatseluvideot. Valikon neljäs painike on paluupainike, ja sen määrättiin vievän käyttäjä takaisin päävalikkoon.

Päävalikon tausta-animaation asettamiseksi tiedosto "EEMonttibr_tausta.mp4" tuotiin Encoreen. Tausta-animaatio asetettiin valitsemalla haluttu valikko, eli tässä tapauksessa päävalikko, ja valitsemalla "Motion"-välilehden "Video"-kenttään haluttu videotiedosto. Se kävi helposti napsauttamalla kentän vieressä olevaa spiraalikuvaaketta ja raa haamalla siitä lähtevä "lasso" kirjastossa olevaan videotiedostoon. Tätä toimenpidettä on havainnollistettu kuvassa 13.



Kuva 13. Videotiedoston valinta lassoa käyttämällä.

4.3.5 Levyn labelin ja kansien toteutus

EEMontti-Blu-ray-levyn kannet tehtiin Photoshopissa internetistä löytyneen valmiin pohjan päälle, jossa näkyi kansien selän sijainti ja johon oli merkitty reunojen leikkausvarat.

Kuvassa 14 näkyy suunniteltujen kansien lopputulos. Kansien pohjaväriksi asetettiin valkoinen ja etukanteen lisättiin iso, vihreä EEMontin logo. Takakanteen lisättiin pienempi EEMontin logo ja sen alle seloste. Takakannen vasempaan reunaan laitettiin musta filminauhamaainen palkki, johon aseteltiin neljä remonttikuvaa. Takakannen alalaitaan tulivat yhteistyökumppaneiden logot ja yleistä tietoa videomateriaalin kestosta, videon kuvasuhteesta, kielestä ja valmistusvuodesta. Levynkansien selkään tuli vihreällä teksti "EEMontti – Lämmityskulut puoleen" ja Blu-ray-logo.

EEMontti
LÄMMITYSKULUT PUOLEEN

Suomen energiankäytöstä viidennes kuluu asuintalojen lämmitykseen. Suomalaisen pientalon kulutus on keskimäärin 18 500 kWh vuodessa. Tästä noin puolet kuluu lämmitykseen, loput käyttösähköön ja veden lämmitykseen.

Maan hiilidioksidipäästöistä jopa 10 % syntyy pientalojen lämmityksestä. Tämä 10 % tarkoittaa 8000 miljoonaa kiloa hiilidioksidia.

Pientaloista noin 500 000 on suorasähkölämmitteisiä. Niiden sähkönkulutus on yhteensä 9,25 miljardia kilowattituntia vuodessa. Kyseessä on siis suuri työmaa.

EEMontti-hanke edistää näiden puolen miljoonan pientalon energiaremontteja. Kiinteistön omistaja saa energiaremontista hyvän vastineen rahoilleen. Samalla ympäristö rasittuu huomattavasti vähemmän.

EEMontti - LÄMMITYSKULUT PUOLEEN

EEMontti
LÄMMITYSKULUT PUOLEEN

Kesto: 13 min Kieli: suomi 16:9 Valmistusvuosi: 2012

SITRA Tekes RETTIG greenet FINLAND Metropolia
SULPU Talotekniikan koulutuksen ja tutkimuksen tukiyhdistys Honeywell

Kuva 14. EEMontti-Blu-rayn kannet.

EEMontti-Blu-rayn label tehtiin sekkin Photoshopissa valmiiseen pohjaan, jossa näkyi levyn keskiö ja reunojen leikkautumisvarat. Periaatteessa pohjaksi olisi käynyt 12 x 12 cm:n kokoinen kuva, johon olisi piirretty 12 cm halkaisijaltaan oleva ympyrä ja sen keskelle 2 tai 3,6 cm:n kokoinen ympyrä keskiötä varten.

Kuva 15 on kuva valmiista labelista. Värimaailma myötäilee Blu-rayn lisällön ja kansien värimaailmaa. Keskellä on suuri EEMontti-logo ja sen vieressä Blu-ray-logo. Aivan levyn

reunalla on musta ja hieman sisempänä vihreä kehä. Kehän sisällä on tekijänoikeustiedot, joista selviää myös valmistusvuosi.



Kuva 15. EEMontti-Blu-rayn label.

4.3.6 Levyn polttaminen ja testaus

Kun EEMontti-Blu-ray oli saatu valmiiksi, testattu esikatselussa ja todettu toimivaksi, aloitettiin levyn polttaminen. Levyä ei poltettu heti, vaan siitä luotiin Blu-ray image. Aluekoodiksi asetettiin 0, eli levyä voidaan toistaa millä vain alueella. Kopiosuojausta ei koettu tarpeelliseksi tämäntyypisessä julkaisussa.

5 Interaktiivisten tallenteiden tulevaisuus

Fyysisten tallenteiden markkinat ovat kaventuneet internetin kehityksen myötä. Internetin videopalvelut, kuten Youtube ja Vimeo, ovat osaltaan vaikuttaneet tähän kehitykseen, mutta myös piratismi nakertaa tallenteiden markkinoita. Elokuva on ladattavissa internetin vertaisverkoissa nopeasti julkaisemisen jälkeen tai jopa ennen sitä. Myös lailliset lähteet, kuten internetissä toimivat videovuokraamot, esimerkiksi Elisa Viihteen vuokrauspalvelu, ja lataamalla ostettavat kopiot kasvattavat suosiotaan. [20.]

Video siirtyy yhä suuremmassa määrin internetiin tekniikan kehittyessä ja internetpalveluntarjoajien tarjoaman kaistanleveyden kasvaessa. On arveltu, että Blu-ray tulee olemaan viimeisiä fyysisiä medioita. Silti vielä nykypäivänä internetin kautta virtautettu video ei yllä laadultaan Blu-ray-levyn edustamalle tasolle. Parhaatkin videonvirtautus-

palvelut tarjoavat HD-laatuista videota jopa yhden megabitin sekuntinopeudella ja nopeimmillaan viidestä kymmeneen megabitin sekuntivauhdilla. Todellisuudessa tämä vastaa DVD:n bittinopeuksia, jotka ovat neljästä kahdeksaan megabittiä sekunnissa. Blu-ray-levy kykenee nopeuteen 36 mbps, mikä kertoo paremmasta kuvanlaadusta. [20.]

Fyysisillä tallenteilla on lisäksi tarjota käsin kosketeltava tuote, toisin kuin ladattavalla bittivirralla. Fyysinen tallenne tarjoaa etenkin keräilijöille ja alan harrastajille käsinkosketeltavan tuotteen graafisine ilmeineen. Tallenteiden lisämateriaali ei myöskään usein ole ladattavissa, vaan pelkkä elokuva on saatavilla ladattavana versiona tai piraattiversiona.

6 Yhteenveto

Erilaisia interaktiivisia tallenteita on ollut markkinoilla 1980-luvulta lähtien, ja ne ovat kehittyneet tallennuskapasiteetiltaan suuremmiksi ja monikäyttöisemmiksi aina vaatimusten kasvaessa. Ensimmäiselle digitaaliselle tallenteelle, CD-levylle, mahtui albumilinen musiikkia, kun taas nykyaikaiselle Blu-ray-levylle mahtuu kokopitkä teräväpiirtoinen elokuva tai suuria määriä dataa. Insinööriyöraportissa esitellään näitä erilaisia tallenneformaatteja ja käsiteltiin niiden toimintaperiaatteita. Työssä esitellään myös erilaisten formaattien, kuten Blu-rayn ja DVD-Videon käyttämiä tiedostorakenteita.

DVD- ja Blu-ray-tallenteiden tuottaminen on monivaiheinen prosessi, joka koostuu suunnittelusta, sisällön toteutuksesta, rakenteen ja toiminnallisuuksien toteutuksesta, testauksesta, polttamisesta ja graafisen ulkoasun suunnittelusta ja toteutuksesta. Tallenteiden luomisessa yleisesti käytetty ammattitason ohjelma on Adobe Encore, jolla voidaan toteuttaa monipuolisia tuotoksia. Toteutuksessa voidaan käyttää Adoben Photoshopia ja After Effectsiä, jotka on suunniteltu toimimaan yhteistyössä Encoren kanssa. Photoshopia voidaan käyttää apuna käyttötarkoitukseen räätälöityjen ja näyttävien valikoiden tekemiseen. Encore ymmärtää Photoshopin tiedostoformaateissa tiettyyn tasorakenteeseen tallennettujen kuvien olevan esimerkiksi painikkeita. After Effectsillä voidaan luoda levyjen valikoihin näyttävää animaatiota tai erilaisia siirtymiä valikoiden välillä.

Insinööriyönä tehtiin projekti, johon kuului Blu-ray-tallenteen tuottaminen. Tuottamisen työvaiheita olivat sisällön luominen, tallenteen ulkoasun ja rakenteen sekä toiminnallisuuden toteutus, lopullisen tuotoksen testaus ja levyn polttaminen. Lisäksi toteutettiin levyn label ja Blu-ray-tuotoksen kansien grafiikka. Projektin laajuus jäi puoleen alkuperäisestä tuotantoryhmästä riippumattomista syistä johtuen. Projektin toteutettu osuus onnistui kuitenkin erinomaisesti ja työn tuloksena syntyneet videot ovat käytössä eemontti.fi -sivustolla. Videoista koostettu Blu-ray on käytössä projektin arkistointivälineenä ja tämän insinööriyöraportin litteenä.

Tulevaisuus tuo interaktiivisille tallenteille haasteita, sillä audiovisuaalisen aineiston ja datan siirtyminen yhä enemmän verkkoon kyseenalaistaa tallenteiden tarpeellisuuden. Kuitenkin DVD ja etenkin Blu-ray tulevat säilymään jonkin aikaa elokuvien levityformaattina, sillä internetin kautta virtautetun teräväpiirtovideon kuvanlaatu ei vielä pärjää Blu-ray-levyn tarjoamalle kuvanlaadulle niiden bittinopeuksien suuren eron vuoksi. Myös tallenteisiin liittyvä konkreettinen tuote ja esimerkiksi kansitaide pitävät yllä niiden kiinnostavuutta näkymättömään dataan verrattuna.

Lähteet

1. Shelly, Gary & Vermaat, Misty. 2011. Discovering Computers: Your Interactive Guide to Digital World. South-Western.
2. Alleman, Gayle. How DVDs work. Verkkodokumentti. Howstuffworks. <<http://electronics.howstuffworks.com/dvd3.htm>>. Luettu 10.2.2012.
3. Inside DVD-Video/Directory Structure. Verkkodokumentti. Wikibooks. <http://en.wikibooks.org/wiki/Inside_DVD-Video/Directory_Structure> Päivitetty 16.1.2012. Luettu 22.3.2012.
4. Blu-ray FAQ. Verkkodokumentti. Blu-ray.com. <<http://www.blu-ray.com/faq/>> Luettu 10.2.2012.
5. Understanding Recordable & Rewritable DVD –Disc Testing and Verification. Verkkodokumentti. Optical Storage Technology Association. <<http://www.osta.org/technology/dvdqa/dvdqa12.htm>> Luettu 10.3.2012.
6. What is Blu-ray? Verkkodokumentti. CoolGadgets. <<http://www.coolgadgets.org/what-is-blu-ray/>>. Luettu 30.1.2012.
7. Kiss, Jemima. 2008. Sony's Blu-Ray wins HD DVD battle. Verkkodokumentti. Guardian. <<http://www.guardian.co.uk/media/2008/feb/19/digitalmedia.sony>> 2008. Luettu 10.2.2012.
8. Taylor, J., Johnson, M.R. & Crawford, C.G. 2006. DVD demystified. McGraw-Hill Professional.
9. The Content Scrambling System. Verkkodokumentti. Tinyted.net. <<http://www.tinyted.net/eddie/css.html>> Luettu 10.3.2012.
10. Dixon, Douglas. DVD Authoring Terminology. Verkkodokumentti. Manifest Technology. <http://www.manifest-tech.com/links/dvd_terms.htm> Luettu 5.2.2012.
11. Blu-ray movies. Verkkodokumentti. Blu-ray.com. <<http://www.blu-ray.com/movies/info.php>> Luettu 29.2.2012.
12. Smith, Jerron. 2011. Adobe Premiere Pro CS5 and CS5.5 Digital Classroom. John Wiley & Sons.
13. Using Photoshop to create menus. Verkkodokumentti. Adobe. <http://help.adobe.com/en_US/encore/cs/using/WS2C3F3ABD-6457-4ca0-898F-720B7E3D0C10.html> Luettu 10.2.2012.
14. Understanding Recordable & Rewritable DVD –Recording Speed. Verkkodokumentti. Optical Storage Technology Association. <<http://www.osta.org/technology/dvdqa/dvdqa4.htm>> Luettu 10.3.2012.

15. DVD Replication Printing Templates. Verkkodokumentti. Business Replication & Print Inc.
<http://www.bizreplication.com/replicated_cd_printing_templates.htm> Luettu 5.2.2012.
16. 12 cm DVD Case Insert Artwork Templates. Verkkodokumentti. Wizbit Internet Services Ltd. <http://www.wizbit.net/12cm_dvd_case_artwork_template.htm> Luettu 5.2.2012.
17. DVD Artwork. Verkkodokumentti. A1cds.
<<http://www.a1cds.co.uk/artwork/pdf.htm#>> Luettu 5.2.2012.
18. Eemontti. Verkkodokumentti. <<http://www.eemontti.fi/>>. Luettu 10.2.2012.
19. Kraus, Helmut & Steinmueller, Uwe. 2010. Mastering HD Video with Your DSLR. O'Reilly Media.
20. Brandon, John. 2011. Will Blu-ray be the last physical media? Techworld. Verkkodokumentti. <<http://features.techworld.com/personal-tech/3308912/will-blu-ray-be-the-last-physical-media-format/>> Luettu 5.2.2012.