

Opinnäytetyö (AMK)

Viestinnän koulutusohjelma

Digital Arts

2010

Tauno Sillanpää

Digitaalisen videon julkaisu eri formaateissa

– mitä kannattaa tietää ja mikä voi mennä pieleen



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Viestinnän koulutusohjelma | Digital Arts

2010 | 31

Vesa Kankaanpää, Andy Best

Tauno Sillanpää

Digitaalisen videon julkaisu eri formaateissa – mitä kannattaa tietää ja mikä voi mennä pieleen

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää digitaalisen videon ja äänen tärkeimmät käsitteet ja standardit, sekä koota ne yksiin kansiin. Case-esimerkkiä käyttämällä pyrittiin kertomaan, mitä suunnittelu- ja tuotantovaiheissa kannattaa ottaa huomioon jotta julkaisu eri formaateissa onnistuisi mahdollisimman sujuvasti.

Tutkimuksessa pyrittiin myös selvittämään vaatimukset internetin videopalveluissa julkaistavalle materiaalille. Erityisesti videon pakkaamisen vaikutuksiin kiinnitettiin huomiota. Vertailuesimerkkien avulla tutkittiin, miten pakkaus vaikuttaa kuvanlaatuun, sekä millaista hyötyä pakkaamisella voidaan saavuttaa.

Standardeja tutkimalla pyrittiin selvittämään, mitkä asiat pitää huomioida kun videomateriaalia saatetaan eri formaateissa toistettavaan muotoon.

ASIASANAT:

Viestintä, viestintätekniikka, äänitekniikka, audiovisuaalinen viestintä, visuaaliset taiteet.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Media Arts | Digital Arts

2010 | 31

Vesa Kankaanpää, Andy Best

Tauno Sillanpää

Publishing digital video in various formats – What should be taken under consideration and what can go wrong

The goal of this thesis work was to resolve the concepts and standards of digital video and sound and gather them in to a single paper. The research sought to find out what aspects should be taken under consideration during the planning and production phase of a video production so that publishing in different formats and publishing channels would be effortless as possible.

The research also sought to resolve the requirements for video material to be published via Internet's video services especially the requirements for video compression and it's affects on the video quality. The advantages of various video encoding methods were also compared.

By looking into video industry standards the research tried to find out what aspects should be taken into consideration when a video is produced in a form that is valid for playback trough various platforms and formats.

KEYWORDS:

Communications, communication technology, sound technology, audiovisual communications, visual arts.

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	5
1.1 Digitaalinen video	6
1.1.1 Resoluutio	6
1.1.2 Frame rate eli kuvataajuus	7
1.1.3 Field order eli kenttäjärjestys	7
1.1.4 Aspect ratio eli kuvasuhde ja pixel aspect ratio eli kuvapistesuhde	8
1.1.5 Bit rate eli bittinopeus	8
1.2 Digitaalinen ääni	9
1.2.1 Sample rate eli näytteenottotaajuus	9
1.2.2 Bit depth eli bittisyvyys	10
1.2.3 Äänen bittinopeus	10
1.3 Koodekit – videon ja äänen pakkaaminen	10
2 DIGITAALISEN VIDEON JA ÄÄNEN KESKEISET STANDARDIT JA FORMAATIT	11
2.1 Alueelliset standardit	11
2.2 HD-videostandardit	11
2.3 Pakkausstandardit	13
2.3.1 Video	13
2.3.2 Ääni	13
3 KUVANLAATU JA VIDEONPAKKAAMINEN	14
4 CASE FRAUD FACTOR – JULKAISUN SUUNNITTELU	15
4.1 Julkaisukanavien vaatimukset videomateriaalille	16
4.2 Bittinopeus internet-julkaisuissa	17
5 CASE FRAUD FACTOR – TOTANNON VALMISTELU	17
5.1 Still-materiaali	18
5.2 3D-materiaali	19
6 JULKAISUVERSIOIDEN PAKKAAMINEN JA ERI PAKKAUSASETUSTEN	
VERTAILU	21
7 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ	27
LÄHTEET	29
KUVAT	
Kuva 1. Kuva esittää BD-tallenneformaatin tukemat resoluutiot, kuvataajuudet sekä kuvan- ja äänenpakkausmuodot.	12
Kuva 2. 30 fps kuvasekvenssi joka on renderöity 25 fps kuvataajuudella.	19

Kuva 3. 30 fps kuvataajuudella animoitu sekunnin kuvasekvenssi, joka on importoitu After Effectsiin 25 fps kuvataajuudella ja nopeutettu oikeaan keston.	20
Kuvat 4. ja 5. Vasemmalla yksi frame nopeutetusta kuvasekvenssistä, oikealla oikein importoidun sekvenssin frame.	20
Kuva 6. After Effects CS3:n exportointi-vaihtoehdot	23
Kuva 7. Vasemmalla pakkaamaton, sitten 8000 kbps ja 5000 kbps 1920x1080 resoluutioinen kuva.	25

1 Johdanto

Tämä tutkimus käsittelee videomateriaalin julkaisuun ja tuotantoon liittyviä seikkoja, joita tulee ottaa huomioon sitä julkaisumuotoon saatettaessa. Teksti pyrkii selittämään yleisimmät käsitteet ja standardit joihin videotuotantoja tehdessä voi törmätä, sekä tutkimaan miten videon pakkaamisen avulla kuvanlaatu ja tiedostokoko voidaan optimoida. Tuotannon suunnittelun ja julkaisun tutkimisessa käytettiin case-esimerkkinä opinnäytetyön taiteellisena osana tehtyä Fraud Factor-tietokoneanimaatiota. Eri formaatit ja julkaisukanavat usein edellyttävät materiaalin olevan tietyssä muodossa. Käsitteistön tunteminen on tärkeää, jotta materiaali voidaan saattaa sellaiseen muotoon että se on toistettavissa kaikilla laitteistoilla ja alueilla. Käsitteet tuntemalla voidaan välttyä useilta yhteensopivuus-, sekä kuvan- ja äänenlaadun ongelmilta.

Tutkimuksen lähteinä käytettiin Internetin alaan liittyviä wiki-sivustoja, valmistajien ja tuotemerkkien sivustoja, tallenteisiin ja standardeihin liittyviä virallisia dokumentteja, sekä alan kirjallisuutta. Tutkimus perustuu laajalti internetlähteisiin alan nopeiden muutosten ja kirjallisuuden vaikean saatavuuden takia. Lähteiksi pyrittiin valitsemaan tunnettuja alan sivustoja, sekä sivustoja joista voitiin viitata suoraan tekstin kirjoittajaan. Internetlähteiden mahdollisen epäluotettavuuden takia tekstissä esitetyt tiedot pyrittiin varmistamaan useita lähteitä käyttämällä.

Käsitteistö sisältää useita alan jargoniin vakiintuneita englanninkielisiä lainasanoja ja lyhenteitä joita esiintyy myös useaan otteeseen tässä tekstissä. Tämä pyrittiin ottamaan huomioon myös tekstin rakenteessa. Tekstin ensimmäisessä osiossa selvitetään yleisimmin käytössä olevat käsitteet sekä niiden suomennokset ja selitykset, jotta muun tekstin ymmärtäminen olisi helpompaa.

Standardeja käsittelevässä osiossa käydään läpi millaisia vaatimuksia tietyt formaatit ja standardit asettavat julkaistavalle materiaalille. Osiossa mainitaan mitä vaatimuksia eri formaatit ja julkaisualueet asettavat videon kuvasuhteelle,

resoluutiolle, kuvataajuudelle, sekä kuvan ja äänen pakkaamiselle. Standardit osio myös osaltaan helpottaa ymmärtämään sitä seuraavia case-esimerkkiä ja videon pakkaamista käsittelevää osiota.

Videon pakkaamista käsittelevä osio kertoo syvemmin videon pakkaamisesta, miksi se on joskus välttämätöntä ja mitä hyötyjä sillä voidaan saavuttaa. Osiossa selitetään miten pakkauksen optimointi vaikuttaa videon kokoon, kuvanlaatuun ja sen toistettavuuteen esimerkiksi Internetin välityksellä.

Tekstin loppuosa pyrkii case-esimerkin avulla selvittämään mitä tuotantoa valmistellessa pitää ottaa huomioon ja mitä mahdollisia ongelmia voi seurata jos ei tunne käsitteistöä ja standardeja kunnolla. Osio kertoo tuotannon teknisestä toteutuksesta. Se listaa asioita jotka pitää ottaa huomioon tuotantoa suunnitellessa, että julkaisu sujuisi ongelmitta. Case-esimerkin avulla myös tutkitaan millaisia käytännön vaikutuksia videon pakkaamisella on kuvanlaatuun ja videomateriaalin tiedostokokoon.

Case-esimerkkinä käytetty Fraud Factor on kantaaottava sekatekniikalla tehty tietokoneanimaatio. Tuotannon ensisijaiseksi julkaisukanavaksi valittiin Internet, tarkemmin Vimeo ja Youtube. Tuotanto on toteutettu yhdistämällä 2D- ja 3D-animaatiota. Fraud Factorin päähahmot on mallinnettu ja animoitu käyttämällä Autodesk 3ds Max-ohjelmistoa. 2D-grafiikka tuotettiin käyttämällä Adoben Photoshop ja Illustrator-ohjelmistoja. 2D-materiaalin animointi sekä leikkaus ja jälkituotanto tehtiin käyttämällä Adoben After Effects ohjelmistoa. Digitaalisen videon ja äänen keskeiset käsitteet

1.1 Digitaalinen video

1.1.1 Resoluutio

Resoluutiolla tarkoitetaan videotiedoston leveyttä ja korkeutta kuvapisteissä. Esimerkiksi 720p teräväpiirtotarkkuudella olevan videotiedoston resoluutio on 1280 x 720 kuvapistettä. Resoluutiosanaa voidaan myös käyttää ilmaisemaan

näyttölaitteen toistamien kuvapisteiden määrää. Tässä tekstissä resoluutiolla tarkoitetaan juuri videotiedoston resoluutiota.

1.1.2 Frame rate eli kuvataajuus

Kuvataajuus kertoo kuinka monta kuvaa mahtuu sekuntiin videota. Kuvataajuuden yksikkö on fps (frames per second). Kuvataajudet vaihtelevat standardien ja käyttötarkoituksen mukaan. Esimerkiksi Yhdysvaltojen TV-standardi NTSC käyttää 29.97 fps kuvataajuutta. Euroopan PAL-standardin kuvataajuus on 25 fps. Elokuvateollisuuden standardi taas on 24 fps. HD-julkaisuissa voi esiintyä myös edellä mainittuja korkeampia kuvataajuuksia. (Afterdawn.com 2010)

1.1.3 Field order eli kenttäjärjestys

Kenttäjärjestys pitää ottaa huomioon digitaalista videota analogisilla laitteilla toistettavaksi muunnettaessa, eli DVD-tallennetta tai televisiokäyttöön tarkoitettua materiaalia tehdessä. Koska kenttäjärjestys vaihtelee alueellisesti, ei väärällä kenttäjärjestyksellä julkaistua materiaalia voi välttämättä toistaa kaikilla alueella käytössä olevilla laitteilla. Kenttäjärjestys voi olla progressiivinen tai lomitettu.

Lomitetussa kenttäjärjestyksessä yksi kuva tai frame muodostetaan yhdistämällä kaksi eri kenttää. Kentät muodostuvat kuvan pikselien riveistä ja jonoista, jotka TV-standardeissa muunnetaan juovamuotoon analogisesti toistettavaksi. Parittomat rivit ja jonot muodostavat oman kenttensä ja parilliset taas omansa.

PAL-standardin mukaisessa lomitetussa skannauksessa skannataan 25 parillista ja 25 paritonta kenttää sekunnissa eli yhteensä 50 kenttää sekunnissa. Lomitetun materiaalin kuvataajuus voi olla merkitty myös muotoon 50i, jolloin i-kirjaimella tarkoitetaan lomitettua kenttäjärjestystä ja 50:llä tarkoitetaan sekunnissa skannattujen kenttien määrää eli kokonaisten kuvien määrä sekunnissa on 25 eli 25 fps.

Itse termi kenttäjärjestys tulee parittomien ja parillisten kenttien skannausjärjestyksestä. PAL-skannauksessa pariton eli alempi kenttä skannataan ennen parillista eli ylemmää kenttää (eng. lower field ja upper field). NTSC-skannauksessa kenttäjärjestys on päinvastainen.

Progressiivisessa kenttäjärjestyksessä kenttäjärjestystä ei ole, vaan jokainen frame on kokonainen kuva. Voidaan ajatella, että yksi kokonainen kuva on yksi kenttä. 25 fps kuvataajuudella olevan videomateriaalin progressiivisessa skannauksessa skannataan 25 kenttää sekunnissa. Progressiivinen skannaus on ensisijaisesti digitaalisesti toistettavaa videomateriaalia varten. (DVmp 2002)

1.1.4 Aspect ratio eli kuvasuhde ja pixel aspect ratio eli kuvapistesuhde

Kuvasuhde on kuvan leveyden suhde sen korkeuteen. Yleensä se ilmoitetaan kokonaislukujen suhteena, esimerkiksi 4:3. Digitaalisesti toistettavan materiaalin kuvapistesuhde on 1:1 eli square pixel. Useissa standardeissa muutetaan pikseli kuitenkin suorakaiteen muotoon. Kuvapistesuhde kertoo pikselin leveyden suhteen sen korkeuteen.

Tätä suhdelukua tarvitaan esimerkiksi kun muutetaan 720 x 576 DVD-video jonka square pixel -kuvasuhde on 5:4 esitettävään muotoon 768 x 576 joka on PAL-standardin 4:3 kuvasuhteen kuvakoko, tässä tapauksessa kuvapistesuhde on 1,067 eli 1,067:1. 16:9-videolle kuvapistesuhde PAL-alueella on 1,422. Kuvapistesuhde pitää tietää esimerkiksi DV-videota editointiohjelmaan tuodessa jotta kuva näkyisi oikein sitä editoidessa. (afterdawn.com 2010; equasys.de 2010)

1.1.5 Bit rate eli bittinopeus

Bittinopeus on keskiarvo bittien määrä, jonka sekunti video- tai äänimateriaalia kuluttaa. Bittinopeuden yksikkö on bps tai bit/s eli bits per second. Mitä korkeampi bittinopeus on, sitä suurempi tiedostokoko ja parempi kuvanlaatu saavutetaan. Kun tuotantoja julkaistaan streaming-videopalveluissa, tulee julkaistavan materiaalin bittinopeus ottaa huomioon. Bittinopeuden perusteella

pystytään määrittelemään kuinka nopealla internetyhteydellä materiaali pystytään vaivatta streamaamaan. (videohelp.com 2010; afterdawn.com 2010.)

VBR variable bitrate eli muuttuva bittinopeus

Jo nimikin kertoo, että muuttuvassa bittinopeudessa bittinopeus vaihtelee videon eri osien välillä. VBR mahdollistaa korkeamman bittinopeuden enemmän kuvainformaatiota sisältävissä videon osissa. Näin kuvanlaatu säilyy tasaisempuna videon läpi.

CBR constant bit rate eli pysyvä bittinopeus

Pysyvässä bittinopeudessa bittinopeus säilyy samana koko videon keston. Tämän vuoksi pysyvää bittinopeutta käytetään etenkin streaming-videolähetyksissä, jolloin käyttäjää kohden varattua siirtonopeutta ei ylitetä. (Afterdawn 2010)

1.2 Digitaalinen ääni

1.2.1 Sample rate eli näytteenottotaajuus

Näytteenottotaajuus kertoo kuinka monta näytettä sekunnissa äänisignaalista otetaan. Näytteistä muodostetaan digitaalinen äänisignaali. Yleisimmin käytössä olevat näytteenottotaajuudet ovat 11025, 22500 ja 44100 Hz. (Kaila 2006)

Näytteenottotaajuus tulee lähinnä ottaa huomioon analogista ääntä digitaaliseen muotoon tallennettaessa tai musiikkia ja äänitehosteita tuotettaessa. Videotuotantoa exportoidessa eli lopulliseen toistomuotoon muunnettaessa kannattaa ääniraidan näytteenottotaajuus tietää. Näin vältetään näytteenottotaajuuden turhalta nostamiselta, koska 22500 Hz taajuudella tuotettu ääni ei laadultaan enää parane vaikka se nostettaisiin 48000 Hz:iin.

1.2.2 Bit depth eli bittisyvyys

Bittisyvyys kertoo näytteen kuvaamiseen käytettyjen bittien määrän. Mitä korkeampi bittisyvyys on, sitä tarkemmin voidaan määritellä äänenvoimakkuudessa vallitsevat erot eli näin saavutetaan parempi dynamiikka. Yleisimmät bittisyvydet ovat 8, 16 ja 24 bittiä. Cd-tasoinen ääni on 44100 Hz 16 Bit x 2 (Kaila 2006).

1.2.3 Äänen bittinopeus

Äänen bittinopeus kertoo bittien keskiarvon jonka sekunti ääntä kuluttaa. Käytännössä se on sama kuin videon bittinopeus, mutta arvot ovat huomattavasti matalampia. Äänen bittinopeutta muuttamalla voidaan vaikuttaa videotuotannon kokonaisbittinopeuteen ja näin vaikuttaa tuotannon kokoon.

1.3 Koodekit – videon ja äänen pakkaaminen

Koodekki purkaa, pakkaa tai muulla tavalla muuntaa raakaa ääni- ja kuvainformaatiota hävikillä tai ilman. Koodekit voidaan jakaa hävikillisiin ja hävikittömiin koodekkeihin. Hävikitön koodekki palauttaa pakatun materiaalin täysin alkuperäistä vastaavaan muotoon, kun taas hävikillisellä koodekilla pakattu informaatio on laadultaan alkuperäistä huonompaa.

Enkoodaus

Koodekki koodaa tai pakkaa dataa, näin tiedosto käyttää vähemmän siirto- ja tallennuskapasiteettia.

Dekoodaus

Koodekki purkaa koodauksen, jolloin data muutetaan pakkausta edeltävään muotoon tai lähelle sitä.

Videon ja äänen pakkaaminen on välttämätöntä, koska pakkaamaton materiaali voi viedä moninkertaisesti pakatun materiaalin tallennustilan. Pakkaus

mahdollistaa materiaalin riittävän nopean jakelun esimerkiksi Digi-TV-verkossa tai Internetin musiikki- ja videopalveluissa kuten Spotifyssa tai Youtubessa.

Pakkaamien vaikuttaa juuri materiaalin bittinopeuteen. Tämä opinnäytetyö pyrkii selvittämään, miten bittinopeus ja kuvanlaatu pystytään optimoimaan videon ja äänen pakkausta käyttämällä.

2 Digitaalisen videon ja äänen keskeiset standardit ja formaatit

2.1 Alueelliset standardit

Alueelliset standardit koskevat analogisia TV-lähetyskäytöjä ja DVD-julkaisuja. Eniten käytetyt alueelliset standardit ovat PAL, NTSC ja SECAM. EU-alue Ranskaa lukuunottamatta käyttää PAL-standardia. Alueelliset standardit eroavat toisistaan monin tavoin siinä millaisella tekniikalla kuva tuotetaan.

Digitaalista videota tuottaessa tärkeintä on tietää mitä kuvataajuutta, resoluutiota, kuvapistesuhdetta ja äänenpakkausta käyttää, ja millä alueella video on tarkoitettu julkaistavaksi. Mikäli DVD julkaistaan väärillä alueasetuksilla käyttämällä, saattaa tämä johtaa siihen, että DVD ei toimi kaikilla laitteistoilla. (DVDdemystified.com 2010; Afterdawn.com 2010; equasys.de 2010)

PAL-alueen vaatimukset DVD-videolle ovat 720 x 576 resoluutio, 1,067 kuvapistesuhde 4:3-videomateriaalille ja 1,422 kuvapistesuhde 16:9-materiaalille. Ääni pakataan käyttämällä MPEG-2 -audiota.

2.2 HD-videostandardit

HD eli high definition tai teräväpiirtovideolle löytyy myös standardit, jotka koskevat resoluutiota, kuvataajuutta ja pakkausstandardeja. HD-videolla tarkoitetaan yleisesti resoluutioltaan yli 1280x720 kuvapistettä olevaa videomateriaalia.

Blu ray disc on HD-videolle yleisimmin käytetty tallenneformaatti, koska siinä on riittävästi tallennustilaa HD-materiaalin suurten tiedostokokojen tallentamiseen. Blu ray disc -formaattilla eli BD-formaatilla on omat vaatimuksensa ja TV-tuotannoilla ja lähetyksillä omansa.

EU-alueen HDTV-standardeiksi The EBU technical committee on suositellut 1080p/50 ja 720p/50 progressiivisia 50 fps standardeja, jotka ovat parempia vaihtoehtoja pitkällä tähtäimellä. Kuitenkin EU-alueen kuluttajaelektronikka tukee myös 1080i lomitettua materiaalia joten TV-yhtiöt voivat halutessaan lähettää myös 1080i videota.(EBU Technical committee 2004)

Yleisesti TV-tuotannoissa vallitsevat HD-formaatit ovat:

- 1920 x 1080 x 60/50i
- 1920 x 1080 x 24/25/30p
- 1280 x 720 x 60p

(John Ive 2004)

BD-tallenneformaatin vaatimukset on esitetty seuraavassa kuvassa.

Video	CODECS	MPEG-2: MP@HL and MP@ML
		MPEG-4 AVC: MPEG-4 AVC: HP@4.1/4.0 and MP@4.1/4.0/3.2/3.1/3.0
		SMPTE VC-1: AP@L3 and AP@L2
	Max. bitrate	40Mbps
	HD	1920x1080x59.94-i, 50-i (16:9) 1920x1080x24-p, 23.976-p (16:9) 1440x1080x59.94-i, 50-i (16:9) MPEG-4 AVC / SMPTE VC-1 only 1440x1080x24-p, 23.976-p (16:9) MPEG-4 AVC / SMPTE VC-1 only 1280x720x59.94-p, 50-p (16:9) 1280x720x24-p, 23.976-p (16:9)
	SD	720x480x59.94-i (4:3/16:9) 720x576x50-i (4:3/16:9)

Kuva 1. Kuva esittää BD-tallenneformaatin tukemat resoluutiot, kuvataajuudet sekä kuvan- ja äänenpakkausmuodot.

2.3 Pakkausstandardit

Eri tallenneformaatit ja lähetystandardit käyttävät erilaisia pakkausstandardeja videolle ja äänelle. Digitaalisen videon tuotannossa tärkeimmät pakkausstandardit ovat DVD- ja Blu ray disc-tallenteissa käytetyt standardit. Kun tuotantoja julkaistaan pitää pakkausstandardit tietää, koska esimerkiksi BD-tallenteissa tietyt resoluutiot tukevat vain yhtä videon pakkausstandardia. DVD-tallenteissa taas äänenpakkaus vaihtelee alueellisesti. (Blu ray Disc Association 2005, 17; DVDdemystified.com 2010)

2.3.1 Video

MPEG-2 part 2

Yleisesti MPEG-2-pakkausstandardia käytetään TV-lähetyksen videon ja äänen pakkaukseen. MPEG-2 part 2:ta käytetään DVD- ja BD-formaattien videon pakkaamiseen.

H.264

MPEG-4 AVC/H.264 -pakkausstandardia käytetään useissa yhteyksissä kuten HD-digilähetyksissä, BD-tallenteissa ja internet-videon pakkaamisessa. H.264 on pakkaustehokkuudeltaan huomattavasti MPEG-2-standardia parempi, eli se pakkaa nopeammin kuvanlaadultaan parempaa videota samaan tiedostokokoon kuin MPEG-2. (Sullivan ym. 2004, 2; Siegchrist 2010)

SMPTE VC-1

VC-1 on yksi BD-tallenteilla käytettävistä pakkausstandardeista. VC-1 pystyy resoluutioltaan HD-standardeja korkeampiin resoluutioihin joita käytetään elokuvien digitaalisissa teatterijulkaisuissa. (Loomis & Wasson 2007)

2.3.2 Ääni

MPEG-1 ja MPEG-2 audio

MPEG-äänien pakkauksista tunnetuin on MPEG-1 layer 3 eli mp3. Mp3-pakkausta voidaan käyttää internetvideoiden äänen pakkaamiseen. DVD-formaatti käyttää MPEG-2 ja MPEG-1 äänenpakkausta PAL-alueella. MPEG-2 standardin AAC-formaatti on mp3:n tehokkaampi seuraaja, jota voidaan käyttää esimerkiksi internetvideoiden äänenpakkaukseen. (Mpeg.org 2010; DVDdemystified 2010; Aftedawn.com 2010)

Dolby Digital

NTSC DVD-formaatti käyttää Dolby Digital AC-3 äänenpakkausta. BD-tallenteet käyttävät useita Dolby Digital -standardin formaatteja monikanavaisen äänen pakkaamiseen. (DVDdemystified.com 2010; Blu-ray Disc Association 2005, 17)

DTS – Digital Theatre System

DTS on kaupallinen monikanavaisen digitaalisen äänen pakkausstandardi. DTS-standardi sisältää useita pakkausformaatteja monikanavaisen äänen pakkaamiseen. DTS-standardia käytetään aina BD-tallenteista elokuvateatterihin. BD-tallenteissa voidaan käyttää useita eri DTS-pakkausmuotoja. (DTS.com 2010; Blu-ray Disc Association 2005, 17)

Linear PCM

Linear PCM on pakkaamaton audioformaatti, joka tukee monikanavaista korkealaatuista ääntä. BD-formaatti tukee myös PCM-audiota. (Afterdawn.com 2010; Blu-ray Disc Association 2005, 17)

3 Kuvanlaatu ja videonpakkaaminen

Videon pakkaamiseen käytetään koodekkeja. Koodekit käyttävät monimutkaisia algoritmeja, jotka perustuvat liikkeen arviointiin, aikaisemmin enkoodattujen framejen informaatioon, kuva-alueen jakamiseen ja moniin muihin tekniikoihin.

Videopakkauksen valinnalla voidaan vaikuttaa tiedostokokoon, bittinopeuteen ja kuvanlaatuun. Yleensä kun videonpakkausta tarvitaan, on joko bittinopeus tai tiedostokoko rajoitettu tai standardein määrätty. Esimerkiksi BD-tallennetta

julkaistaessa on Blu ray-levyn tallennustila rajoitettu ja laitteet toistavat bittinopeuksia vain tiettyyn rajaan asti.

Kun täyspitkä elokuva halutaan julkaista Blu ray disc-formaatissa, voidaan bittinopeudesta ja tätä kautta myös kuvanlaadusta joutua tinkimään, jos levyn tallennuskapasiteetti ei riitä. Tässä kohtaa videon pakkauksen valinta muodostuu merkittäväksi.

Jotkut koodekit pakkaavat videota samalla kuvanlaadulla pienempään tilaan. Etenkin jos tallennuskapasiteetti ei riitä maksimibittinopeuksiin, kannattaa valita tehokkain mahdollinen pakkausformaatti. Näin saavutetaan paras mahdollinen kuvanlaatu näillä bittinopeuksilla.

Lyhyttä tuotantoa julkaistaessa tallennustila saattaisi sallia kuinka korkeat bittinopeudet tahansa, mutta bittinopeutta on rajoitettava, jotta se olisi toistettavissa kaikilla laitteilla. Tässäkin tapauksessa tehokkaampi pakkausformaatti sallii paremman kuvanlaadun. Jos taas julkaistavan materiaalin bittinopeus on jo ennen julkaisua alle sallitun maksimin, eikä se kuluta liikaa tallennuskapasiteettia, ei pakkaustyypin valinnalla ole merkitystä.

Eri pakkausformaatit tarjoavat myös usein eri asetuksia materiaalin pakkaamiseen. Asetuksilla voidaan vaikuttaa pakkaustehokkuuteen ja -nopeuteen. Eli video voidaan pakata samalla kuvanlaadulla pienempään tilaan, mutta pakkausprosessi kestää kauemmin. Nopeaa pakkausta tarvitaan lähinnä silloin kun kuvattua materiaalia lähetetään reaaliajassa, mutta tällöin kuvanlaatu heikkenee.

4 Case Fraud Factor – julkaisun suunnittelu

Projektin suunnitteluvaiheessa päätettiin, missä kanavissa tuotanto julkaistaan. Videon ensisijaiseksi julkaisukanavaksi valittiin Internet, tarkemmin Youtube ja Vimeo. Videopalveluihin videosta tehtiin 1080p ja 720p HD-versiot sekä 360p ja 480p SD-versiot hitailla yhteyksillä ja kannettavilla laitteilla toistoa varten. Opinnäytetyöarviointia ja julkista esitystä varten tuotannosta tehtiin tavallinen

DVD-versio, HD-versio joka on toistettavissa Blu ray-soittimilla sekä tiedostoversiot jotka voidaan toistaa tietokoneella.

Youtube valittiin, koska se on tämän hetken ehdottomasti suosituin videopalvelu. Sen kautta voidaan saavuttaa suurin yleisömäärä ja julkaista myös HD-materiaalia.

Vimeo taas valittiin siksi, että se on muodostunut yhdeksi graafisen alan suosituimmista internet-julkaisukanavavista. Näin sitä kautta saa helposti kriittisiä vertaisarviointeja. Myös Vimeo tukee HD-materiaalia.

Julkaisukanavien valinta asetti tietyt vaatimukset raakamateriaalille. Tuotanto oli tehtävä alusta loppuun suurimmalla julkaisun vaatimalla resoluutiolla ja laadulla. Alueellisten standardien vuoksi työstöformaatiksi valittiin 25 fps kuvataajuus, 1920 x 1080 HD-resoluutio sekä progressiivinen skannaus. Tämä mahdollisti myös vaivattoman exportoinnin lomittettuun 25 fps 1080i Blu ray ja DVD-muotoon.

4.1 Julkaisukanavien vaatimukset videomateriaalille

Youtube

Youtuben vaatimukset rajoittavat hyvin vähän videon laatua. Lähettävän videon resoluutioksi vaaditaan sen alkuperäinen resoluutio. Bittinopeudelle ei suositeltua minimivaatimusta ole, koska bittinopeus vaihtelee pakkausformaatin mukaan. Ohjeissa sanotaan, että videot pitäisi optimoida enemmän resoluution, kuvapistesuhteen ja kuvataajuuden mukaan kuin bittinopeuden mukaan.

Videon pakkaamiseen suositellaan käytettäväksi h.264 tai MPEG-2-enkoodausta. Formaateiksi suositellaan FLV-, MPEG-2- tai MPEG-4-muotoa. Youtuben suositeltu äänen pakkausmuoto on 41.1 kHz näytteenottotaajudella oleva MP3 tai AAC pakattu ääni. (Youtube.com 2010)

Vimeo

Vimeo asettaa videoilleen Youtubea tiukemmat suositukset. Vimeoon lähetettävän videon resoluutiovaatimus standardille 4:3-videomateriaalille on

640x480, laajakuvulle 853x480 ja HD-materiaalille 1280x720 ja 1920x1080. Pixel aspect ratioksi suositellaan 1:1 eli square pixels.

Toisin kuin Youtubella, Vimeolla on suositukset myös bittinopeudelle. 2000 kbps 4:3-videolle, 3000 kbps laajakuvavideolle ja HD-videolle 5000 kbps. Suositellut video- ja äänikoodekit ovat H.264 ja AAC. Videoformaateiksi toivotaan mieluiten MP4:ää mutta myös seuraavat formaatit hyväksytään: 3g2, 3gp, 3gp2, 3gpp, asf, asx, avi, divx, mts, m2t, m2ts, m2v, m4v, mkv, mov, mp4, mpe, mpeg, mpg, ogg, wmv. (vimeo.com 2010)

Koska molemmat palvelut suosittelevat H.264 videon- ja AAC-äänenpakkausformaattia, tehtiin Fraud Factorin kaikkien internet-versioiden pakkaus näitä käyttämällä.

4.2 Bittinopeus internet-julkaisuissa

Maalaisjärkeä tulee käyttää julkaistavan bittinopeuden valinnassa, vaikka Youtube ei tälle vaatimuksia asetakaan. Internet-yhteyksien nopeudet vaihtelevat hyvin paljon alueellisesti. Suomessa yli 8 Mbps:n nopeudet ovat suhteellisen harvassa. Jotta videota voitaisiin luontevasti streamata videopalveluista suoraan ilman suurempia puskurilatauksia, olisi videomateriaalin kokonaisbittinopeus hyvä pitää ainakin alle 8 Mbps:n. Mikäli haluttua laatua ei voida näillä bittinopeuksilla saavuttaa, on käyttäjän viimekädessä tehtävä päätös: kumpi on tärkeämpää, mielekäs käyttö vai kuvanlaatu?

Fraud Factorin 1080p HD-versioiden bittinopeudeksi valittiin 8000 kbps Youtube-versiolle ja 5000 kbps Vimeo-versiolle. 720p-versiot tehtiin molempiin käyttämällä 3000 kbps bittinopeutta. 480p-versio tehtiin 1000 kbps bittinopeudella ja 360p-versio 500 kbps.

5 Case Fraud Factor – totannon valmistelu

Fraud Factor kostuu kokonaan tietokoneella tuotetusta still- ja 3D-materiaalista. Materiaalia valmistellessa piti ottaa huomioon, että kaikki materiaali oli

resoluutioltaan vähintään 1920x1080 kuvapistettä. Koska kaikki materiaali tuotettiin tietokoneella still-kuvina, oli materiaali väri-informaatioltaan vähintäänkin riittävää.

Tuotanto koostettiin lopulliseen muotoonsa Adoben After Effects CS3 -ohjelmistolla. Kuvamateriaali koostui staattisista kuvista joita animoitiin Adobe After Effectsillä, sekä 3D-animaatiosta joka tuotiin kuvasekvensseinä After Effectsiin.

5.1 Still-materiaali

Fraud Factorin staattisen kuvamateriaalin graafinen suunnittelu tehtiin Adobe Illustrator CS3 -ohjelmistolla. Valmiit grafiikat efektoitiin Adobe Photoshopilla lisäämällä kuviin pintatekstuurit ja tekemällä tarvittavat värikorjaukset.

Adobe Illustrator on vektorigrafiikkaohjelmisto, jossa kuvat koostuvat vektoreista jotka piirretään matemaattisesti. Rasterigrafiikassa taas kuvat muodostetaan pikseleistä. Vektorigrafiikan käyttö poistaa rasterigrafiikan kuvaelementin suurentamisessa ilmenevät ongelmat.

Rasterigrafiikassa liian pienellä kuvapistemäärällä tehtyä kuvaelementtiä suurennettaessa ohjelmistot joutuvat venyttämään tai muokkaamaan olemassaolevia pikseleitä. Näin tehtäessä kuvanlaatu kärsii huomattavasti, kun taas vektoreita käytettäessä kuvaa voi skaalata rajattomasti. Koska projektin visuaalinen ilme koostuu piirretystä materiaalista, oli Illustrator myös piirtotyökalujensa puolesta luontevampi valinta tähän projektiin. Illustratorista materiaali tuotiin Adobe Photoshopiin vector smart-objekteina, näin niiden skaalattavuus säilyi myös Photoshopissa.

Photoshopissa vektorimateriaali sovitettiin 1920x1080 resoluutioon. Animoitavia kuvaelementtejä oikeaan resoluutioon sovitettaessa piti ottaa huomioon, pitääkö kyseistä elementtiä suurentaa tai pienentää. Animaatiossa suurenevat elementit piti työstää siihen resoluutioon millaisena ne suurimmillaan videossa näkyivät. Mikäli kuvaa tästä vielä suurennettaisiin, muodostuisi pikselien venymisestä

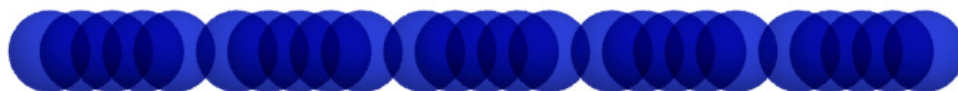
ongelma. Elementtien koon muokkauksen jälkeen niihin lisättiin pintatekstuuri. Valmis materiaali tuotiin After Effectsiin Photoshop-layereinä.

5.2 3D-materiaali

3D-materiaali tehtiin Autodesk 3Ds Max -ohjelmistolla. 3D-materiaalia animoidessa täytyi pitää huolta, että timeline johon animoinnin keyframet tehdään, pyörii tuotantoon suunnitellulla kuvataajuudella. Tämä on erityisen tärkeää mikäli animaatiot ovat tarkasti ajoitettu tuotantoon.

Esimerkiksi jos animaatio tehdään kuvataajuudella 30 fps, ja renderöidään kuvasekvenssinä ja sen jälkeen renderöity materiaali tuodaan 25 fps kuvasekvenssinä After Effectsiin, pyörii sekvenssi hitaammalla nopeudella kuin se animoitiin pyörimään 3Ds Maxissa. Jos taas sekvenssi tuodaan kuvataajuudella 30 fps After Effectsin 25 fps kompositioon, ilmenee ongelmia projektia renderöidessä.

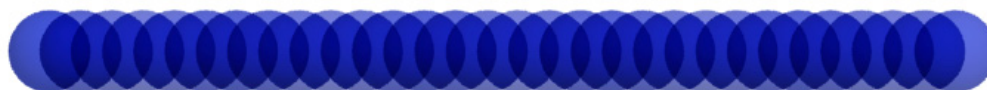
Kun 25 fps After Effects kompositio missä on 30 fps kuvasekvenssi renderöidään ulos, nopeamman kuvataajuuden kuvat eivät osu kohdalleen komposition kuvien tai framejen kanssa. Tästä syystä After Effects jättää satunnaisia kuvia pois kuvasekvenssistä, kuten alla esitettyssä kuvasekvenssissä jossa kaikki frameet on asetettu päällekkäin. Tämä taas aiheuttaa videokuvan pätkimistä ulos renderöidyssä videomateriaalissa.



Kuva 2. 30 fps kuvasekvenssi joka on renderöity 25 fps kuvataajuudella.

Mikäli kuvasekvenssi on tehty väärällä kuvataajuudella 3D-ohjelmassa eikä sitä enää voida muuttaa, järkevin ratkaisu on tuoda kuvasekvenssi After Effectsiin kompositioon omalla kuvataajuudella ja nopeuttaa sekvenssi sen oikeaan

keston. Näin pystytään säilyttämään videon sulavuus eikä pätkimistä ilmene. Kuvasta voi nähdä, että frameit ovat jakaantuneet tasaisesti koko videon ajaksi.



Kuva 3. 30 fps kuvataajuudella animoitu sekunnin kuvasekvenssi, joka on importoitu After Effectsiin 25 fps kuvataajuudella ja nopeutettu oikeaan keston.

Tämäkään ratkaisu ei ole täysin ongelmaton. Nopeutus vaatii kuvien sovittamisen tietyn ajan sisään. Nopeutus saattaa jättää ns. varjon sovitetuista frameista videomateriaalin frameihin, kuten alla olevista vertailukuvista voi todeta.



Kuvat 4. ja 5. Vasemmalla yksi frame nopeutetusta kuvasekvenssistä, oikealla oikein importoidun sekvenssin frame.

Ainoa täysin toimiva tapa tuoda kuvasekvenssi projektiin on renderöidä se ulos 3D-ohjelmasta oikealla kuvataajuudella, jolloin jokainen kuva säilyttää oikean paikkansa. Tosin nopeutetusta sekvenssistä ei paljaalla silmällä edes huomaa

eroavaisuuksia oikein tehtyyn kuvasekvenssiin verrattaessa. Usein nopeuttaminen on välttämätöntä kuvattua materiaalia käsiteltäessä.

Jos projekti on tarkoitus julkaista eri kuvataajuuksilla, toimivin ratkaisu on renderöidä 3D-materiaali uudestaan halutulla kuvataajuudella. Näin kuvasekvenssin laatu pystytään säilyttämään kaikissa julkaisuformaateissa.

Tapauksessa Fraud Factor riitti, että kaikki 3D-materiaali animoitiin ja renderöitiin 25 fps kuvataajuudella, koska se oli ainoa käytetty kuvataajuus useista versioista huolimatta. Tässä näytetyt esimerkit ja ongelmat kuvataajuuksien kanssa pätevät myös kuvattuun videomateriaaliin.

6 Julkaisuversioiden pakkaaminen ja eri pakkausasetusten vertailu

Kuvanlaadun mittaukseen on kehitetty muutamia mittausjärjestelmiä. Järjestelmät mittaavat informaatiohävikkiä ja kuvan vääristymistä matemaattisilla kaavoilla. Laatua arvioidaan käyttämällä MSE mean square error-, MAE mean absolute error-, tai PSNR peak signal-to-reconstruction noise -metodeja.

Häiriön ja pakkaustehokkuuden tarkastelu on videoenkoodauksen vertailun kulmakivi, mutta kaavat eivät välttämättä anna selkeää kuvaa videon todellisesta laadusta. Viime kädessä päätöksen pakatun videomateriaalin lopullisesta laadusta tekee videon katselija.(Bovik 2009, 233)

Tutkimuksessa pakkaustuloksen laadun vertailu perustuukin juuri katsojan näkökulmaan. Laatua tarkastellessa kiinnitettiin huomiota tarkkojen yksityiskohtien, kuten kulmien ja kuvaelementtien rajapintojen, väriasteikolla toisiaan lähellä olevien värien sekä kuvakokonaisuuden näkyviin muutoksiin.

H.264-pakkausstandardi sisältää kolme eri pakkausprofiilia, jotka on suunniteltu eri alojen käyttötarpeisiin aina tv-lähetyksistä elokuviin. Nämä kolme profiilia ovat Baseline-, Main- ja High-profiilit. Baseline-profiili on suunniteltu toimimaan

vakaasti ja nopeasti verkkoympäristöjen ja -asetelmien laajalla alalla. Main-profiili taas on suunniteltu pakkaustehokkuutta ajatellen. High-profiili on johdettu Main-profiilista ja se on pakkaustehokkuudeltaan edeltäjänsä parempi. High-profiili on käytössä muun muassa BD-tallenteissa. Blu ray-standardi tukee vain main- ja high-profiileja.

H.264-standardi sisältää myös 16 eri pakkaustasoa (levels), joilla voidaan rajoittaa käyttöön tarvittavaa muistia ja prosessointitehokkuutta. Pakkaustasot ovat sidotut kuvakokoon ja -taajuuteen. Jokaiselle pakkaustasolle on määritetty tasolla saavutettava maksimibittinopeus. Tasoa valittaessa tulee muistaa, että BD-formaatti tukee vain 4.1:tä ja sitä korkeampia tasoja.

Fraud Factorin internet-julkaisujen pakkaustasoksi valittiin taso 3, jonka maksimibittinopeus on 10 Mbps. Näin varmistuttiin, että myös HD-materiaalin bittinopeus säilyy järkevänä streamausta ajatellen. (Sullivan ym. 2004, 2)

Kun videolle asetetaan bittinopeutta, voidaan käyttää single pass- tai multi-pass -enkoodausta. Single pass-enkoodaus enkoodaa materiaalin yhdellä kertaa ja framejen pakkaus perustuu prosessissa aiemmin enkoodattujen framejen informaatiosta laadittuun ennustukseen. Koska videon pituutta ei single pass -enkoodauksessa tiedetä, pakkaustulos ei ole bittinopeudeltaan sama kuin enkoodaus-asetuksissa asetettu.

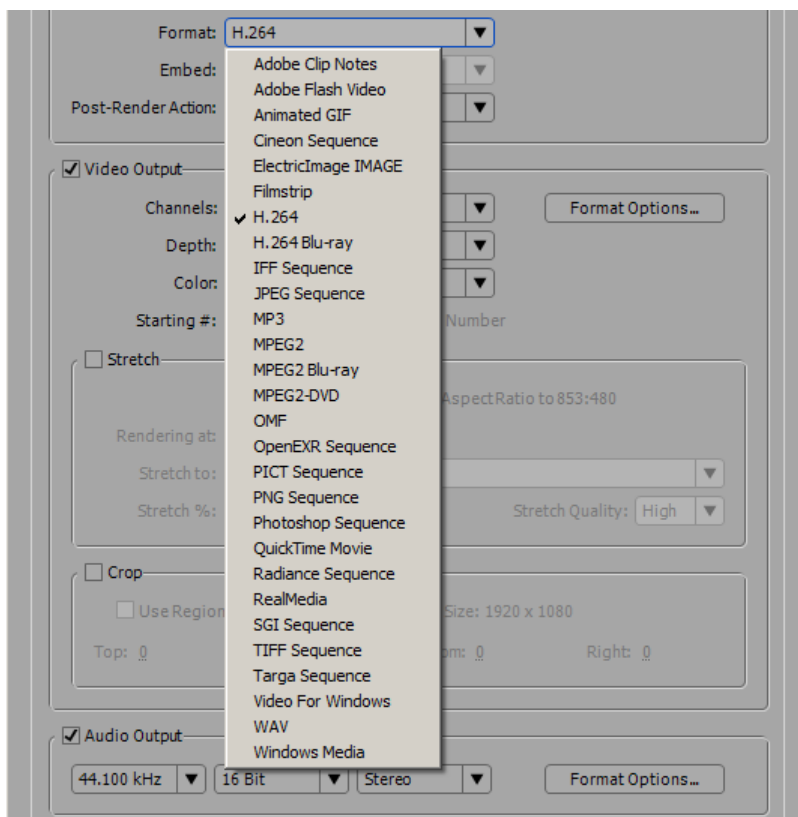
Multi pass -enkoodaus taas enkoodaa materiaalin useampaan kertaan ja perustaa enkoodaus-informaation aiemmilla kierroksilla enkoodatuille frameille, näin kuvainformaatiota saadaan koko videon ajalta. Tällä tavoin saavutetaan tasalaatuisempi pakkaustulos ja asetusten mukainen bittinopeus. (afterdawn.com 2010)

Voidaan päätellä, että Internetjulkaisuille toimivin pakkausasetus olisi multi-pass-enkoodaus, joka pakkaisi videon halutun maksimibittinopeuden mukaan. Näin eniten kuvainformaatiota sisältävät osat pakattaisiin korkeimmalla sallitulla bittinopeudella ja vähemmän informaatiota sisältävät osat pakattaisiin kuvanlaadullisesti vastaavaan laatuun matalammalla bittinopeudella. Näillä

asetuksilla ei sallittua bittinopeuden rajaa ylitettäisi missään kohtaa videota ja kuvanlaatu olisi tasainen koko videon ajan.

Alkuperäinen suunnitelma oli exportoida kaikki julkaistava materiaali After Effects CS3:n kautta. Lähemmän tarkastelun myötä kävi ilmi, että After Effectsin H.264-enkoodaus-asetukset ovat jäävät tarvittavien versioiden tekemiseen. Kuvassa 5 sivulla 21 on esitetty After Effectsin exportointi-vaihtoehdot.

After Effects CS3:n H.264-asetus ei renderöinyt 1080p eikä 720p resoluutioita. Apple Quicktime H.264-enkoodaaja taas tuki kaikkia resoluutioita, mutta videopalvelujen suosittelimia äänenpakkausvaihtoehtoja ei ollut. Enkoodausprofiilit tarjoavat myös H.264 Blu ray-vaihtoehdon. Vaihtoehto tarjoaa kaikki tarpeelliset videon pakkausasetukset, mutta näitä kaikkia ei saa samanaikaisesti käyttöön. H.264 Blu-ray ei tarjonnut myöskään tarvittavia äänenpakkausvaihtoehtoja, ainoa mahdollinen äänenpakkaus oli pakkaamaton PCM-audio.



Kuva 6. After Effects CS3:n exportointi-vaihtoehdot

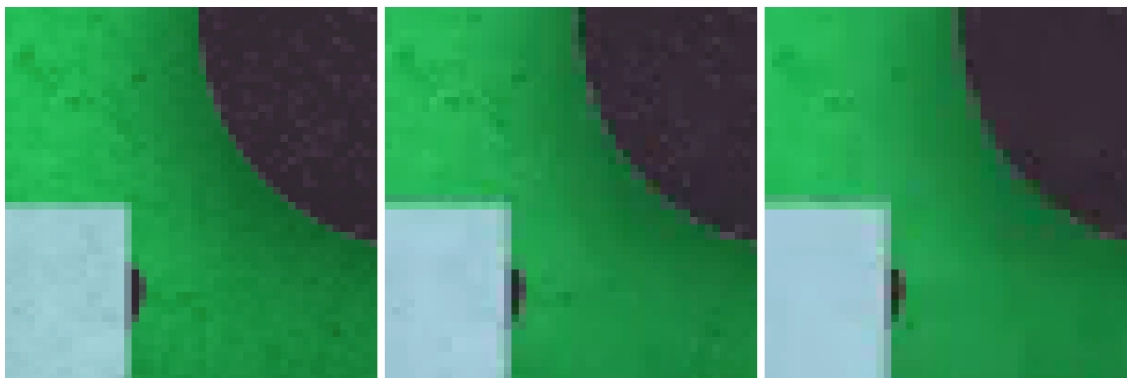
Missään After Effects CS3:n H.264-pakkausasetuksissa ei ollut vaihtoehtoa valita käyttääkö single pass vai multi pass -enkoodausta. Variable bitrate -asetus mainitaan single pass -enkoodaukseksi, mutta constant bit rate -vaihtoehdossa ei enkoodaus-prosessista kerrota mitään eikä asetuksista löytynyt tietoa etsimälläkään. Tämän vuoksi oletettiin, että kaikki enkoodaus-vaihtoehdot ovat single pass -vaihtoehtoja.

After Effectsin exportointiasetusten puutteiden takia käytettiin videopalveluihin tarkoitetun 1080p ja 720p H.264-materiaalin pakkaamiseen ilmaista MediaCoder-ohjelmistoa. After Effectsistä videomateriaali ääniraitoineen renderöitiin ulos pakkaamattomana, ja pakattiin oikeaan muotoon käyttämällä MediaCoderia.

MediaCoderistakaan ei löytynyt toivottua maksimibittinopeuden mukaan tehtävää multi-pass-enkoodausta. Enkoodaukseen kokeiltiin myös muita ilmaisia ohjelmistoja, mutta MediaCoderia parempaa ohjelmistoa ei löytynyt. Fraud Factorin julkaisussa päätettiin käyttää single pass average bitrate -enkoodausasetusta, koska Adoben kehittäjienkin mielestä single pass -enkoodaus on ilmeisesti riittävä. Myöhemmin tutkimuksen pakkausasetusten vertailuosiossa mainitut bittinopeudet tarkoittavat enkoodaukseen asetettuja rajoja, eivätkä pakatun videon todellista bittinopeutta.

Tekstissä H.264-pakkausasetusten laadun vertailuun käytettiin yhtä 1080p kuvaa koko tuotannosta. Video pakattiin eri asetuksia käyttämällä ja kontrollina käytettiin pakkaamatonta videota. Vertailun tarkoituksena oli löytää sopiva tasapaino kuvanlaadun ja bittinopeuden välillä.

Vimeon suositeltu maksimi bittinopeudelle on 5000 kbps. Youtubella ei asetettua rajaa ollut, mutta bittinopeus haluttiin pitää alle 8000 kbps:n streamauksen helpottamiseksi. Alla vertailuesimerkkeinä täysin pakkaamaton, 8000 kbps ja 5000 kbps 50 kertaa 50 kuvapisteen kuva suurennettuna.



Kuva 7. Vasemmalla pakkaamaton, sitten 8000 kbps ja 5000 kbps 1920x1080 resoluutioinen kuva.

Kun verrataan pakkaamattoman kuvan suorakaiteen muotoisen elementin reunoja pakattuihin kuviin, voidaan nähdä, että reunat ovat levinneet tai sekoittuneet taustalla olevaan vihreään. Pakattujen kuvien nelikulmion reunoissa ei ole silminnähtäviä eroja.

Kun tarkastellaan ympyrän reunoja ja kuvan väripintoja, voidaan nähdä kaikkien esimerkkien välillä eroja. Pakkaamattoman kuvan pintatekstuuri on erotettavissa kaikilla pinnoilla kuvapisteidän värieroina, kun taas pakatuissa kuvissa alueet alkavat muuttua yhä enemmän yksivärisiksi bittinopeuden laskiessa. Ympyrän reunoja tarkastellessa voidaan nähdä, että ne puuroutuvat ja sekoittuvat taustaan mitä matalampaan bittinopeuteen mennään.

Videota kokonaisuutena tarkastellessa on ero pakkaamattoman ja pakatun välillä silminnähtävä, vaikkei kovinkaan häiritsevä. Erot voi helposti nähdä juuri väripintojen latistumisena. Pakattujen versioiden välillä oli kuvanlaadun vaihteluita lähes mahdoton huomata, joissakin väripinnoissa oli pientä havaittavaa latistumista.

Pakatut versiot testattiin myös koehenkilöllä. Kokeessa näytettiin 15 sekuntia videomateriaalia kertomatta mitään ennakkotietoja videoista. Koehenkilöä pyydettiin kertomaan, kumman videon kuvanlaatu oli parempi. Koehenkilö näki eroja videoiden kontrasteissa ja väripinnoissa. 8000 kbps bittinopeudella pakattu video oli koehenkilön mielestä laadultaan parempi. Kuvatussa

materiaalissa voidaan kuvanlaadun vaihtelut ehkä huomata paremmin, koska sävyjä on enemmän ja pinnat väriarvoiltaan monipuolisempia.

Tiedostokokoja tarkasteltaessa erot ovat huomattavat. Pakkaamaton 15 sekunnin video vie tilaa 2,3 gigatavua. 8000 kbps bittinopeudella pakattu video vie 12,2 megatavua ja 5000 kbps bittinopeudella pakattu vain 7,8 megatavua. Pakkauksella saavutettu tallennuskapasiteetin säästö on merkittävä, koska pakattujen videoiden laadulliset erot olivat vähäiset.

Koska pakkausprofiili on valittava niin AE:ssa kuin MediaCoderissa, materiaalia pakattaessa tarkasteltiin myös pakkausprofiilin vaikutusta kuvanlaatuun. Pakkaamaton tiedosto pakattiin kaikilla profiileilla 8000 Mbps bittinopeudella tasolla 3. Materiaalia tutkittaessa mitään eroja kuvanlaadussa ei ollut nähtävissä.

Main-profiililla 3-tasolla pakatut 5000 kbps ja 8000 kbps 1080p-versiot olivat laadultaan tavoiteltua tasoa eivätkä ne poikenneet paljoakaan pakkaamattomasta versiosta, olivat ne valmiit julkaistavaksi.

Vimeoon ja Youtubeen päätettiin käyttää samaa 720p-versiota ja se pakattiin samoilla asetuksilla kuin 1080p-versiot, mutta bittinopeus laskettiin 3000 megatavuun sekunnissa.

SD-versiot eli 480p- ja 360p-versiot renderöitiin käyttämällä After Effectsin H.264-asetusta. 480p-versio pakattiin single pass variable bitrate -asetusta käyttämällä, jossa target bitrate oli säädetty 1000 kbps:iinja maximum bitrate 1400 kbps:iin. 360p-versioissa laskettiin target bitrate 500 kbps:iin ja maximum bitrate 700 kbps:iin

Blu-ray-versiot piti myös alun perin pakata H.264-pakkausta käyttämällä, mutta After Effectsin H.264 Blu ray -asetus pakkasi videon erittäin huonolaatuisesti. Kuva pätki ja sumeutui aika ajoin. Vaikka useita eri pakkausvaihtoehtoja kokeiltiin, pakatun videon koko oli aina sama mitkä tahansa asetukset valittiinkin. Myös koko After Effects-projektin asetuksia yritettiin muuttaa, mutta mikään ei vaikuttanut renderöinnin lopputulokseen.

Ohjelmisto-ongelmien vuoksi päätettiin Blu-ray-julkaisu pakata MPEG-2-pakkauksella, joka toteutettiin After Effectsin MPEG-2 Blu-ray -moduulia käyttämällä. Koska video oli tehty 25 fps-kuvataajuudella, se exportoitiin lomitettuna 1080i 25 fps HD-versiona. Näin välttyttiin eri kuvataajuuden aiheuttamalta pätkimiseltä.

7 Johtopäätöksiä

Pakatun videomateriaalin tuottaminen on välttämätöntä varsinkin nykyään, koska HD-standardien käyttö alalla lisääntyy jatkuvasti. Myös yhä useampi internet-videopalvelu tarjoaa mahdollisuuden HD-materiaalin katselemiseen ja julkaisemiseen.

Pakkaamaton korkealaatuinen video käyttää valtavia määriä tallennuskapasiteettia, joten sen siirtäminen siedettävästi internetin välityksellä vie nopeillakin yhteyksillä pitkiä aikoja. Pakkaamattoman HD-materiaalin bittinopeudet ovat myös niin korkeita, että sen toistaminen ei onnistu millä tahansa laitteistolla.

Myös eri tallennetyypit asettavat tiettyjä vaatimuksia videon ja äänen pakkaukselle, kuvataajuudelle, kenttäjärjestykselle ja bittinopeudelle. Vaatimukset voivat vaihdella myös alueellisesti. Jos näitä käsitteitä ja standardeja ei tunne, on laadukkaan tallenteen julkaiseminen erittäin vaikeaa.

Käsitteistön tunteminen on myös välttämätöntä tuotantovaiheessa, kun koostettavaa materiaalia tuotetaan useilla eri ohjelmistoilla. Tuotannon alkuvaiheessa tehdyt virheet voivat kostautua vasta kun muutosten tekeminen on liian myöhäistä.

Eri pakkaustyyppien ja -tapojen tuntemuksesta voi olla suurta hyötyä myös tuotantovaiheessa. Esimerkiksi koevedoksia ja tarkastusversioita tehtäessä voidaan pakattu materiaali lähettää helposti asiakkaan sähköpostiin tai muuten Internetin välityksellä, vaikka materiaalin lähettäminen julkaisumuodossa veisi liikaa tilaa tai aikaa.

Tässä tutkimuksessa käytiin läpi vain oleellisimpia videomateriaalin julkaisuun liittyviä tekijöitä. Videon pakkaamista käsittelevässä osiossa jätettiin käsittelemättä paljon aiheeseen liittyvää teknistä informaatiota. Videon enkoodaukseen liittyy paljon monimutkaista matematiikkaa ja erilaisia tekniikoita, joista olisi itsessään voinut tehdä erillisen tutkimuksen. Lisää tietoa videoenkoodauksesta kannattaa etsiä Al Bovikin kirjasta *The Essential Guide To Video Processing*.

Mitä h.264 pakkausstandardiin tulee, käsiteltiin tutkimuksessa vain BD-tallenteen ja internetjulkaisun kannalta tärkeimmät asiat. H.264 sisältää useita erilaisia monimutkaisia vaihtoehtoja videon pakkaamiseen käyttötarkoituksesta riippuen. *The H.264/AVC Advanced Video Coding Standard: Overview and Introduction to the Fidelity Range Extensions* on erittäin kattava aihetta käsittelevä kokonaisuus. Kaikki tarvittava tieto Blu ray tallenteesta löytyy Blu ray disc associationin julkaisemasta infopaketesta *White paper, Blu-ray Disc Format 2.B Audio Visual Application Format Specifications for BD-ROM*.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää yleisimmät käsitteet, joihin videotuotantoja tehdessä törmää. Alan käsitteistö pitää sisällään vielä paljon asioita, joita jätettiin käsittelemättä. Mikäli videotuotannossa törmää vieraisiin käsitteisiin, ensimmäisenä kannattaa etsiä afterdawn.com:n sanastosta josta löytyy selitys lähestulkoon jokaiseen mahdolliseen käsitteeseen.

Case-esimerkin tuotannon aikana ei ilmennyt ongelmia tuotetun materiaalin suhteen. Ongelmilta osattiin välttyä, koska lähes kaikki tässä tutkimuksessa esitetyt mahdolliset ongelmat olivat ilmenneet aikasemmissä tuotannoissa. Juuri aikasemmissä tuotannoissa ilmenneet ongelmat olivat päämotiivina tämän tutkimuksen tekemiseen.

LÄHTEET

Suomen suurimman IT-alan sivuston, Afterdawn.com:n sanasto-osio

Afterdawn 2010. Sanasto, Bitrate. Viitattu 3.4.2010.
<http://fin.afterdawn.com/sanasto/selitys.cfm/bitrate>

Afterdawn 2010. Glossary, Constant Bitrate. Viitattu 3.4.2010.
http://www.afterdawn.com/glossary/term.cfm/constant_bitrate

Afterdawn 2010. Sanasto, Framerate. Viitattu 1.4.2010.
<http://fin.afterdawn.com/sanasto/selitys.cfm/framerate>

Afterdawn 2010. Sanasto Kuvasuhde. Viitattu 1.4.2010.
<http://fin.afterdawn.com/sanasto/selitys.cfm/kuvasuhde>

Afterdawn 2010. Glossary, Linear PCM. Viitattu 10.4.2010.
http://www.afterdawn.com/glossary/term.cfm/linear_pcm

Afterdawn 2010. Glossary, Mpeg-1. Viitattu 6.4.2010.
<http://www.afterdawn.com/glossary/term.cfm/mpeg-1>

Afterdawn 2010. Glossary, Mpeg-2. Viitattu 6.4.2010.
<http://www.afterdawn.com/glossary/term.cfm/mpeg-2>

Afterdawn 2010. Glossary, Multi-pass. Viitattu 12.4.2010.
<http://www.afterdawn.com/glossary/term.cfm/multipass>

Afterdawn 2010. Glossary, NTSC. Viitattu 5.4.2010.
<http://www.afterdawn.com/glossary/term.cfm/ntsc>

Afterdawn 2010. Glossary, PAL. Viitattu 5.4.2010.
<http://www.afterdawn.com/glossary/term.cfm/pal>

Afterdawn 2010. Glossary, VBR. Viitattu 3.4.2010.
<http://www.afterdawn.com/glossary/term.cfm/vbr>

Blu-ray Disc Association. 2005. White paper Blu-ray Disc Format 2.B Audio Visual Application Format Specifications for BD-ROM. Viitattu 13.4.2010. http://www.blu-raydisc.com/Assets/Downloadablefile/2b_bdrom_audiovisualapplication_0305-12955-15269.pdf

Bovik, A. 2009. The Essential Guide To Video Processing.

DTS.com 2010. DTS audio formats. Viitattu 10.4.2010.
http://www.dts.com/DTS_Audio_Formats/DTS_Audio_Formats.aspx

DVmp 2002. Digital Video and Field order. DVmp videoeditorin kotisivu. Viitattu 1.4.2010.
<http://www.dvmp.co.uk/digital-video.htm>

Videohelp 2010. Glossary, bitrate. Viitattu 3.4.2010. <http://www.videohelp.com/glossary>

DVDdemystified.com 2010. DVD Frequently Asked Questions (and Answers). Jim Taylorin DVD-faktoja sisältävä sivusto. Viitattu 5.4.2010. <http://dvdemystified.com/dvdfaq.html>

EBU technical committee 2004. EBU Technical Recommendation R112 - 2004, EBU statement on HDTV standards. Viitattu 19.4.2010 <http://tech.ebu.ch/docs/r/r112.pdf>

Equasys 2010. Aspect Ratio. Saksalaisen elektroniikkayrityksen kotisivu. Viitattu 1.4.2010.
<http://www.equasys.de/aspectratio.html>

Ive, J. 2004. Image formats for HDTV. Viitattu 19.4.2010
http://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev_299-ive.pdf

Kaila, K. 2006. Digitaalinen ääni. Kimmo Kailan opinnäytetyön internetversio. Viitattu 4.4.2010.
<http://digitaalisesti-sinun.net/digiaa/digiaa.htm>

Loomis, J.; Wasson, M. 2007. VC-1 Technical Overview
<http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/howto/articles/vc1techoverview.aspx>

Mpeg.org. 2010. Mpeg overview. Mpeg-standardien tietopankki. Viitattu 9.4.2010.
http://bmrc.berkeley.edu/frame/research/mpeg/mpeg_overview.html

Siegchrist, G. 2010. h.264. Viitattu 2.4.2010.
<http://desktopvideo.about.com/od/glossary/g/H264A.htm>

Sullivan,G.; Topiwala, P.; Luthra,A. 2004. The H.264/AVC Advanced Video Coding Standard: Overview and Introduction to the Fidelity Range Extensions. Viitattu 13.4.2010
<http://www.fastvdo.com/spie04/spie04-h264OverviewPaper.pdf>

Vimeo.com 2010. Compression guidelines. Viitattu 5.4.2010.
<http://vimeo.com/help/compression>

Youtube.com 2010. Videolatausten optimointi. Viitattu 5.4.2010.
<http://www.google.com/support/youtube/bin/answer.py?hl=fi&answer=132460>