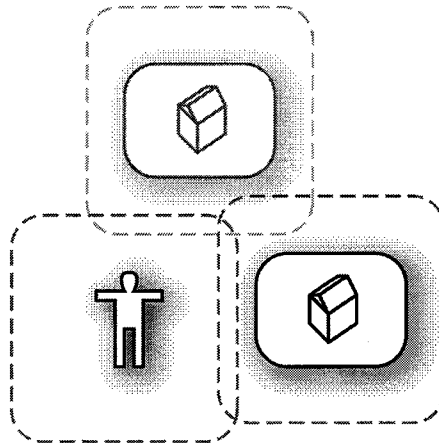


Timo Sirviö - Marko Sorri

SUURIKOKOISTEN KULTTUURIHISTORIALLISTEN  
ARKKITEHTUURIPiIRUSTUKSIEN DIGITOINTI



Pro gradu -tutkielma

Jyväskylän yliopisto

Taiteen ja kulttuurin tutkimuksen laitos/  
taidehistoria

Tietojärjestelmätieteen laitos

Jyväskylä

16.10.2001

## **TIIVISTELMÄ**

Sirviö, Timo Antero

Sorri, Marko Juhani

Suurikokoisten kulttuurihistoriallisten arkkitehtuuripiirustuksien digitointi / Timo Sirviö ja Marko Sorri

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2001

110 s.

Tutkielma

Pinta-alaltaan suurten ja kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden arkkitehtuuripiirustusten monipuolinen hyödyntäminen, niin tutkimus kuin kaupalliseenkin käyttöön, vaatii originaalien digitointia. Lukuisat instanssit ja museot pohtivat parhaillaan, kuinka digitoida ja dokumentoida turvallisesti arvokkaita kokoelmia. Samalla mietitään miten kokoelmien hyödyntäminen onnistuu entistä paremmin.

Digitointitekniikka on monella alueella kehittynyt viimeisten vuosien varrella suurin askelin. Markkinoilla on olemassa järjestelmiä ja menetelmiä, joilla voidaan muuttaa analogisia kuvia digitaaliseen muotoon, mutta pinta-alaltaan suurten originaalien riittävän laadukkaaseen digitointiin ei olla yleisesti keskitetty voimavaroja.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää digitointiproblematiikkaa ja pyrkiä selvittämään olemassa olevia menetelmiä ja järjestelmiä pinta-alaltaan suurten arkkitehtuuripiirustusten digitointiin. Testattavia järjestelmiä vertaillaan keskenään saavutetun laadun, käytettävyyden, nopeuden ja hinnan suhteen.

Tutkimuksen perusteella testatut järjestelmät ovat joko liian monivaiheisia tai eivät kykene tarvittavaan laatuun. Tämän vuoksi laajojen piirustusarkistojen digitointia kannattaa lykätä tulevaisuuteen.

**AVAINSANAT:** arkisto, arkistointi, arkkitehtuuri, arkkitehtuuripiirustus, digitointi, dokumentointi, kokoelmat, museo, skannaus

## **ABSTRACT**

Sirviö, Timo Antero

Sorri, Marko Juhani

The Digitalization of Large Cultural Historical Architecture Drawings

Jyväskylä, Finland, University of Jyväskylä, 2001.

Master's Thesis

110 pages

Versatile utilization of large and cultural historical architecture drawings to commercial or research use requires a digitalization process of original sources. Presently several instances and museums consider how to digitize and document safely remarkable constellations. At the same time an issue of how to exploit existing constellations more effectively rises.

Digitalization technique has improved widely during the last few years. On the market there are systems and methods that allow converting analogue images to digital format, yet resources have not been concentrated to develop a high-quality digitalization system for large originals.

This thesis discusses the problems and challenges involved to the digitalization process of large originals. Moreover this thesis concentrates on valuing and comparing some of the existing digitalization methods and systems. The tested systems are made comparison with following factors: quality, usability, speed and prize.

As a conclusion the existing systems are either too multiphased or not able to achieve required quality. Therefore digitalization of massive archives of architectural drawings should be considered postponing to the future.

Key Words: archive, archiving, architecture, architecture drawing, constellation, digitizing, documentation, museum, scanning

## SISÄLLYSLUETTELO:

<b>1. JOHDANTO</b> .....	<b>8</b>
1.1. ALUKSI .....	8
1.2. DIGITAALISUUDEN HYÖTYJÄ KULTTUURIHISTORIALLISEN MATERIAALIN DOKUMENTOINNISSA .....	10
1.2.1. TIEDONHALLINTA JA -HAKU.....	10
1.2.2. TIEDON SIIRTO JA SAAVUTETTAVUUS.....	11
1.2.3. SÄILYTTÄMINEN JA ORIGINAALIN SUOJAUS .....	12
1.2.4. KOPIOINTI JA JATKOJALOSTAMINEN.....	12
1.3. AIKAISEMPIA TUTKIMUKSIA JA PROJEKTEJA .....	13
1.3.1. OMIA KOKEMUKSIA ALVAR AALTO -SÄÄTIÖN ARKISTOSSA .....	14
1.3.2. AIHEESEEN LIITTYVÄ AIKAISEMPI TUTKIMUS JA PROJEKTIT KOTIMAASSA .....	16
1.4. KUVAUSMALLIT .....	19
1.4.1. KUVAUSMALLIEN TEHTÄVÄT .....	19
1.4.2. HYVÄN KUVAUSMALLIN OMINAISUUDET .....	20
1.4.3. MALLIEN YLEISIÄ LUOKITTELUPERUSTEITA .....	20
1.4.4. KÄYTETTY KUVAUSMALLI JA NOTAATIO .....	21
1.5. KULTTUURIHISTORIALLISTE ARVOKKAAN ARKKITEHTUURIPIIRUSTUKSEN DIGITOINTIPROSESSIN MALLI.....	22
1.5.1. PIIRUSTUS SYNTYY .....	26
1.5.2. PIIRUSTUS ARKISTOIDAAN .....	27
1.5.3. ORIGINAALI JA SEN JÄLJENNÖKSET .....	27
1.5.4. MERKITYSTEN VASTAANOTTAJAT .....	28
1.6. KESKEISTEN KÄSITTEIDEN ESITTELY .....	33
1.6.1. DIGITAALISUUS .....	33
1.6.2. DIGITAALITEKNIIKAN KEHITYS .....	34
1.6.3. DIGITOINTI .....	35
1.6.4. RESOLUUTIO .....	35
1.6.5. MUSEO .....	36
1.6.6. SUURI ARKKITEHTUURIPIIRUSTUS .....	37
1.6.7. ORIGINAALIKUVA JA KUVADOKUMENTTI .....	37
1.6. TUTKIELMAN TAVOITTEET .....	37
1.7. TUTKIELMAN RAKENTEESTA .....	38

<b>2. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET, TUTKIMUSONGELMA, METODOLOGIA JA RAJAUS.....</b>	<b>39</b>
2.1. TUKIMUKSEN TAVOITTEET JA TUTKIMUSONGELMA.....	39
2.2. TUTKIMUSMENETELMÄ.....	41
2.2.1. KÄYTETTÄVYYDEN ARVIOINTI.....	41
2.2.2. AINEISTON HANKINTA.....	43
2.2.3. TESTIKUVA.....	43
2.2.4. ANALYSOINTIMENETELMÄT.....	45
2.2.5. TUTKIMUKSEN KULKU.....	46
2.3. TUTKIMUSALUEEN RAJAUS.....	47
2.4. TUTKIMUKSEN KULKU.....	47
2.5. SUURTEN ARKKITEHTUURIPUURUSTUSTEN DIGITOINTIJÄRJESTELMIÄ.....	50
2.5.1. VALOKUVAUS JA FILMIN SKANNAUS.....	51
2.5.2. TASOSKANNERI.....	52
2.5.3. DIGITAALINEN VALOKUVAUS.....	53
2.5.4. PINTASKANNERI.....	53
2.5.5. KAMERASKANNERI.....	54
<b>3. DIGITOINTI.....</b>	<b>55</b>
3.1. ANALOGISEN ELEKTRONIIKAN JA DIGITAALITEKNIIKAN VÄLISIÄ EROJA.....	55
3.2. MUUNNOS.....	56
3.2.1. KUVIEN DIGITOINTI.....	56
3.2.1.1. SKANNAUSTOIMINTA.....	57
3.2.1.2. DIGITAALIKAMERAT.....	58
3.2.1.3. KAMERASKANNERIT.....	58
3.2.1.4. KUVAKAAPPAUS.....	59
3.2.1.5. PIIRTO-OHJELMAT.....	59
3.2.2. DIGITAALINEN KUVAMALLI.....	59
3.2.3. VÄRISYVYYS.....	60
3.2.4. DIGITAALIKUVA JA VÄRINHALLINTA.....	61
3.2.5. VÄRINHALLINTA SKANNEREISSA JA DIGITAALIKAMEROISSA.....	63
3.2.6. KUVATIEDOSTOT.....	64
3.2.7. VEKTORIGRAFIKKA.....	66
<b>4. DIGITOINTILAITTEISTOJEN TESTAUS.....</b>	<b>67</b>
4.1. DIAVALOKUVAUKSEN JA SCANMATE 5000 -RUMPUSKANNERIN TESTAUS.....	67
4.2. SONY DSC-P1 DIGITAALIKAMERAN TESTAUS.....	68
4.3. AGFA DUOSCAN HID -TASOSKANNERIN TESTAUS.....	69

<b>5. TULOKSET</b> .....	<b>71</b>
5.1. TUTKIMUKSESSA TESTATUT JÄRJESTELMÄT .....	71
5.1.1. DIAVALOKUVAUS JA SCANMATE 5000 -JÄRJESTELMÄ .....	71
5.1.2. DIGITAALIKAMERA.....	72
5.1.3. DUOSCAN HID -JÄRJESTELMÄ.....	73
5.2. TUTKIMUKSEN ULKOPUOLELLE JÄÄNEET JÄRJESTELMÄT .....	75
5.2.1. KARTOSCAN FB VLS -JÄRJESTELMÄ.....	75
5.2.2. DIPS-5000 -JÄRJESTELMÄ.....	76
5.3. DIGITOINTITARKKUUDEN TESTAUKSEN TULOKSET .....	77
5.4. TESTATTUJEN JÄRJESTELMIEN VERTAILU.....	83
<b>6. YHTEENVETO JA JATKOTUTKIMUSSUUNNITELMAT</b> .....	<b>88</b>
6.1. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	88
TAULUKKO 4. JÄRJESTELMIEN EDUT JA HAITAT.....	88
6.2. POHDINTAA DIGITAALISEN KUVAN TULEVAISUUDESTA JA UHKAKUVISTA .....	90
6.2.1. DIGITAALISEN KUVAN TULEVAISUUS .....	90
6.2.2. SUDENKUOPPIA.....	91
6.2.3. DIGITAALISUUS JA TEKIJÄNOIKEUS .....	92
6.2.4. ANALOGINEN MAAILMA – DIGITAALINEN KULTTUURI .....	95
6.3. JATKOTUTKIMUSSUUNNITELMAT .....	97
<b>LÄHTEET JA KIRJALLISUUS:</b> .....	<b>98</b>
<b>LIITE 1 TESTIKUVA KOKONAISUUDESSAAN</b> .....	<b>105</b>
<b>LIITE 2 TESTIKUVA</b> .....	<b>106</b>
<b>LIITE 3 VALOKUVATTU JA SCANMATE 5000 -SKANNERILLA DIGITOITU TESTIKUVA</b> ....	<b>107</b>
<b>LIITE 4 SONY DSC-P1 DIGITAALIKAMERALLA DIGITOITU TESTIKUVA</b> .....	<b>108</b>
<b>LIITE 5 DUOSCAN HID:LLÄ SKANNATTU TESTIKUVA</b> .....	<b>109</b>
<b>LIITE 6 TESTATUT DIGITOINTIJÄRJESTELMÄT</b> .....	<b>110</b>

”Luoja loi paperin sitä varten, että sille piirretään arkkitehtuuria. Kaikki muu on – ainakin minulle – paperin väärinkäyttöä. Torheit – sanoisi Zarathustra. Olen kyllä kirjoittanut runoja – vähän, vaikka tietysti hyviä. Mutta ne on kirjoitettuja hiekkaan. Eivät hiekkaan kirjoitetut runot sovi kustantajille ja aikakausilehtiin. Niiden julkaisija on tuuli – se on hyvä kustantaja.”<sup>1</sup>

Alvar Aalto

---

<sup>1</sup> Katkelma alunperin Arkkitehti-lehdessä julkaistusta kirjoituksesta. (Paatero 1993, 7)

# 1. JOHDANTO

## 1.1. ALUKSI

Tämän pro gradu -tutkielman tarkoitus on selvittää, millä keinoin suurten arkkitehtuuripiirustusten digitointiteknologioiden monia eri välivaiheita, kuten piirustuksen valokuvaus ja kuvan valmistaminen, voisi vähentää? Mikä näistä keinoista tuottaa optimaalisen tuloksen vähimmin resurssein huomioiden myös kulttuurihistoriallisten dokumenttien erikoislaatuiset ominaisuudet, kuten esimerkiksi mahdollisen paperin haurauden? Tutkielmassa pyritään arvioimaan karkeasti myös kuvan digitointiteknologian kehitystä lähitulevaisuudessa sekä sitä, missä laajuudessa digitointityötä kannattaa harjoittaa tänä päivänä? Tutkielman tarkoitus on myös valottaa suurikokoisten kulttuurihistoriallisesti tai historiallisesti arvokkaiden arkkitehtuuripiirustusten digitointiproblematiikkaa. Tutkielman alue on tullut tutkielman toiselle kirjoittajalle<sup>2</sup> tutuksi sekä Alvar Aalto -museossa 1996-98 ja Alvar Aalto -säätöillä 1998 sekä OpuLens Oy:n ja Jyväskylän yliopiston multimediaopintokokonaisuuden SAMPER-projektissa. Viimeksi mainitun projektin päätavoite oli pohtia alustavasti suurten arkkitehtuuripiirustusten ja karttojen digitointiin liittyvää problematiikkaa käytännön tasolla ja löytää suuren graafisen materiaalin digitointiin liittyviä ongelmakohtia. Tämän lisäksi käytännön tietoa ja kokemusta on syntynyt Alvar Aaltoon ja arkkitehtuuriin liittyvissä sisältötuotantoprojekteissa. Tutkimusongelma on syntynyt näin paljolti käytännön digitointityöstä saaduista kokemuksista.

Historiallisen materiaalin digitointityön ajankohtaisuus ja tarve tulee selkeästi esille Opetusministeriön marraskuussa 1998 asettaman toimikunnan laatimassa museopoliittisessa ohjelmassa. Ohjelmassa esitetään kiinnitettäväksi erityistä huomiota muun muassa jalostettavien tietovarantojen yhdenmukaisuuteen. Tämän lisäksi halutaan kehittää kokoelmatyötä helpottavia ja uudenlaisia sisältötuotteita mahdollistavia digitaalisia tallennusmuotoja ja käyttöjärjestelmiä.

---

<sup>2</sup> Timo Sirviö on työskennellyt vuosina 1998-2000 multimedian sisältöjä tuottavassa OpuLens Oy:ssä.



(Museo 2000 -museopoliittinen ohjelma) Museopoliittisen ohjelman kulttuuri- ja luonnonperintöalan tietoyhteiskuntatavoitteiden kokonaisstrategiassa on kaksi rinnakkaista tavoitetta: 1. Keskeinen kansallinen kulttuuri- ja luonnonperintö saatetaan digitaaliseen muotoon ja tietoverkon kautta yleisön, viranomaisten ja museoiden saataville. 2. Kehitetään ja lisätään museoiden sisällöntuotantoa. (Museo 2000 -museopoliittinen ohjelma, 59)

Suuren graafisen materiaalin digitointi on hidasta ja kallista. Tämä on todettu Nordenskiöldin karttakokoelman digitointiprojektissa Helsingin yliopiston kirjastolla<sup>3</sup> ja omissa kokemuksissa Alvar Aalto -arkiston piirustuskokoelmia digitoitaessa. Erityisiksi teknisiksi pullonkauloiksi ovat muodostuneet digitointiprosessin analogiset välivaiheet (valokuvaus ja kuvan valmistus), sellaisten laitteiden puutteessa, jotka mahdollistavat digitaalisen jäljentämisen suoraan originaalista.

Tässä tutkielmassa perehdytään viiteen erilaiseen suuren dokumentin digitointijärjestelmään, jotka ovat:

1. Valokuvaus ja filmin skannaus
2. Tasoskanneri
3. Digitaalinen valokuvaus
4. Pintaskanneri
5. Kameraskanneri

Näistä kaksi ensimmäistä järjestelmää ovat museoissa ja arkistoissa yleisesti käytössä. Digitaalikameraa käytetään harvemmin ja kaksi viimeistä ovat sellaisia järjestelmiä, joiden käytöstä kotimaisissa museo- ja arkistolaitoksissa ei ole saatu mitään merkkejä. Niitä ei myöskään ole mainittu aikaisemmissa tutkimusprojektien raporteissa.

---

<sup>3</sup> 'Digitointityö nielee rahaa ja henkilötyövoimaa' Esko Häkli Helsingin Sanomien artikkelissa: Nordenskiöldin kansallisaarre pysyy pilossa. (Isohella 2000, B1)

Tutkielma pyrkii löytämään vastauksia mallintamisen ja digitointiprosessien testauksen avulla. Mallintamisen avulla pystytään luomaan prosesseista teoreettinen rakennelma ja erittelemään digitointiprosessien eri vaiheet. Mallintamisessa yhdistetään taiteen tutkimuksellinen, museologinen ja tietojärjestelmätieteinen näkemys. Prosessien testaus tapahtuu reaalimaailmaa vastaavissa olosuhteissa. Testauksessa arvioidaan valmistetun testikuvan avulla digitointiprosessin nopeutta, piirtokykyä sekä soveltuvuutta museoiden ja arkistojen materiaalin käsittelyyn. Prosessin avulla pitäisi pystyä tuottamaan painokelpoinen digitaalinen jäljenne A0-kokoisesta (840.90 X 1189.21 mm) originaalista, ilman että originaalille tehdään fyysistä vahinkoa.

## **1.2. DIGITAALISUUDEN HYÖTYJÄ KULTTUURIHISTORIALLISEN MATERIAALIN DOKUMENTOINNISSA**

Digitoinnin sovellusalue on nykyään hyvin laaja. Vaikeampaa on nimetä kokonaisuuksia, jossa digitaalitekniikasta ei ole hyötyä. Alan johtava kirjailija, MIT:n medialaboratorion johtaja Nicholas Negroponte näkee asian seuraavalla tavalla: "En näe enää syytä työskennellä analogisen median parissa. Kaiken on tultava digitaalseksi." (Oesch 1993, 17-26) Tähän lausumaan on toki syytä suhtautua varauksella, ajattellen tämäkin tutkielman käsittelemiä kulttuurihistoriallisia todistusarvoja, joita digitaalitekniikka ei pysty jäljentämään.

### **1.2.1. TIEDONHALLINTA JA -HAKU**

Museoissa ja arkistoissa tapahtuvan dokumentoinnin käyttöarvo paranee digitaalitekniologian avulla. Digitaalisessa muodossa laajatkin tiedostot voivat olla helposti hallittavissa, koska informaation yhdisteleminen eri tiedostoista helpottuu ja tietojen hakuun käytetty aika vähenee. Käytössä voivat olla esimerkiksi asiasanahaku ja mahdolliset viittaukset ja linkit muihin tietojärjestelmiin. Erityisesti uudet dokumenteille luodut teknologiaratkaisut, kuten esimerkiksi XML eli Extensible Markup Language ja kyselykielet mahdollistavat hyvin monipuolisia ja pitkälle kehittyneitä hakumenetelmiä. (Sprague 1995, 29-45)

Suurten kuva-arkistojen hallinnassa on tärkeä muodostaa tietoa siitä, mitä tietoa arkisto sisältää. Tämä niin kutsuttu metatieto on arkistoinnissa ensi arvoisen tärkeää dokumenttien hallittavuuden ja jakelun kannalta. Esimerkiksi eri organisaatio-osien käyttämän metatiedon yhtenäisyys helpottaa tiedon integrointia eri osien välillä ja tiedon löytymistä yksittäisten organisaation osien sisälläkin. (Tyynysiemi 1999, 28)

Digitaalivalokuvausalalle on kehittynyt epävirallinen, todellisesta tarpeesta lähtöisin oleva, de facto -standardi IPTC eli International Press Transmitting Caption -järjestelmä. Se on kuvatietokantoja varten suunniteltu tapa linkittää kuviin kaikki niihin liittyvä taustatieto. Tämä muodostunut taustatieto on tukemassa arkiston metatietoa. IPTC:n vahvuutena pidetään sen mahdollistamaa laajaa kategoriapohjaista hakumenettelyä. (IPTC 2001)

Markkinoilla olevien kuva-arkisto-ohjelmistojen taso vaihtelee suuresti. Osa ohjelmistoista tarjoaa sujuvaa kuvien hallittavuutta suppealle kuvamateriaali määrälle, mutta arkiston kasvaessa kapasiteetti ja käytössä oleva hakumetodi ei riitä tehokkaaseen arkistointiin. Suurin osa kuvatietokantasovelluksista tukee nykyisiä kuvaformaatteja, mutta hyvän kuva-arkiston ominaisuuksiin IPTC -tuki.

Jatkuvasti kehittyvä ja uudistuva teknologia luo haasteita pitkäaikaisille kuva-arkistoille. Nykyisin käytössä olevat teknologiat, standardit ja menetelmät voivat olla tuntemattomia tulevaisuudessa. Tiedon säilyminen nykyisillä tallennusmenetelmillä ei ole niinkään suuri ongelma kuin tekniikan säilyminen. Ratkaisuna tähän ongelmaan suositellaan materiaalin siirtämistä uusille digitaali-alustoille sitä mukaan kuin teknologian tilanne sitä edellyttää.

### 1.2.2. TIEDON SIIRTO JA SAAVUTETTAVUUS

Tietoverkot mahdollistavat uuden tavan generoida tietoa, sillä kommunikointi eri puolilla maailmaa olevien ihmisten välillä on tehokasta. Tietokoneella linkitetyt tahot kykenevät luomaan yhteisiä dokumentteja paikasta ja ajasta riippumatta. (Tanenbaum 1996, 4) Tästä käy esimerkkinä A. E. Nordenskiöldin

karttakokoelman verkkojulkaisu. Karttojen digitointi on aloitettu ja tutkijat ympäri maailman voivat katsella jo pientä osaa kokoelmasta internetin välityksellä. Sähköisessä muodossa ja internetin kautta katseltavina kartat palvelevat ajasta ja paikasta riippumatta kaikkia kiinnostuneita.<sup>4</sup>

### 1.2.3. SÄILYTTÄMINEN JA ORIGINAALIN SUOJAUS

Digitoinnilla voidaan varmistaa myös tietosisällön säilyvyys ja suojata alkuperäisdokumenttia eli originaalia käytön aiheuttamalta kulumiselta. Digitaalikuvasta voidaan tuottaa myös uusia dokumentteja kuluttamatta originaalia. (Hellgren - Pärssinen - Suhonen 1998, 9-10 sekä Sprague 1995, 34-45) Paradoksaalista on tosin se, että digitaalinenkin tallenne saattaa olla lyhytikäinen, ellei sitä tarvittaessa pysty siirtämään uudelle teknologia-alustalle tai muuntamaan uuteen tallennusformaattiin. (Ekholm 1999, 9)

### 1.2.4. KOPIOINTI JA JATKOJALOSTAMINEN

Digitoitu data on helppo kopioida nykyaikaisilla sovelluksilla, eikä syntynyt jäljennös poikkea millään tavalla alkuperäisestä. Kopioiden muokkaaminen säilyttää alkuperäisen, joten manipulointi on turvallista. Suuriakin tiedostomääriä voidaan kopioida ja näin varmistaa tiedon säilyminen poikkeustilanteista huolimatta. (May 2000, 68)

Digitaalisuus mahdollistaa informaation sulautumisen uusiksi tuotteiksi ja eri muodossa olevan tiedon yhdistymiseen. Digitaalitekniikan käyttöönoton vaikutukset ovat moninaisia. Teollisuus- ja elinkeinoelämä järjestäytyvät uudelleen. Tämä näkyy selvimmin viestintä- ja kulttuuriteollisuudessa. Kirja, äänite, elokuva, radio- ja televisiolähettykset ja tietokonepelit olivat aikaisemmin sidottuja täysin erilaisiin materiaaleihin, menetelmiin ja esitysmuotoihin. Digitaalinen tekniikka yhdistää kaiken informaation käsittelyn yhteismitalliseksi ja haluttaessa yhteensopivaksi kokonaisuudeksi. Tietokoneen muistissa voi olla samassa teknisessä muodossa tekstiä, ääntä ja kuvaa. (Oesch 1993, 71)

---

<sup>4</sup> Esko Häkli Helsingin Sanomien artikkelissa: Nordenskiöldin kansallisaarre pysyy pillossa. (Isohella 2000, B1)

Digitaalisuus tuo suuria ja mullistaviakin etuja julkaisutoimintaan. Ensinnäkin julkaistavan tiedon käsittely ja muokkaaminen käy entistä tehokkaammin ja taloudellisemmin. Julkaistava materiaali voidaan valmistaa yksinkertaisin menetelmin moneen ympäristöön sopivaksi ja tiedon jakaminen on nopeaa. (Sumiloff 1997, 18 sekä Aholainen 1999, 78-82)

Digitaalisuuden myötä myös pienten, jopa yksittäisten painosmäärien tuottaminen on mahdollista ja tietyissä tapauksissa taloudellisesti riittävän kannattavaa. Niin sanotun digitaalisen "on-demand" -tuottamisen etuna voidaan pitää myös sitä, että teoksia on mahdollista painaa varsinaisen painoksen jälkeen edullisesti milloin vain. Toiseksi digitaaliset julkaisumuodot lisäävät siis myös jo painettujen teosten uudelleenkäyttöä. Saman muotoon saatettua tietoa voidaan integroida monipuolisesti eri kanavien hyödynnettäväksi. Tulevaisuudessa tiedon voi vastaanottaa monen eri median kautta, jolloin digitaalisen informaation arvo kasvaa entisestään. Perinteisten kuvien käyttömahdollisuudet monipuolistuvat kuvien digitoinnin myötä. Kuvaa voidaan jakaa tehokkaammin ja uusia menetelmiä hyödyntäen asiakkaille. Modernin teknologian ansiosta kuvia voidaan yhdistää uusiin ympäristöihin, kuten esimerkiksi erilaisiin multi- tai hypermediajulkaisuihin. (Aholainen 1999, 78-82)

### **1.3. AIKAISEMPIA TUTKIMUKSIA JA PROJEKTEJA**

Suurten arkkitehtuuripiirustusten digitointia ei ole käsitelty suoranaisesti missään tavoittamissamme tutkimuksissa. Tässä luvussa esitellään Alvar Aalto -säätöillä syntyneiden digitointikokemusten lisäksi kaksi laajinta kulttuurihistoriallisen aineiston digitointiin perehtynyttä, tutkimusorientoitunutta projektia. Nämä projektit valaisevat olennaisesti tähän tutkielmaan liittyviä aikaisempia tutkimuksia ja projekteja kotimaassamme.

### 1.3.1. OMIA KOKEMUKSIA ALVAR AALTO -SÄÄTIÖN ARKISTOSSA

Alvar Aalto<sup>5</sup> on tunnetuin suomalainen arkkitehti ja hänen merkityksensä kansainvälisessä modernissa arkkitehtuurihistoriassa on kiistaton. Alvar Aallon kuoleman jälkeen toimistoa johti hänen vaimonsa arkkitehti Elissa Aalto. Arkkitehtitoimisto Alvar Aalto & Co toimi Elissa Aallon kuolemaan saakka vuoteen 1994. Tämän jälkeen toimisto ja toimistossa ollut materiaali piirustuksineen siirtyi Alvar Aalto -säätiön hallintaan. (ALVARAALTO.FI. Arkisto. 2001)

Alvar Aalto -säätiön piirustusarkisto on laajuudessaan ainutlaatuinen kokonaisuus yksittäisen arkkitehdin urasta. Se sisältää noin 200 000 originaalipiirustusta ja suunnitelmiin liittyviä dokumentteja vuodesta 1917. Laajasta kokonaisuudesta on kronologisesti arkistoituna ja tutkijoiden käytettävissä vasta osa, lähinnä ennen vuotta 1955 tehdyt piirustukset.

Jo järjestetyt piirustukset on valokopioitu A4 -kokoisiksi originaaliaineiston haurauden vuoksi ja niiden avulla voidaan seurata suunnittelutyön kehitystä ensimmäisistä luonnoksista lopullisiin detaljeihin kuluttamatta originaalipiirustuksia (fyysisesti). Originaalipiirustuksia voi päästä näkemään vain erikoistapauksissa. Osa piirustusarkistosta on myös mikrofilmattu.<sup>6</sup>

Tutkielman toinen kirjoittaja (Timo Sirviö) on työskennellyt Alvar Aalto -museon tutkimusassistenttina ja Alvar Aalto -säätiön tutkijana. Käytännön työhön on liittynyt piirustusten järjestelyä sekä kuvatoimitusta. Tämän lisäksi kuvatoimitus- ja digitointikokemusta on syntynyt erilaisista multimedialaisten tuotantoprojekteista, muun muassa Alvar Aalto -säätiön, Mindworks Oy:n ja OpuLens Oy:n yhteisprojektissa. Näiden projektien yhteydessä on syntynyt paitsi käytännöntietoa kulttuurihistoriallisen materiaalin digitoinnista myös digitoitua kuvamateriaalia. Tarkastelemme seuraavassa, millä tavalla näissä Alvar Aallon

---

<sup>5</sup> Alvar Aalto syntyi 3. heinäkuuta 1898 Kuortaneella ja kuoli Helsingissä 11. toukokuuta 1976.

<sup>6</sup> Tutkijan arkikokemus. Tutkimuksen toinen kirjoittaja Timo Sirviö on työskennellyt Alvar Aalto -museon ja -säätiön palveluksessa yhteensä kaksi ja puoli vuotta.

elämän työhön liittyvissä laitoksissa ja projekteissa on tuotettu digitaalista kuvamateriaalia arkkitehtuuripiirustuksista.

Piirustuksia on digitoitu muun muassa World of Alvar Aalto CD-ROM -projektia varten. Tämä CD-ROM tulee sisältämään yli kaksi tuhatta digitoitua kuvaa, joista puolet arkkitehtuuripiirustuksia. Pieni osa näistä piirustuksista on jo saatettu digitaaliseen muotoon edellä mainituista 9 x 12 kokoisista diakuvista, jotka otettiin Alvar Aalto -museon perusnäyttelyä ”Alvar Aalto. Arkkitehti.”<sup>7</sup> varten, osa kuvista digitoitiin aikaisemmin otetuista kinokokoisista diakuvista. Suuri osa piirustuksista jouduttiin jälleen valokuvaamaan ennen digitointia, koska piirustus materiaali oli kooltaan suurempaa kuin A3, lukuun ottamatta muutamia skissisiä.

Piirustukset, joita ei oltu vielä valokuvattu aikaisemmin ja jotka olivat suurempia kuin A3 -koko kuvattiin nyt rullafilmikameralla diafilmille. Piirustusten valokuvaus tapahtui myös tässä tapauksessa Alvar Aalto -säätioällä. Kuvausta varten järjestettiin tila, johon pääsi vain hiukan luonnonvaloa – varsinaisina valon lähteenä toimi studiosalamalaitteet. Osa näin otetuista diakuvista digitoitiin Scanmate 5000 -skannerilla ja osa Agfan DuoScan skannerilla.

Digitoiduista kuvista ylsivät silmämääräisesti katsoen parhaaseen laatuun suoraan originaalista digitoidut kuvat, toiseksi parhaaseen tulokseen päästiin 9 X 12 -koon diakuvien digitoinnilla. Kolme muuta menetelmää tuottivat vain tyydyttävän tuloksen, joista ehdottomasti kehuimman tuloksen antoi kinokokoisien diakuvan digitointi Agfa Duoscan -skannerilla. Tähän tulokseen on saattanut osaltaan vaikuttaa digitoinnissa tehdyt virheet, siksi arvioitavaksi valittiin digitoiduista kuvista parhaat. Tämä materiaali olisi sopinut tämän tutkimuksen pohjaksi, jos digitointiprosessit olisi dokumentoitu huolellisesti.

---

<sup>7</sup> Näyttelystä internet-osoitteessa: <http://www.alvaraalto.fi/museum/exhibitions.htm>. (ALVARAALTO.FI. MUSEO. Näyttelyt)

Nämä digitointikokemukset antavat selkeän vastauksen siitä, mitkä digitointiprosessit antavat parhaan tuloksen ja mitä kannattaa tutkia. Materiaali antaa myös selvän vastauksen siihen, että suurten arkkitehtuuripiirustusten digitointiprosessi käy liian hitaasti, silloin kun piirustukset ensin valokuvataan ja digitoidaan vasta sitten.

### 1.3.2. AIHEESEEN LIITTYVÄ AIKAISEMPI TUTKIMUS JA PROJEKTIT KOTIMAASSA

Kuvaprojekti 95 oli järjestyksessään toinen kotimainen kulttuurihistoriallisen materiaalin digitointiprojekti. Se toteutettiin Helsingin yliopiston kirjaston toimesta vuonna 1995 ja pyrki selvittämään kuva-arkiston perustamisen edellytyksiä. Vuoden 1994 projektin yhteydessä oli kokeiltu erityyppisten kuvien digitointia, joten originaalin laatuun liittyviin kysymyksiin ei tässä vaiheessa enää puututtu. Projektissa keskityttiin lähinnä kuvatietokantaratkaisujen tutkimiseen ja näin ollen tuloksista ei ole suoranaisesti hyötyä tälle tutkielmalle.

Rakennetun tietokannan tavoitekokoksi määriteltiin 150-200 kuvaa. Lopulliseksi tietokannan kooksi tuli 180 kuvaa. Helsingin yliopiston kirjaston aineisto kuvattiin yliopiston AV-keskuksessa 6 x 7 -diapositiiveiksi ja museovirastosta saatu aineisto tuli valmiiksi diapositiiveiksi kuvattuina. Aineiston digitointi suoritettiin teettämällä aineistosta PhotoCD-levyt. Sitä miten PhotoCD-levyt tuotettiin ei tutkimuksen raportit kerro. (Mustalammi, 1996)

Jokaisesta kuvasta tehtiin kolme eri tarkkuudelle talletettua versiota: selailukuva (256 x 384 pikseliä), työstokuva (512 x 768 pikseliä) ja korkearesoluutiokuva (1024 x 1536 pikseliä). Kuvat tallennettiin 24-bittisinä JPEG-formaatin kuvina lukuun ottamatta harmaasävykuvia, jotka tallennettiin 8-bittisinä. (Mustalammi, 1996) Kuvat ovat olleet tämän päivän mittapuun mukaan hyvinkin pienikokoisia.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Tarkimmat digitaalikamerat ylittävät tänä päivänä yli 3:n megapikselin tarkkuuteen, mikä tarkoittaa sellaisia kuva kokoja kuin 2560 X 2048 pikseliä.



Projektin johtopäätelmissä todetaan digitaalisen kuvan tuottamiseen ja esittämiseen käytettävän tekniikan kehittyvän kaiken aikaa. Uudet teknologiat kykenevät tuottamaan aiempaa parempilaatuisia jäljenteitä. Näistä lähtökohdista katsoen on pyrittävä digitoimaan materiaali kerralla riittävän korkealla resoluutiolla. Tällöin säästytään aineiston uudelleendigitoinnilta, silloin kun tekniikka on kehittynyt korkeammalle tasolle. Projektissa saatujen tulosten mukaan digitointi on nähtävä prosessina, jossa skannaus muodostaa vain yhden osa-alueen. Muita yhtä tärkeitä elementtejä tässä prosessissa ovat kuvan pakkaus, tallennus ja säilytys sekä verkkokäyttöön liittyvät ratkaisut. Raportin johtopäätelmien mukaan kuvien digitointimahdollisuuksia tulee tutkia ja pyrkiä löytämään taloudellinen ja pitkällä tähtäyksellä tarkoituksenmukainen tapa saattaa kuvamateriaalia digitaaliseen muotoon. (Mustalammi, 1996)

Muisti-projekti on opetusministeriön Suomi tietoyhteiskunnaksi -ohjelmaan osallistunut yhteishanke, jonka tavoitteena oli kotimaisen kulttuuriperinnön saattaminen käyttöön uuden tekniikan avulla. Hankkeeseen osallistuivat Helsingin yliopiston kirjasto, Kansallisarkisto, Museovirasto, Suomalaisen Kirjallisuuden Seura sekä Helsingin yliopiston Atk-keskus ja Helsingin yliopiston AV-keskus. Projektin kokonaistavoitteena oli mm. selvittää ja luoda toimiva palveluympäristö digitointia ja kuvankäsittelyä varten, kartoittaa käyttäjien reaktioita digitaalisen aineiston käyttöpalveluun sekä selvittää digitoinnin kokonaiskustannuksia. (Helggren - Pärssinen - Suhonen 1998, 5) Projektissa perehdyttiin myös digitointitekniisiin ratkaisuihin, eli siihen, mitä tämä tutkimus oleellisilta osin käsittelee.

Muisti-projektissa tutkittiin eri originaalityyppien (teksti ja kuva) digitointia. Eri aineistoille määriteltiin digitoinnin laatutaso ja tämän pohjalta projektia varten hankittiin joko tarvittavia laitteita tai ostettiin erinäisiä digitointipalveluja. Digitointilaitteistolle annettiin etukäteen mm. seuraavia yleissuosituksia (Helggren - Pärssinen - Suhonen 1998, 21):

1. Skannauksessa tulee saavuttaa painatuksen tarpeisiin riittävä tarkkuus. pienimmänkin tekstin tulee olla luettavaa.
2. Koska skannuksessa käsitellään hyvinkin monenmuotoisia aineistoja kuten paperioriginaaleja, dioja, mikrofilmejä, skannauslaitteistojen tulee soveltua erilaisten aineistojen digitointiin.
3. Skannauslaitteistolla tulee olla tuki GIF-, TIFF- sekä JPG-tallennusformaateille.
4. Menetelmä ei saa vahingoittaa alkuperäistä aineistoa.
5. Prosessin on oltava riittävän nopea.

Helsingin yliopiston kirjaston materiaalin digitointia varten hankittiin projektille skanneri. Skannerin hankinnalle asetettiin muun muassa seuraavia tavoitteita: Värisyvyyden tuli olla vähintään 30 bittiä ja todellisen tarkkuuden ainakin yhteen suuntaan 1200 dpi:tä.<sup>9</sup> Lukualue tuli olla A3 tai suurempi ja tämän lisäksi skannerista tuli löytyä diakansi, koska A3 -kokoa suurempien originaalien digitointi tuli tapahtumaan diafilmiltä. Helsingin yliopiston kirjastolla päädyttiin lopulta Agfa Horizon Ultra -skanneriin, joka oli tuolloin ainut markkinoilla oleva 1200 dpi:n ja 36 bitin värisyvyyteen pystyvä A3-koon skanneri. Muissa laitoksissa käytettiin tätä heikompi tasoisia laitteistoja. (Helggren - Pärssinen - Suhonen 1998, 22-23) Käytetyt työasemat olivat PC-pohjaisia. (Helggren - Pärssinen - Suhonen 1998, 24)

Muisti-projektissa Helsingin yliopiston kirjastossa digitoidut pintaoriginaalit digitointiin pääosin 300 dpi:n ja toisinaan 600 dpi:n tarkkuudella. Kuvat tallennettiin CD-R -levylle ja kuvista tehtiin pienemmät katselukuvat internetiin.

---

<sup>9</sup> Vertailun vuoksi korkealaatuinen lasertuloste on 600 dpi ja näytölle tulostetun kuvan 72 dpi. (Helggren - Pärssinen - Suhonen 1998, 22)

Nämä kuvat tallennettiin JPEG -formaattissa. (Helggren - Pärssinen - Suhonen 1998, 28)

Kokonaisuudessaan Muisti-projektissa tuotettiin verraten korkealaatuisia digitaalikuvia, ilman että pyrittiin taloudellisimpiin ratkaisuihin mm. skannaamalla kuvia vain harmaasävyissä tai muuten heikkoresoluutioisina. (Helggren - Pärssinen - Suhonen 1998, 30) Muisti-projektissa A3 -kokoa suuremmat dokumentit muun muassa kartat digitoitiin 120-kokoisista diakuvista. (Helggren - Pärssinen - Suhonen 1998, 31-32)

Johtopäätöksistä voidaan lukea digitoinnin olevan sekä työvoimavaltaista että kallista työtä, erityisesti silloin kun pyritään digitoinnin korkeaan laatuun. Huomiota on kiinnitetty myös digitointilaitteistojen nopeaan kehittymiseen. (Helggren - Pärssinen - Suhonen 1998, 34) Muisti-projektin johtopäätökset digitointiteknologian suhteen ovat kokonaisuudessaan laihat projektin suuruuteen nähden, vaikkakin projekti on ollut eräänlaista pioneerityötä kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden dokumenttien digitoinnissa.

#### **1.4. KUVAUSMALLIT**

Originaalin digitalisointi sisältää monia eri vaiheita, joihin vaikuttaa eri määrä eri tekijöitä. Jotta toisistaan poikkeavia menetelmiä voidaan vertailla luontevasti tulee niiden eri vaiheet ja prosessiin vaikuttavien tekijöiden panos kuvata mallilla. Hyvin valittu graafinen kuvausmalli sisältää suuren määrän informaatiota kompaktissa ja helposti sisäistettävässä muodossa. (Yourdon 1989, 34-40) Tässä kappaleessa syvennytään kuvausmalleihin ja arvioidaan niiden soveltuvuutta prosessin kuvaukseen.

##### **1.4.1. KUVAUSMALLIEN TEHTÄVÄT**

Kuvausmalli -termi on määritelty hyvin monella tavalla asiayhteydestä riippuen. Erään määrittelyn mukaan sillä tarkoitetaan abstraktia kuvausta todellisuudesta (Flynn 1992). Toisen mukaan malli on kohdemaailman joidenkin osien subjektiivinen kuvaus. (Tryfona - Hadzilacos 1996). Kolmas esitetty

määritelmä esittää mallin kohteena, jota käytetään helpottamaan ja mahdollistamaan jonkin toisen kohteen analyysia, suunnittelua ja/tai toteutusta (Leppänen 1994, 126-137).

Kuvausmallien keskeisimpinä tehtävinä on helpottaa kommunikaatiota, lisätä suunnittelijoiden ja käyttäjien ymmärrystä kohdejärjestelmästä ja vähentää sen monimutkaisuutta. Niitä voidaan käyttää myös järjestelmien keskeisten piirteiden esittämiseen, visualisointiin sekä varmistamaan, että suunnittelija on ymmärtänyt oikein käyttäjän ympäristön ja dokumentoinut sen riittävän tarkasti. (Kahelin & Kuokka 1997, 95-98, Yourdon 1993, 8-47 sekä Rumbaugh 1991)

#### 1.4.2. HYVÄN KUVAUSMALLIN OMINAISUUDET

Hyvä kuvausmalli sisältää seuraavia ominaisuuksia ja vaatimuksia. Onnistunut kuvausmalli havainnoi ongelman kriittiset näkökulmat samaan tiiviiseen kuvaan. Samalla se nostaa esille ongelma-alueen keskeiset piirteet riittävällä tarkkuudella. Mahdollistaa relevanttien asioiden tehokkaan erottamisen ja yksinkertaistamisen suuremmasta joukosta. Hyvä kuvausmalli on lukijalle selkeä ja helppolukuinen. Hyvä notaatio mahdollistaa nopean toteuttamisen ja muuttamisen. Samalla sitä tulee pystyä tarkentamaan haluttaessa eikä hyvä kuvausmalli sisällä liikaa toistoa. Määrittelyvaiheessa käytettävälle kuvausmallille voidaan lisäksi asettaa seuraavanlaisia erityisvaatimuksia. Ensinnäkin mallin on pysyttävä riittävän abstraktilla tasolla eikä se saa sisältää yksityiskohtia tiedon esityksestä eikä varsinaisesta tuotoksesta. Toiseksi mallissa tulee käyttää käyttäjien kieltä ja käsitteitä, jotta he kykenevät vaivatta ymmärtämään kuvauksia. Näiden lisäksi hyvä kuvausmalli on helposti omaksuttavissa ja laajennettavissa tarpeen mukaan.

(Yourdon 1989, 8-47, Flynn 1992)

#### 1.4.3 MALLIEN YLEISIÄ LUOKITTELUPERUSTEITA

Kuvattavaa järjestelmää varten on olemassa kuvausmalleja, jotka voidaan luokitella monella tavoin. Luokittelut voivat perustua mallin näkökulmaan, käytettyyn kuvaustapaan tai kehittämisvaiheeseen, jota malli tukee.

Mallin näkökulma voi olla tieto, toiminto -tai organisaatiokeskeinen tai järjestelmän käyttäytymistä kuvaava. Toimintokeskeinen näkökulma tarkastelee järjestelmässä suoritettavia prosesseja sekä näihin liittyviä tietovirtoja. Tietokeskeinen näkökulma kuvaa prosessien käsittelemiä ja tuottamia tietoja. Se sisältää tietokohteiden rakenteet sekä niiden väliset suhteet. Organisaationaalinen näkökulma esittää prosessien suorittajat ja suorituspaikat. Se kuvaa tietokohteiden välittämiseen käytettävät fyysiset kommunikointimekanismit sekä tietojen tallennuspaikat. Järjestelmän käyttäytymistä kuvaavassa näkökulmassa tarkastellaan tapahtumien ja toimintojen aikaan perustuvaa suorittamisjärjestystä. (Curtis 1992, 75-90)

Kuvaustavan mukaan luokitellessa mallit voidaan jakaa graafisiin, taulukko, kehys- ja tekstipohjaisiin esityksiin. Esimerkkejä graafisista malleista ovat ER -malli ja tietovirtakaavio, taulukkopohjaiset tilasiirtymä- ja toimintotaulut, kehyspohjaisista määrämuotoiset lomakkeet sekä tekstipohjaisista formaalit sanalliset kuvaukset (Yourdon 1993, 8-47).

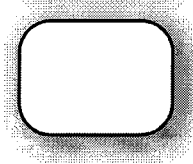
Luokitellessa malleja kehittämisvaiheen mukaan ne voidaan jakaa ominaisuuksiensa perusteella analyysi-, suunnittelu- tai toteutusvaihetta tukeviin. Esimerkiksi tietokeskeisessä lähestymistavassa mallit jaetaan kehittämisvaiheen mukaan semanttisiin, loogisiin ja fyysisiin malleihin (Tryfona - Hadzilacos 1996).

#### 1.4.4. KÄYTETTY KUVAUSMALLI JA NOTAATIO

Tätä tutkimusta varten loimme oman mallin, joka sisältää ominaisuuksia sekä user case että vuokaavio -malleista. Tähän päädyimme, koska tarjolla olevat mallit ja työkalut eivät vastanneet täysin lähtökohtiamme arkkitehtuuripiirustusten erityislaatuisten ominaisuuksien kuvaamiseen. Halusimme selkeän kuvausmallin, joka pystyisi tiivistetysti havainnoimaan eri järjestelmien eri vaiheet ja prosessiin vaikuttavien tekijät. Luodulla notaatiolla

saimme samaan kuvaan kunkin järjestelmän / prosessin sisältävät muuttujat selkeästi esitetyksi.

Seuraavassa esitetään kuvausmallissa käytettävät keskeiset käsitteet ja notaatio. Keskeisiä käsitteitä ovat:



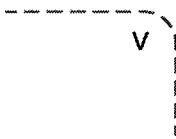
= Dokumentti (arkkitehtuuripiirustus) esiintyy eri muodoissa digitointiprosessin eri vaiheissa



= ihminen = inhimillinen tekijä ja aktiivinen toimija

---▶ = muodon (formin) muutos

↔ = piirustuksen ja sen kokijan välinen suhde



= katkoviiva rajaa dokumentin vastaanottajaryhmän (V)

## 1.5. KULTTUURIHISTORIALLISTA ARVOKKAAN ARKKITEHTUURIPIIRUSTUKSEN DIGITOINTIPROSESSIN MALLI

Tässä luvussa pyritään pohtimaan teoreettisesti sitä kenttää, missä arkkitehtuuripiirustuksen digitointi tapahtuu. Tarkoituksena ei ole selvittää tätä kenttää kokonaisuudessaan, vaan esitellä mahdollisia museoesineen dokumentointimenetelmiä sekä originaalien arkkitehtuuripiirustusten, että niiden jäljennösten merkitystä erilaisista konteksteista toimiville piirustuksen vastaanottajille. Nämä erilaiset vastaanottamistavat tulevat merkityksellisiksi kun pohditaan miksi ja kenelle arkkitehtuuripiirustuksia jäljennetään ja mitä vastaanottajan tarpeita jäljennöksen tulee täyttää. Hahmottaessamme kyseistä kenttää omien kokemusten (Alvar Aalto -säätöillä) valossa – huomasimme arkkitehtuuripiirustuksella ja sen kopioilla olevan paitsi monta fyysistä

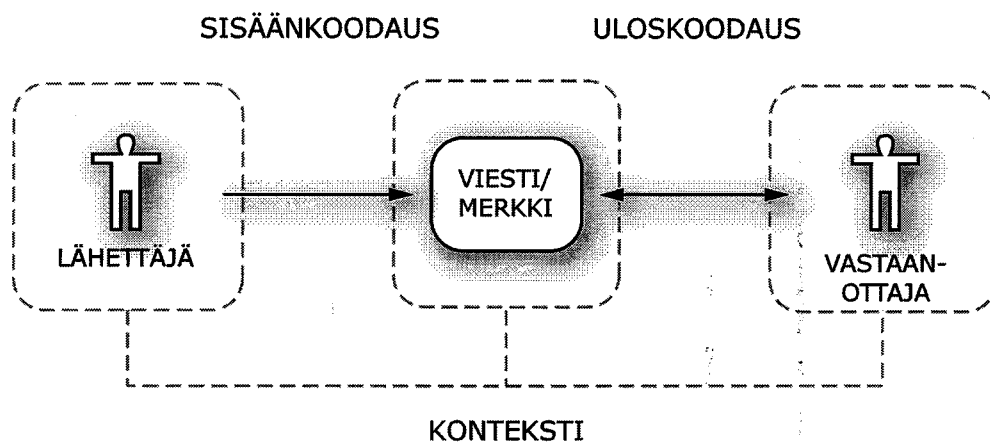
olomuotoa, myös useita eri merkityksiä riippuen siitä, missä kontekstissa tätä kuvaa eli merkkiä katsotaan.

Selvittääksemme arkkitehtuuripiirustuksen teoreettista taustaa, tutustuimme taiteen olemusta ja ainutlaatuisuutta (originaaliutta) valottaviin teorioihin, kuten Beardsleyn esteettistä elämystä painottavaan taidekäsitykseen (Beardsley 1982 sekä Beardsley 1983) sekä Dickien institutionalistiseen taiteen teoriaan (Dickie 1974). Nämä teoriat eivät kuitenkaan sopineet kuvaamaan arkkitehtuuripiirustuksella olevia tiedollisia ja viestinnällisiä arvoja. Semioottispuolisista teorioista tutustuimme Morris Weitzin semioottiseen merkkiteoriaan (Weitz 1971) sekä Otto Böhlerin ja Roman Jakobsonin esteettisten funktioiden malleihin (Vuorinen 1997, 189-190). Edellä mainitut ovat hyvin lähellä Lauri Olavi Routilan (Routila 1986) esteettistä prosessia kuvaavaa teoriaa. (Vuorinen 1997, 124-125) Erityisesti Weitzin teoria Kaikista tutustumistamme teorioista parhaiten ”käyttötarkoituksemme” vastasi ”lukijan genren” -käsite sekä Routilan esteettistä prosessia kuvaava teoria, joista kerromme seuraavassa lisää ja joita käytämme pohjana teoreettisessa mallissamme arkkitehtuuripiirustuksen tiestä.

Aluksi yritimme hahmottaa piirustuksen eri näkemis- ja tulkintatapoja ”lukijan genren” -käsitettä ja -teoriaa käyttäen. Lukijan genrellä tarkoitetaan Tommi Niemisen mukaan sitä, mikä sisällytetään teosten joukkoon.<sup>10</sup> Havainnoidessaan jotain tällaista piirustusta, katselija, tutkija, museovieras ja niin edelleen – käyttää tulkintakehyksenä toisia teoksia, joista kulloinkin sosiaalisesti aktiiviset – ei pelkästään katselijan henkilökohtaiset luokittelut – ovat genrejä. Periaatteessa minkä tahansa voi kokea minä tahansa genrenä, eli katselija voi nähdä jonkun sellaiseen piiriin kuuluvaksi, mihin sitä ei välttämättä laajemmassa yhteydessä sijoitettaisi. (Nieminen 1996, 44) Genren käsite sekoittuu kumminkin helposti sanan arkipäiväiseen merkitykseen, siksi hylkäsimme tämän käsitteen ja sen sijaan käytämme käsitettä vastaanottajatyypit, hylkäämättä ”lukijan genre” -teoriaa sinänsä. Erityisesti

taidekentässä liikkeessamme<sup>11</sup> edellä kuvattu genren käsite voi sekoittua helposti genren käsitteeseen sen yleisemmässä merkityksessä lajina ja lajityyppinä. Jos puhutaan samassa yhteydessä esimerkiksi elokuvan yleisemmästä genrestä (Film Noir), että elokuvan katselijan genrestä. Myös edellä mainittu, kuvan ”sisäänlukeminen”<sup>12</sup> on hankala käsite, koska se sekoittuu helposti kuvanlukuprosessiin eli skannaukseen. Sen sijaan käytämme käsitettä uloskoodaus, jota selvittelemme seuraavassa luvussa.

Kuva 1. VIESTIN ELI MERKIN OLEMINEN



Hahmotelmamme arkkitehtuuripiirustuksen ja sen jäljennösten merkityksien uloskoodauksesta pohjaa paitsi edellä kuvattuun lukijan genreen myös Lauri Olavi Routilan taideteoksen olemista selittävään teoriaan, jonka voi lukea kuuluvaksi semioottisen katsantokannan piiriin. Routila lähtee purkamaan taideteoksen ontologiaa siitä perusolettamuksesta, että taideteos on eräänlainen merkki, joka ”tarkoittaa”, ”ilmaisee”, ”merkitsee” tai ”sanoo” jotakin. (Routila 1986, 48) Samoin hän näkee, että tällä merkillä on tekijä ja vastaanottaja, jotka kumpikin ovat sidoksissa kontekstiinsa. Sekä ”antava” tekijä

<sup>10</sup> Tässä tapauksessa sisäänlukeminen tapahtuu arkkitehtuuripiirustusten ja niiden jäljenteiden joukkoon.

<sup>11</sup> Siihen kenttään pro gradu -tutkielmamme olennaisilta osin myös kuuluu.

<sup>12</sup> Nieminen käyttää sanaparia ”lukea sisään”, mikä tässä yhteydessä olisi kuvan lukemista sisään. (Nieminen 1996, 44.)



että "saava" vastaanottaja osallistuvat esteettiseen tapahtumaan omista ympyröistään, omista sosiaalisista ja historiallisista todellisuuksistaan. (Routila 1986, 57) Olemme lainanneet Routilan esteettistä prosessia kuvaavaa kaaviota (Routila 1986, 57 sekä Routila 1995, 109) ja lisännyt siihen uudet käsitteet. Edellä olevalla kaaviokuvalla (kuva 1.) pyrimme havainnollistamaan sitä kenttää, missä arkkitehtuuripiirros tai sen jäljennös (viesti, merkki) saa merkityksiä, suhteutuu kulloiseenkin kontekstiin ja uloskoodataan. Kuvatun kaltaista mallia käytetään semiotiikassa usein hiukan erilaisin käsittein ja käsiteparein varusteltuna.<sup>13</sup> Käsiteparilla sisäänkoodaus ja uloskoodaus<sup>14</sup> kuvataan niitä prosesseja, joissa arkkitehtuuripiirustus tai sen jäljennös saa ja antaa merkityksiä lähettäjän ja vastaanottajan toimesta. Käsitepari vastaa Routilan käyttämää käsiteparia "antaa" ja "saa" (Routila 1986, 57). Sisäänkoodaus on merkityksen antamista ja uloskoodaus merkityksen "saamista" sekä "ottamista". Tärkeää on huomata, että korostamme arkkitehtuuripiirustuksen vastaanottajan aktiivista roolia.

seuraavissa luvuissa esitellään rakentamamme arkkitehtuuripiirustuksen digitoinnin kokonaismalli, missä arkkitehtuuripiirustus, sen analogiset ja digitaaliset jäljennökset sekä piirustuksen lopulliset käyttäjät ovat olemassa. Tämä malli on syntynyt edellä kuvattuihin teorioihin tukeutuen. Mallin tarkoituksena on ilmentää arkkitehtuuripiirustuksen digitoinnin kokonaisalue ja ne vaikuttimet, jotka määräävät muun muassa digitoinnin laatuvaatimuksia. Eri digitointi järjestelmien prosessimallit on esitelty luvuissa 2.4.1 -2.4.5 ja pohjautuvat samaan notaatioon.

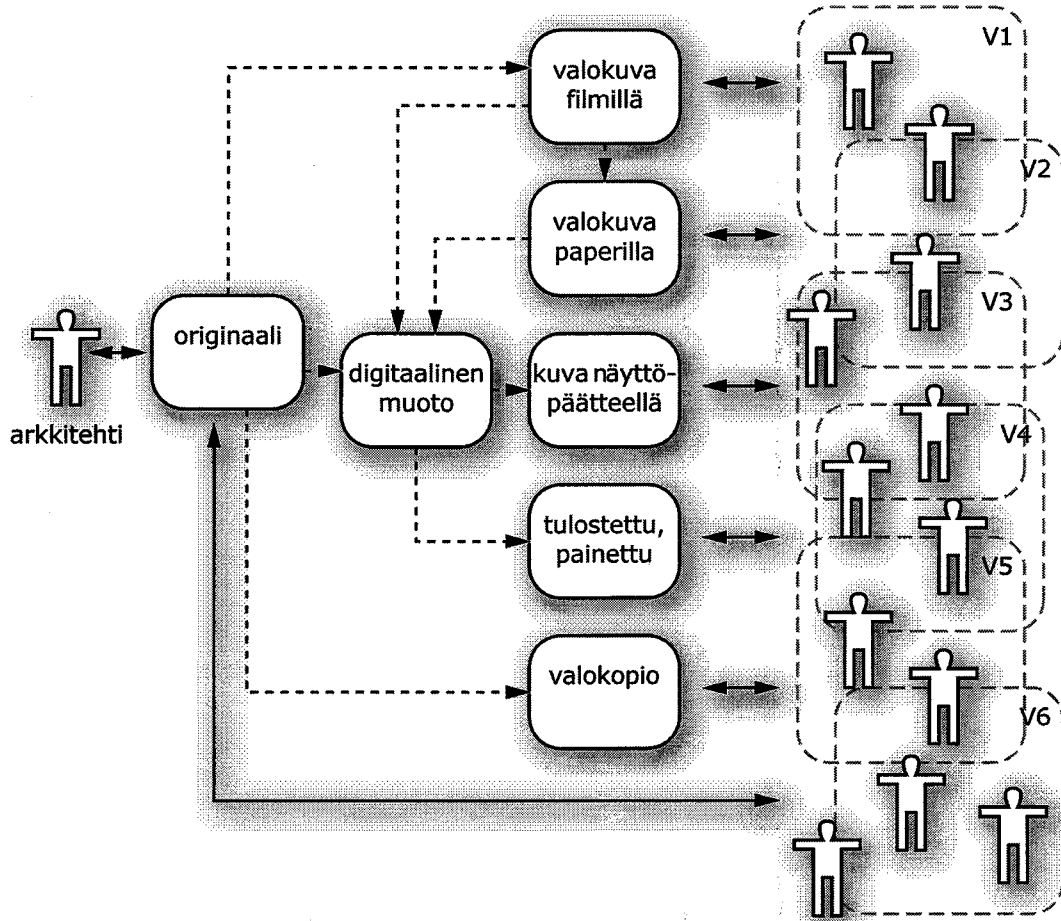
---

<sup>13</sup> Paitsi Routilan, myös esimerkiksi Otto Bühlerin ja Roman Jakobsonin esteettisten funktioiden mallit. Bühlerin mallissa on 6 funktiota: lähettäjä, viesti, koodi, konteksti, kontakti, vastaanottaja, johon Jacobson lisäsi faattisen, metakielellisen ja poeettisen funktion. (Vuorinen 1997, 189-190) Myös Riitta Brusila käyttää vastaavanlaista kaaviota hahmottaessaan muotoilun viestiä ja kommunikaatiota. (Brusila 2000, 43.)

<sup>14</sup> Riitta Brusila käyttää omassa kaaviossaan (katso edellinen viite) nimenomaan näitä kahta koodauksen käsitettä, ilman että hän avaa niiden merkityksiä selkeästi tekstissään. (Brusila 2000, 43)

## 1.5.1. PIIRUSTUS SYNTYY

Kuva 2. ARKKITEHTUURIPiIRUSTUKSEN TIE



Kuvassa on vasemmalla arkkitehti joka on piirtänyt piirustuksen, joka on nimetty kaavioon originaalina. Originaalista tehdyt jäljennökset (digitaaliset ja analogiset) on merkitty originaalin oikealle puolelle ja piirustuksen käyttäjät ja katselijat (V1-V6) oikeaan reunaan. Kuvan notaation selitykset:

V1 = Rakentajat, suunnittelijat, joille piirustus toimii kaavana ja/tai kommunikaation välineenä.

V2 = Museon ja arkiston henkilökunta, joille originaalipiirustus on tuleville sukupolville säilytettävä artefakti.

V3 = Tutkijat, joille piirustus on todistuskappale historiasta.

V4 = Arkkitehdit ja muut suunnittelijat, joille piirustus on uusien ideoiden lähde.

V5 = Yleisö, jolle piirustus esteettistä, tiedollista tai muuta mielihyvää tuottava dokumentti.

V6 = Yleisö, jolle piirustus tuottaa 'originaalista mielihyvää'.

---> = formin muutos

—> = piirustuksen ja sen kokijan välinen suhde

Kuvassa käytetyt notaatio selvitetään tarkemmin luvussa 1.4.4. ja käsitteet seuraavissa luvuissa sivuilla 28-33.

Arkkitehti on piirtänyt piirustuksen, jonka alkuperäinen tarkoitus on ollut olla avuksi muille suunnittelijoille, kuten esimerkiksi toisille projektissa työskennelleille arkkitehdeille ja insinööreille sekä rakentajille rakennustyömaalla. Piirustus on toiminut tässä vaiheessa sekä työkaluna, kommunikaatiossa toisten suunnittelijoiden välillä että kaavana rakentajille.

### 1.5.2. PIIRUSTUS ARKISTOIDAAN

Ajan kuluessa arkkitehtuuripiirustuksen historiallinen tai kulttuurihistoriallinen merkitys on saattanut lisääntyä niin, että piirustukset siirretään, ostetaan tai lahjoitetaan arkistoon tai museoon, missä piirustuksia säilytetään menneen ajan artefakteina – olevia ja tulevia sukupolvia varten.<sup>15</sup> Kun jokin esine museoidaan tai arkistoidaan valtion, kunnan tai muun sellaisen yhteishyödyllisen järjestön tai säätiön toimesta, tapahtuu esineen arvossa nousu. Esine, tässä tapauksessa arkkitehtuuripiirustus ei ole enää mikä tahansa esine, vaan osa kansakunnan virallista historiaa.<sup>16</sup> Piirustukselle on syntynyt näin uusi merkitys – tai oikeammin merkityksiä, jotka eroavat selkeästi sen alkuperäisestä tehtävästä työkaluna ja kaavana.

### 1.5.3. ORIGINAALI JA SEN JÄLJENNÖKSET

Jossain vaiheessa arkkitehtuuripiirustus halutaan mahdollisesti laittaa esille, julkaista joko elektronisesti, tulostettuna tai painettuna - tai siitä on jostain muusta syystä tarpeellista saada jäljennös esimerkiksi dokumentointia varten. Tällöin piirustus on joko valokopioitava, valokuvattava tai digitoitava. Silloin kun piirustus julkaistaan kirjassa, lehdessä tai elektronisesti esimerkiksi internetissä, on piirustus digitoitava nykyisiä taitto- ja painotyökaluja varten joko aikaisemmin otetusta valokuvasta tai suoraan originaalista.

---

<sup>15</sup> Yleisesti hyväksytyyn kansainväliseen määritelmän mukaan museon tehtävä on tallentaa, säilyttää, tutkia ja pitää näytteillä tutkimusta ja opetusta varten sekä mielihyvää tuottaakseen aineellista todistusaineistoa luonnon ja ihmisen kehityksestä. Sama pätee arkistoihinkin, joiden säilytettävänä on asiakirjat, kirjeet ym. vastaavat dokumentit. (Heinonen - Lahti 1996, 260)

<sup>16</sup> Virallisella historialla tarkoitetaan tässä, sitä historiaa, joka kirjataan kirjoihin ja kansioihin, erotukseksi siitä, mikä jää sen ulkopuolelle.

Piirustuksella ja sen jäljennöksillä voidaan näin ajatella olevan 7 erityyppistä fyysistä olomuotoa, jotka on esitetty keskellä kuvassa 2 (s. 26):

1. Originaalipiirustus
2. Valokuva filmillä (dia-, negatiivi- ja myös mikrofilmi)
3. Paperille vedostettu valokuva
4. Digitaalinen muoto, tietokoneen muistissa (ykkösinä ja nollina)
5. Piirustuksen kuva julkaistuna näytöllä (pikseleinä)
6. Painettu tai tulostettu paperille (muste tai muu väriaine paperilla)
7. Valokopio originaalista.

#### 1.5.4. MERKITYSTEN VASTAANOTTAJAT

Kaavion (kuva 2., s. 26) oikeaan reunaan on kuvattu piirustuksen vastaanottajia eli uloskoodaajia. Nämä vastaanottajat ovat kosketuksissa piirustuksen tai sen mahdollisten jäljenteiden kanssa. Vastaanottajat (V) olemme jakaneet kuuteen ryhmään sen mukaan millaisena välineenä, viestinä, koodina, merkkinä arkkitehtuuripiirustuksen originaali tai sen jäljenteet toimivat kyseiselle vastaanottaja tyypille ja millaisia merkityksiä nämä ryhmät uloskoodaavat näistä kuvista.

V1 - Rakentajat, insinöörit ja toiset arkkitehdit, joille piirustus toimii kaavana ja/tai ohjeistuksena heidän toiminnalleen, kuten nuotit muusikolle. Suunnittelijat käyttävät piirustusta myös keskinäisen kommunikaation välineenä esimerkiksi silloin, kun ajatusta jostain muodosta on vaikea tai mahdotonta pukea sanoiksi.

V2 - Museon ja arkiston henkilökunta, joille originaalipiirustus on tuleville sukupolville säilytettävä artefakti, originaali. Tällä vastaanottaja tyypillä

viittaamme museon ja sen henkilökunnan yhteiskunnalliseen tehtävään.<sup>17</sup> Myös jäljennös voi olla informaatioarvonsa vuoksi tällaisten intentioiden kohde.<sup>18</sup>

V3 - Tutkijat, joille piirustus tai sen jäljennös on todistuskappale jostain historiallisesta tapahtumasta. Tutkija haluaa löytää piirustuksesta jotain sellaista informaatiota, mikä vie hänen tutkimustaan eteenpäin. Tutkija voi lähestyä piirustusta myös artefaktina esimerkiksi silloin, kun tutkija tarkastelee piirustuksessa käytettyjä medioita, esimerkiksi käytettyjä väripigmenttejä tai paperinlaatua.

V4 - Arkkitehdit ja muut suunnittelijat, joille piirustus tai sen kopio on uusien ideoiden lähde. Arkkitehdit hakevat joko tietoisesti tai tietämättään vaikutteita toisten arkkitehtien työstä – piirustukset toimivat inspiraation lähteenä. Arkkitehtuurilehdet ja -kirjat tuskin sisältäisivät kuvia, jos tätä näkökulmaa ei olisi olemassa.

V5 - Yleisö, jolle piirustus tai sen kopio on esteettistä, tiedollista tai muuta mielihyvää tuottava dokumentti. Tämä luokka sisältää arkkitehtuuripiirustuksen tai sen jäljennöksen kokemisen esimerkiksi näyttelyssä tai arkkitehtuurilehden sivulla, jossain muussa mielessä kuin seuraavan vastaanottajatyypin (V6) "auraattisessa" mielessä. Tärkeätä on nimenomaan mielihyvän hakeminen, vaikka juuri esteettisen kautta.

V6 - Yleisö, jolle piirustus tuottaa 'originaalista mielihyvää'. Originaalin Mona Lisan näkeminen tuottaa erilaisen elämyksen – erilaista mielihyvää – kuin kyseistä teosta esittävä postikortti, joka puolestaan pystyy antamaan edellä mainittuun tyyppiin (V5) kuuluvaa mielihyvää. Walter Benjamin kuvaa mielestämme tätä aspektia "originaalisesta mielihyvästä" osuvasti auran

---

<sup>17</sup> Viittaamme tässä taas yleisesti hyväksytyyn kansainväliseen määritelmään, jonka mukaan "museon tehtävä on tallentaa, säilyttää, tutkia ja pitää näytteillä tutkimusta ja opetusta varten sekä mielihyvää tuottaakseen aineellista todistusaineistoa luonnon ja ihmisen kehityksestä." Sama pätee myös arkistoihin, joiden säilytettävänä on asiakirjat, kirjeet ym. vastaavat dokumentit." (Heinonen - Lahti 1996, 260)

<sup>18</sup> Standertskjöld ei viittaa suoraan jäljennökseen, vaan kertoo piirustuksen informaatioarvon olleen Alvar Aalto -arkistoa perustettaessa suurempi kuin aitousarvo. (Standertskjöld 1993, 10-11)

käsitteellään. Benjaminin mukaan teoksen aura on sitoutunut originaalin ainutkertaiseen olemassaoloon. Teos sijaitsee ajassa ja paikassa - siihen sisältyvät kaikki muutokset, minkä se on vuosien saatossa saanut kokea artefaktin syntymisestä lähtien. Täydellisimmästäkin jäljennöksestä jää uupumaan originaalin aika ja paikka. (Benjamin 1983, 140-142) Benjaminin auran-käsite ja siihen liittyvä jäljentämisen kritiikki (Benjamin 1983, 141-143) – jäljentäminen tuhoaa teoksen auran – ovat vaikeuksissa, kun puhutaan valokuvauksesta taiteen muotona ja siksi hänen teoriansa on saanut paljon kritiikkiä<sup>19</sup>. Valokuvauksen tekniikkahan sallii tuottaa filmistä jäljennöksiä ja toisaalta valokuva on myös ympärillä olevan ja nähtävän luonnon jäljentämistä. Joka tapauksessa auran-käsite sopii kuvaamaan tässä tutkielmassa originaaliuden ilmiötä vastaanottajan näkökulmasta.

Yhdysvaltalaisen valokuvaajan, Sherrie Levinen kuuden valokuvan sarja alastomasta nuorukaisesta on herkullinen esimerkki jäljennöksen ja originaalin suhteesta. Levine oli kuvannut tai oikeammin ”jäljentänyt” Edward Westonin kuuluisan kuvasarjan pojastaan Neilistä. Kuvat oli otettu erään gallerian julkaisemasta julisteesta. Tekijänoikeuslain mukaan kuvat kuuluivat luonnollisesti Westonille eli myöhemmin hänen perikunnalleen. Levine on kertonut myöhemmin, että eräs hänen tuttavansa oli Levinen valokuvat nähdessään halunnut valtavasti nähdä ”originaali” eli Westonin ottaman kuvasarjan. (Crimp 1990, 147) Tämä on hyvä esimerkki edellä kuvatusta benjaminilaisen auran kaipuusta, johon tutkimuksen toinen kirjoittaja on törmännyt Alvar Aalto -säätöillä työskennellessään. Arkkitehtuurin tutkijat tulevat Espanjasta, Italiasta, Yhdysvalloista... tutkimaan Aallon piirustuksia ja jokainen haluaa nähdä vain originaaleja, vaikka samoista piirustuksista olisi useita ja hyvätasoisia värikuvia, laserkopioita tai valokopioita 1:1. Monet tutkijat ovatkin kesyttäneet useita kertoja Alvar Aalto -säätöiden henkilökunnan ja saaneet nähdä ja uloskoodata haluamansa. Tämä osoittanee, että originaaliudella on todella suuri arvo, vaikka sitä onkin vaikea selittää.

---

<sup>19</sup> Muun muassa Douglas Crimp. (Crimp 1990,141)

Kuvan 2. (s. 26) vastaanottajatyypit eivät välttämättä kata kaikkia arkkitehtuuripiirustuksen uloskoodaustapoja, mutta esimerkinomaisesti valottavat originaalin teoksen ja sen jäljennösten erilaisia uloskoodauksia. Kuten edellä todettiin, mikä tahansa voi toimia minkä tahansa ryhmän edustajana. Galleristi tai antiikkikauppias saattaisivat nähdä piirustuksen esimerkiksi taloudellisena voittolina ja niin edelleen. Kuten edellä käyvistä esimerkeistä paljastuu uloskoodaus ja sen tulos ovat riippuvaisia sekä siitä, missä kontekstissa vastaanottaja saa koodin että toisaalta siitä, mikä uloskoodattavaksi tarjottu koodi on.

Esitetyistä vastaanottajatyypeistä museon, museon henkilökunnan (V2) ja toisaalta originaalista mielihyvää tavoittelevat intressit (V7) ovat sellaisia, jotka vaativat originaalipiirustuksen läsnäoloa. Museon henkilökunnan tapauksessa originaaliudella on erityinen tehtävänsä, sillä museoiden- ja arkistojen tehtävä ei ole säilöä kopioita, vaan nimenomaan originaaleja dokumentteja ja/tai esineitä. Originaaliutta tarvitsevien ryhmään kuuluvat myös tutkijat (V3), joille piirustuksen mediumilla saattaa olla merkitystä, esimerkiksi silloin kun tutkijalle on tärkeää tietää millaiselle paperille arkkitehti on piirtänyt kyseisen piirustuksen. Silloin kun tutkija tutkii esimerkiksi piirustuksen muotoja tai piirustuksen sisältämää informaatiota, ei tutkimuskohteen originaaliudella ole enää sellaista käyttöä.<sup>20</sup> Tärkeää on jäljennöksen tarpeeksi korkea laatu ja toiseksi se, että tutkija voi luottaa jäljennöksen olevan nimenomaista originaalia vastaava.

Muut vastaanottajatyypit eivät ole 'originaalin' kanssa tekemisissä olemiselle niin sidonnaisia. Esimerkiksi vanhojen rakennusten restaurointia suunnitteleville arkkitehdeille (V1) ei ole työssään väliä, onko piirustus originaali vai ei, koska hän ei katso, näe tai halua uloskoodata piirustusta historiallisesti arvokkaana,

---

<sup>20</sup>Arvio perustuu allekirjoittaneen omaan arkikokemukseen Alvar aalto -säätöillä. Säätöön piirustusarkistosta on saatavilla valokopioina Aallon kokotuotanto 50-luvun loppupuolelle saakka ja näin originaaleja annetaan tutkijoiden käyttöön vain harvoissa tapauksissa. Myös Standertskjöld viittaa informaatioarvon olleen samanlailla merkittävä kuin aitousarvon Aallon -arkiston perustamisvaiheessa. (Standertskjöld 1993, s. 10-11.)

vaan nimenomaan kaavana tai työkaluna. Toisin sanoen originaali tai edes konkreettinen piirustus paperilla ei ole rakennustyömaalla olennaista, vaan nimenomaan piirustuksen antama informaatio esimerkiksi siitä, kuinka jokin yksityiskohta tehdään. Tässä mielessä piirustusta voidaankin verrata nuotteihin – musiikkiesitys ei huonone vaikka nuotit olisivatkin jäljennöksiä, riippuen tietysti siitä onko jäljennöksen laatu yhtä ymmärrettävä kuin originaalin. Samaan tapaan tyypeissä V1, V3, V4 ja V5 oleville vastaanottajille ei ole olennaista piirustuksen originaalius tai auraattiset arvot sinänsä, vaan piirustuksen antama informaatio, jonka myös tarvittavan hyvä jäljennös, analoginen tai digitaalinen voi antaa.

Erilaiset uloskoodaustyytit eivät myöskään sulje pois toisiaan. Esimerkiksi arkkitehti voi nähdä piirustuksen monessa eri merkityksessä, riippuen hänen kulloisestakin roolistaan ja intentioista piirustusta kohtaan. Hän voi olla paitsi arkkitehti myös tutkija tai osa laajaa yleisöä, joka katselee piirustusta tai sen kopiota mielihyvää kokeakseen. Tarkoituksena on erottaa arkkitehtuuri-piirustuksen merkityksien muutokset riippuen kulloisestakin piirustuksen käyttötarkoituksesta sekä teoksen että sen kokijan konteksteista. Tämä on mielestämme olennaista silloin kun käsitellään originaalin ja sen jäljennöksen suhdetta. Toisille piirustuksen originaalius on arvo sinänsä, toisille sen sisältämä informaatio.

Piirustuksen erilaiset uloskoodaustavat voidaan siis nähdä myös kontekstuaalisina eroina. Piirustuksen näkeminen uudessa kontekstissa muuttaa piirustuksen merkitystä, samaan tapaan kuin Duchampin pisoari voidaan nähdä taideteoksena kun se on asetettu uuteen erilaiseen yhteyteen. (Routila 1985, 7, 32-35) Piirustuksen uloskoodaukseen vaikuttaa varmasti se, nähdäänkö piirustus rakennustyömaalla, riippumassa kehystettynä MoMA:n eli Museum of Modern Artin (New York) seinällä, internetin välityksellä kodin näyttöpäätteellä vai aikakauslehteen painettuna kahvilan pöydässä.



## 1.6. KESKEISTEN KÄSITTEIDEN ESITTELY

### 1.6.1. DIGITAALISUUS

Latinan sana digitus tarkoittaa sormea. Sanan alkuperäinen merkitys havainnollistaa mistä digitaalitekniikassa on kyse. Ennen laskimien keksimistä laskettiin sormia apuna käyttäen binääri- eli kaksijärjestelmällä. Sormia pidettiin joko ojennettuina tai koukistettuina, jolloin ne symboloivat digitaalitekniikan perusarvoja: on/ei tai 1 ja 0. (Hallberg 1985, 18)

Sanatarkasti digitaalitekniikka tarkoittaa numeromuotoon muutetun analogisen tiedon elektronista käsittelyä. Tätä ei pidä ymmärtää siten, että kaikki digitaalilaitteet käsittelevät vain numeroita, sillä nykyaikaiset tietokoneet kykenevät käsittelemään myös tekstiä, ääntä ja kuvaa. Viime vuosina kaikkia informaation muotoja on alettu prosessoimaan digitaaliseen muotoon, tavuiksi, joita tietokone kykenee käsittelemään.

Bitit (b, bit) ja niiden muodostamat tavut (B, Byte) ovat tietokonetiedon tallennuksen mittayksikkö. Bitti on tiedon määrän pienin mahdollinen yksikkö eli binaarinumero 0 tai 1. Tavuksi kutsutaan määrämittaista, 8-bittistä bittijonoa, joka tavallisesti esittää yhtä numero-, kirjain- tai erikoismerkkiä. (Volotinen 1996, 47)

Koska digitaalitekniikka perustuu numeromuotoisen tiedon käsittelyyn, joudutaan siinä tekemisiin binaari- ja heksadesimaalijärjestelmän lukujen kanssa. Binääriluvun bitit oikealta vasemmalle lukien tarkoittavat sitä, kuinka monta (=yksi vai ei yhtään) ykköstä, kakkosta, nelosta, kahdeksikkoa, kuuttatoista jne. luvussa on. (Hallberg 1985, 23)

Lukujärjestelmä on menetelmä, jota käyttäen kuinka suuria tai pieniä lukuja tahansa voidaan esittää numerojonojen avulla. Lukujärjestelmä määräytyy kantaluvun mukaan, joksi voidaan valita mikä tahansa ykköstä suurempi kokonaisluku. Lukujärjestelmän suurin mahdollinen numero on yhtä pienempi

kuin kantaluku. Jos nolla otetaan huomioon, lukujärjestelmässä on numeroita kantaluvun osoittama määrä.

Binäärijärjestelmä eli kaksijärjestelmä, jonka kantaluku on 2 ja jossa on numerot eli bitit 0 ja 1. Tässä lukujärjestelmässä esitettyjä lukuja kutsutaan binaariluvuiksi. Binaarijärjestelmä on yksinkertaisin mahdollinen lukujärjestelmä.

Heksadesimaalijärjestelmä eli kuusitoistajärjestelmä, jonka kantalukuna on 16 ja jossa numerot 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E ja F. Kirjaimet vastaavat kymmenjärjestelmän lukuja 10-15. Heksadesimaalijärjestelmässä esitettyjä lukuja kutsutaan heksaluvuiksi. (Tarkoma 2000, 8-57)

### 1.6.2. DIGITAALITEKNIIKAN KEHITYS

Englantilainen loogikko ja matemaatikko George Boole loi viime vuosisadan puolessavälissä ns. Boolean algebran, jonka avulla loogisia johtopäätöksiä voidaan käsitellä matemaattisten laskutoimitusten tapaan. Amerikkalainen matemaatikko Claude Shannon kehitti 1930-luvulla Boolean algebraa edelleen kytkentäalgebraksi, joka on vielä nykyäänkin digitaalitekniikan perusta. Sekä Boolean että kytkentäalgebra pohjautuvat kaksiarvoiseen logiikkaan, jonka filosofiset perusteet esitti jo antiikin Kreikan etevin ja jälkimaailman kehitykseen eniten vaikuttanut filosofi ja ajattelija Aristoteles. Käytössä oleva digitaalitekniikka perustuu siis Aristoteleksen, Boolean ja Shannonin matemaattisiin päättelyihin. (Volotinen 1996, 7)

Elektroniikan historiassa vuosiluku 1947 on merkkipaalu, sillä tuolloin osoitettiin germaniumtransistorin pystyvän vahvistamaan sähköistä signaalia. Transistori kykeni sähköisesti esittämään kytkentäalgebran muuttujien kahta mahdollista loogista tilaa. Digitaalitekniikan ja mikroelektroniikan todellinen läpimurto alkoi vuonna 1959 Texas Instrumentsin kehittämistä mikropiireistä. Pian kehitettiin erityisiä kaksitilaisia eli bistabiileja mikropiirejä. Ne olivat suoraan yhteensopivia kytkentäalgebran operaatioiden ja laskusääntöjen kanssa. 1960-luvulta lähtien myös mutkikkaampien mikropiirien tarjonta alkoi kasvaa nopeasti. Mikropiirien

keksimisestä sai alkuunsa elektroniikan painopisteen siirtyminen analogisesta elektroniikasta digitaalitekniikkaan. Yhdysvaltalainen komponenttivalmistaja Intel esitteli vuonna 1971 maailman ensimmäisen mikroprosessorin. Ne mahdollistivat digitaalitekniikan liittämisen mikrotietokoneisiin ja niiden joustavan ohjelmointimahdollisuuden. (Volotinen 1997, 16-26)

Nykyään lähes kaikissa, myös hyvin yksinkertaisissakin elektroniikkalaitteissa sovelletaan digitaalitekniikka. Laitteet sisältävät suorittimia, jotka ohjaavat laitteen muita toimintoja. Suoritin muisteineen ja muine oheispiireineen ja ohjelmistoineen on laite, joka suorittaa muistiin tallennettuja käskyjonoja. Käskyjonojen muodostamia kokonaisuuksia kutsutaan ohjelmistoiksi, jotka viime kädessä ohjaavat laitteistoa. Nykyään suorittimet ovat levinneet mikrotietokoneista melkein kaikkiin sähkötekniisiin laitteisiin. (Volotinen 1997, 199)

### 1.6.3. DIGITOINTI

Analogisen median kääntäminen, muuttaminen biteiksi eli digitaaliseksi mediaksi. Yksinkertainen esimerkki on analogisen tekstin – esimerkiksi tekstin kirjan sivuilla – muuntaminen sellaiseksi, että se voidaan lukea tietokoneen näyttöpäätteeltä. (Feldman 1997, 154) Kun ääni muutetaan digitaaliseksi, otetaan siitä hyvin lyhyitä näytteitä ja annetaan näytteille jokin numeroarvo – tietenkin nollina ja ykkösinä, eli binäärisenä lukuarvona. Kuvalle tehdään täsmälleen samoin tavoin. Siitä otetaan näytteitä, jotka muutetaan digitaaliseen muotoon. Tätä kutsutaan kuvan lukemiseksi. Värillinen kuva täytyy lukea useampaan kertaan. Sitä valaistaan punaisella, vihreällä ja sinisellä valolla, ja joka kerralla kuvasta heijastuneen valon määrä mitataan määrätynlaiselta näytteenottoalueelta. Tuo näytteenottoalue on muodoltaan neliömäinen osa kuvaa.

### 1.6.4. RESOLUUTIO

Digitoitavan kuvan laatu ei vastaa koskaan täysin alkuperäistä analogista kuvaa. Digitoinnin tarkkuuden ylärajan luo digitointilaite eli skanneri. Skannerin

ominaisuuksia tärkeämpää on se, millaiseksi käyttäjä määrittelee tarvittavat lähtöarvot. Näytteenoton tiheys ja digitaalisten arvojen määrät vaikuttavat lopputulokseen. Näytteen oton määrää sanotaan kuvan lukutarkkuudeksi tai skannauksen resoluutioksi. Se on digitoinnin tärkeimpiä vaiheita, jos se tehdään heikolla resoluutiolla ei digitoidun kuvan yhtäläisyyttä analogisen kuvan kanssa saa enää parannettua. Digitoitava kuva luetaan sen tulevan käyttötarkoituksen mukaan. Hyvälaatuiseen aikakauslehteen tuleva kuva digitoidaan tarkemmalla resoluutiolla kuin näytöllä esitettävä kuva. Kun ajatellaan edellä mainittujen historiallisten dokumenttien digitoimista, sen täytyy tapahtua sellaisella resoluutiolla, jotta dokumentista saadaan mahdollisimman paljon irti mahdollisia vielä ennustamattomia tarpeita varten.

Skannerin resoluutio ilmaisee, kuinka monta näytteenottopistettä skanneri pystyy lukemaan tuumanmittaiselta matkalta – mistä tulee myös suoraan käytetty mittayksikkö dpi (dots per inch). Monissa halvemmissä skannereissa ilmoitetaan myös ohjelmallinen maksimiresoluutio. Tällöin esimerkiksi fyysisesti 600 dpin skanneri pystyy lukemaan interpoloimalla 1200 dpin tarkkuudella. Tämä interpolointi tapahtuu siten, että yhdestä fyysisesti luetusta kuvapistestä muodostetaan ohjelmallisesti esimerkiksi 4 kuvapistettä. Luonnollisestikaan kuvan laatu ei vastaa aitoa 1200 dpin tarkkuutta.

#### 1.6.5. MUSEO

Yleisesti hyväksytyn kansainvälisen määritelmän mukaan "museo on pysyvä, yhteiskuntaa palveleva, yleishyödyllinen ja viranomaisten valvonnassa toimiva laitos, joka on säännöllisesti avoinna yleisölle, ei toimi kaupallisella periaatteella tuottaakseen voittoa, jonka palveluksessa on museoammatillista henkilökuntaa ja joka tallentaa, säilyttää, tutkii ja pitää näytteillä tutkimusta ja opetusta varten sekä mielihyvää tuottaakseen aineellista todistusaineistoa luonnon ja ihmisen kehityksestä." (Heinonen - Lahti 1996, 260)

### **1.6.6. SUURI ARKKITEHTUURIPUIRUSTUS**

Suurella arkkitehtuuripiirustuksella tarkoitetaan tässä tutkielmassa noin DIN A0 -kokoa olevaa tai sitä suurempaa, paperille tai muulle materiaalille toteutettua arkkitehtuuripiirustusta tai skissiä eli luonnospiirustusta. Historiallinen dokumentti, jokin historiallista tai kulttuurihistoriallista arvoa sisältävä dokumentti, esine. Tässä tutkimuksessa historiallisella dokumentilla tarkoitetaan isoa kuvaa – karttaa, piirustusta tai muuta sellaista dokumenttia, joka on esitetty yhdessä tasossa eli kaksiulotteisesti.

### **1.6.7. ORIGINAALIKUVA JA KUVADOKUMENTTI**

Museoiden kuvamateriaali jaetaan originaalikuviin ja kuvadokumentteihin. Originaalikuvat ovat niitä kuvia, joilla on taiteellista tai kulttuurihistoriallinen ominaisuus, kuten maalaukset grafiikka tai julisteet. Originaalikuviä käsitellään museoissa (ja arkistoissa) samanlaisina dokumentteina kuin museon esineitä. Kuvadokumentteja ovat puolestaan valokuva- ja piirroskokoelmat, jotka voidaan jakaa esine- ja muihin kuviin. (Heinonen - Lahti 1996, 109)

Tämän tutkimuksen kannalta on olennaista erottaa originaali ja siitä jollain tavalla otettu kuvadokumentti. Originaali on esimerkiksi Alvar Aallon piirtämä arkkitehtuuripiirustus tai skissi. Originaalipiirustuksesta otettu valokuva tai digitaalivalokuva, siitä skannattu kopio kuvadokumentti, valokopio tai muu sellainen on puolestaan kuvadokumentti.

## **1.6. TUTKIELMAN TAVOITEET**

Tutkimuksen aikana pyrimme muodostamaan yleisen käsityksen markkinoilla liikkuvista sekä kehitteillä olevista suurten arkkitehtuuripiirustusten digitointiin soveltuvista järjestelmistä sekä vertailemaan niiden käytettävyyttä keskenään.

Evaluoinnin lopputuloksena esitetään suositus järjestelmästä, joka parhaiten soveltuu suurten arkkitehtuuripiirustusten digitointiin. Yliopistoympäristön lisäksi tutkimuksemme tuloksia voidaan hyödyntää niin yritysmaailmassa kuin

organisaatioissa, jotka toiminnoissaan harjoittavat arkkitehtuuripiirustusten digitointia, erityisesti silloin kun kyseessä ovat kulttuurihistoriallisesti arvokkaat originaalit.

### **1.7. TUTKIELMAN RAKENTEESTA**

Tässä kappaleessa perehdymme siihen teoreettiseen taustaan, aikaisempiin tutkimusprojekteihin ja käsitteistöön johon tämä tutkimus pohjaa. Luvussa 2 käymme läpi tutkimuksen tutkimusongelman ja metodologian ja luvussa 3 perehdymme digitointiin ja siinä tapahtuvaan muunnokseen. Luvussa 4 käymme läpi testauksen kulun ja luvussa 5 testauksen tuottamat tulokset. Viimeisessä luvussa 6 käymme läpi tutkimuksen tulokset ja johtopäätelmät sekä pohdimme mahdollisia jatkotutkimus suunnitelmia.

## 2. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET, TUTKIMUSONGELMA, METODOLOGIA JA RAJAUS

### 2.1. TUKIMUKSEN TAVOITTEET JA TUTKIMUSONGELMA

Muisti-projektissa, jonka esitelemme luvussa 1.3.2., tutkittiin tai ennemminkin kokeiltiin<sup>21</sup> eri originaalityyppien - tekstin ja kuvan digitointia. Eri aineistoille määriteltiin digitoinnin laatutaso ja digitointilaitteistolle annettiin etukäteen seuraavia yleissuosituksia, jotka ovat tämänkin tutkimuksen perustavat esioletukset, jotka digitointilaitteistojen on saavutettava:

1. Skannauksessa tulee saavuttaa painatuksen tarpeisiin riittävä tarkkuus eli pienimmänkin tekstin tulee olla luettavaa. Tällaisena tarkkuutena voidaan pitää 300 dpi:tä<sup>22</sup> (Helggren - Pärssinen - Suhonen 1998, 27) vaikkakin Kenneyn ja Chapmanin painotuotteille, kartoille ja teknisille piirustuksille antama suositus on niinkin korkea kuin 600 dpi. (Kenney - Chapman 1996, 44-87)

2. Skannauslaitteistolla tulee olla tuki GIF-<sup>23</sup>, TIFF-<sup>24</sup> ja JPG<sup>25</sup>-tallennusformaateille.

3. Menetelmä ei saa vahingoittaa alkuperäistä aineistoa.

---

<sup>21</sup> Kirjoittajan oma huomio.

<sup>22</sup> Lyhennys dpi tulee englanninkielisistä sanoista dots per inch ja tarkoittaa kuinka monta pistettä on sijoittunut kuvassa tuumalle.

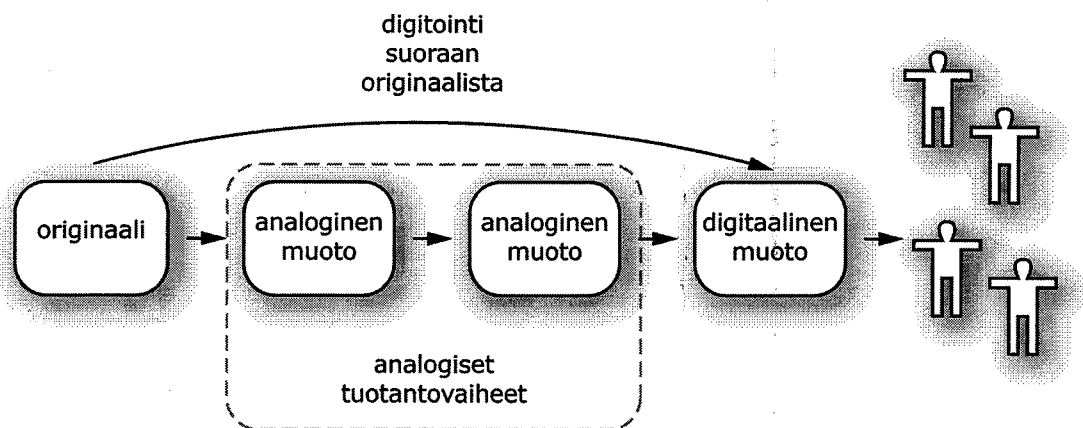
<sup>23</sup> GIF (Graphics Interchange Format) - formaatti on kompressoitu ilman hävikkiä ja rajoittuu 8-bittisiin kuviin. GIF on yleinen www-sivustojen kuvaformaatti. (Webster 1997, 15-16)

<sup>24</sup> TIFF (Tag Image File Format) - graafisessa tuotannossa suosittu formaatti on kehitetty vuonna 1986. Se on saavuttanut asemansa joustavuudellaan ja muuntautumiskykyisyydellään, jotka perustuvat uusien ominaisuuksien lisäyksiin standardisoidulla tavalla. TIFF-kuvat voidaan tallettaa erilaisissa väriavaruuksissa ja käyttää useita kompressiomenetelmiä. (Tarkoma 2000, 32)

<sup>25</sup> JPG – JPEG, Joint Photographic Experts Group -formaatti on kehitetty kuvan kompressointiin. Sitä vastaava kuvantallennusstandardi on JFIF File Interchange Format, joka tuottaa JPG -päätteisiä tiedostoja. JPG mahdollistaa JPEG kompressoitujen tiedostojen siirtämisen systeemistä toiseen. JPG on minimaalinen formaatti eikä sisällä mitään TIFF -formaatin kehittyneimmistä piirteistä. JPG on internetissä suosittu kuvaformaatti tilansäästösyistä johtuen. (Hamilton 1992)

4. Prosessin nopeuden on oltava riittävä. (Helggren - Pärssinen - Suhonen 1998, 9-10) Tämän lisäksi digitointilaitteiston pitää pystyä 24-bitin värisyvyyteen että soveltua erityisesti suurien arkkitehtuuripiirustuksien digitoimiseen. Suurella arkkitehtuuripiirustuksella tarkoitetaan tässä tutkielmassa DIN A0 -kokoa<sup>26</sup> olevaa tai sitä suurempaa, paperille tai muulle materiaalille toteutettua arkkitehtuuri-piirustusta tai skissiä eli luonnospiirustusta.

Kuva 3. PERINTEINEN JA UUSI SUUREN DOKUMENTIN DIGITOINTIMENETELMÄ



Tutkimuksen tavoitteena on etsiä ja testata sellaisia suurten arkkitehtuuripiirustuksien digitointiprosesseja, joiden avulla voidaan välttää analogiset tuotantovaiheet, jotka on havaittu teknisiksi ja aikaa vieviksi pullonkauloiksi (katso yllä olevan kuvan pisin nuoli). Tarkoituksena on tutkia eri tyyppisten digitointijärjestelmien soveltuvuutta, teknistä laatua ja käyttöönotettavuutta suurten graafisten dokumenttien ja erityisesti arkkitehtuuripiirustusten digitointityössä. Järjestelmien tulisi soveltua sekä arkkitehtuuripiirustusarkistojen dokumentointiin digitaalitekniikalla että multimediatuotantoon. Tutkielmassa evaluoidaan testattaviksi valittujen

<sup>26</sup> DIN/ISO A0 = 840.90 X 1189.21 mm.



järjestelmien sekä jo käytössä olevien menetelmien soveltuvuus kuvatus ongelman ratkaisuun. Tavoitteena on selvittää, mikä käytettävistä olevista järjestelmistä tarjoaa soveltuvimman kokonaisuuden niin laadun, käytettävyyden kuin taloudellisuudenkin suhteen.

Tämä tutkimus pyrkii vastaamaan seuraaviin kysymyksiin ja tutkimusongelmiin:

1. Millä keinoin suurten arkkitehtuuripiirustusten digitoinnin monia eri välivaiheita (piirustuksen valokuvaus – kuvan valmistaminen – kuvan digitointi) voisi vähentää?
2. Millä keinoin digitointi onnistuu laadukkaimmin, nopeimmin ja pienemmin taloudellisin resurssein suoraan kohteena olevasta suuresta arkkitehtuuripiirustuksesta ilman analogisia välivaiheita?
3. Millainen digitointijärjestelmä sopii parhaiten suurten arkkitehtuuripiirustusten digitointiin museoissa ja arkistoissa ottaen huomioon myös kulttuurihistoriallisten dokumenttien erikoislaatuiset ominaisuudet, kuten esimerkiksi mahdollisen paperin haurauden?
4. Mihin digitointi teknologiassa ollaan menossa ja missä laajuudessa digitointityötä kannattaa harjoittaa tänä päivänä?

## **2.2. TUTKIMUSMENETELMÄ**

Aineiston hankinnassa käytettäväksi menetelmäksi valittiin eksperimentaalinen tutkimus, koska näin voidaan luotettavasti suorittaa samanlaisia koeasetelmia eri järjestelmille. Tällä tavoin hankittu aineisto mahdollistaa strukturoidun tutkimusstrategian ja monipuolisen vertailun suurten arkkitehtuuripiirustusten digitointiin soveltuvista järjestelmistä. (Hirsjärvi, 1992)

### **2.2.1. KÄYTETTÄVYYDEN ARVIOINTI**

Järjestelmien käytettävyyden arvioinnin tavoitteena on mitata, kuinka käyttökelpoinen järjestelmä on sitä käyttävälle ihmiselle. Usein järjestelmän käyttöön liittyy aina joukko käyttäjän tietoisia ja tiedostamattomia tarpeita, joita tämä pyrkii järjestelmän avulla tyydyttämään. Näiden tarpeiden huomioiminen on oleellista, jos halutaan arvioida järjestelmän todellista käyttökelpoisuutta oikeissa käyttötilanteissa. Usein käytettävyyсарviointi onkin tehtävä oikeiden peruskäyttäjien kanssa, jotka käyttävät järjestelmää tiettyjen tehtävien suorittamiseen. Arvioinnin aikana pyritään huomioimaan kuinka helposti, nopeasti, virheettää ja sujuvasti järjestelmän käyttö onnistuu suhteessa tavoitteisiin.

Käytettävyyden arviointiin on olemassa useita erilaisia menetelmiä, joiden valinta riippuu käyttökohteesta, resursseista, arvioijien tiedoista ja taidoista, käyttäjistä ja järjestelmän käytöstä. Monipuolinen valikoima erilaisia arviointimenetelmiä lisää sopivien testaustapojen löytymisen tilanteesta riippumatta. Eri menetelmien avulla voidaan löytää erilaisia ongelmakohtia testattavista järjestelmistä. Tämän takia hyvä käytettävyyсарviointi koostuukin useammasta erilaisesta arviointimenetelmästä.

Tähän tutkimukseen valittiin seuraavat käytettävyyсарmenetelmät, koska ne sopivat parhaiten tutkimukseemme käytettävissä olevien resurssien, arvioijien tietojen ja taitojen sekä arvioitavien järjestelmien johdosta:

1. Heuristisessa arvioinnissa käytettävyyden asiantuntija käyttävät järjestelmää ja arvioivat sen käytettävyyttä apunaan lista yleisistä tekijöistä, jotka tulee huomioida järjestelmää käytettäessä. Heuristista arviointia voidaan suorittaa myös vertaamalla eri järjestelmien suhteellista käytettävyyttä keskenään.

2. Kognitiivisen läpikävelyn avulla simuloidaan peruskäyttäjän etenemistä järjestelmässä. Samalla arvioidaan jokaisessa vaiheessa saavuttaako käyttäjä tavoitteet ja kuinka hän saavuttaa ne järjestelmää käytettäessä.

3. Ominaisuuksien katsastuksella listataan järjestelmässä esiintyvät toiminnot ja ominaisuudet. Järjestelmää käytettäessä tarkastellaan vaadittuja toimintoja vaihe vaiheelta ja etsitään hankalia, epäloogisia vaiheita tai käyttöä rajoittavia osioita. (Iivari 1997 sekä Mielonen - Hintikka 1998, 22-34)

#### 2.2.2. AINEISTON HANKINTA

Tutkimukseen hankittava aineisto saatiin tutkimalla eri järjestelmiä ja vertailemalla niiden ominaisuuksia suurten arkkitehtuuripiirustusten digitoinnissa. Tutkimukseen mukaan otettujen järjestelmien tuli soveltua pinta-alaltaan suurien piirustusten skannaamiseen. Järjestelmiä valittaessa pyrittiin saamaan kattava otos eri tyyppisistä järjestelmistä, jotta niiden etuja ja haittoja voitiin vertailla.

#### 2.2.3. TESTIKUVA

Suunnittelimme testikuvakokonaisuuden itse. Varsinainen testikuva, joka sisältää viisi eri kenttää suunniteltiin ja toteutettiin Adobe Illustrator 9.0 -ohjelmalla (lukuun ottamatta kynänjälki näytteitä) ja tulostettiin Hewlett-Packard Laserjet 5M -tulostimella.

Testikuvakokonaisuuden suuren koon (A0) on tarkoitus mallintaa originaalien suurta kokoa ja testata suuren arkkitehtuuripiirustuksen käsittelyä digitointiprosessissa. Varsinaisen testikuvan tarkoitus on testata systeemin digitointitarkkuutta. Testikuvakokonaisuuden (Liite 1.) keskelle sijoitetulla värienkalibrointiarkilla (IT8.x -arkki, katso luku 4.4.3., DIGITAALIKUVA JA VÄRINHALLINTA) ei ole funktioita itsessään tälle tutkimukselle, vaan se on sijoitettu testikuvakokonaisuuteen tulevia tutkimustarkoituksia varten.

Testikuvakokonaisuus (Liite 1.) koostuu neljästä A2 -kokoisesta akvarellipaperista, jotka on teipattu toisiinsa ja muodostavat yhdessä A0 -kokoisen pohjan. Tämän kulmiin on liitetty 4 samanlaista digitoinnin piirtotarkkuutta mittaavaa testikuvaa (Liite 2). Tämä testikuva koostuu 5 eri kentästä, joista:

Ensimmäinen (1) sisältää kahdeksan eri kokoisella kirjasimella tehtyä kirjain ja numero riviä. Kenttä mittaa digitointisysteemin piirtotarkkuutta.

Toinen (2) sisältää 16 eri harmaasävyä aluetta, jotka ovat heksadesimaaleina ilmoitettuna seuraavat: ffffff, eeeeeee, ddddddd, ccccccc, bbbbbbb, aaaaaaa, 111111, 222222, 333333, 444444, 555555, 666666, 777777, 888888 ja 999999 - valkeasta mustaan. Tämän kentän tarkoitus on mitata harmaasävyjen erottelukykyä.

Kolmas (3) kenttä sisältää 2 eri kuvaa. Päällimmäinen kuva sisältää 0,1 millimetrin paksuisia pystysuuntaisia mustia viivoja, joiden välit vaihtelevat seuraavasti kapeimmat välit, kuvassa vasemmalla ovat 0,283 millimetriä, seuraavat 0,5 millimetriä, 1 millimetri, 1,5 millimetriä, 2 millimetriä, 2,5 millimetriä ja äärimmäisenä oikealla 3 millimetriä. Kentän 3. alempi kuva sisältää pystysuuntaisia viivoja, joiden väli on vakio 1 mm, mutta viivojen paksuus vaihtelee vasemmalta oikealle seuraavasti: 0,05 millimetriä, 0,1 millimetri, 0,15 millimetriä, 0,2 millimetriä, 0,25 millimetriä, 0,3 millimetriä, 0,35 millimetriä ja 0,4 millimetriä. Molempien kuvien on tarkoitus mitata digitointisysteemien piirtotarkkuutta.

Neljäs (4) sisältää mustasta valkoiseen menevän liukuväripalkin (ffffff -999999), jonka tarkoituksena on mitata, kuten kentän 2, harmaasävyjen erottelukykyä.

Viidenteen (5) kenttään on piirretty kynänjälkinäytteitä, jotka ovat ylhäältä alas seuraavat, sininen kuivamustekynä<sup>27</sup>, tussi 0,2 millimetriä paksu musta vedenpitävä tussi<sup>28</sup>, lyijykynä (kovuus 6H)<sup>29</sup>, lyijykynä (kovuus H)<sup>30</sup> ja lyijykynä (kovuus 6B)<sup>31</sup>. Tämän kentän tarkoitus on mallintaa arkkitehtuuripiirustuksissa

---

<sup>27</sup> Ballograf Original Refill svenskt arkiv Sp-SBF 232 medium (DIN 16554-2)

<sup>28</sup> Käytetty kynä oli Uni Pin Fine Line 0.2 (PIN 02-200) Black.

<sup>29</sup> Käytetty kynä oli Staedtler Mars Lumograph 100 6H.

<sup>30</sup> Käytetty kynä oli Staedtler Mars Lumograph 100 H.

<sup>31</sup> Käytetty kynä oli Staedtler Mars Lumograph 100 6B.

usein esiintyviä vapaalla kädellä piirrettyjä kuvioita sekä skissejä eli luonnospiirustuksia. Kentän tehtävä on myös testata digitointisysteemien piirtotarkkuutta.

#### 2.2.4. ANALYSOINTIMENETELMÄT

Järjestelmiä valittaessa lähtökohtana oli, että järjestelmä kykenee digitoimaan suuren DIN/ISO A0 = 840.90 X 1189.21 mm arkkitehtuuripiirustuksen. Etukäteen pyrimme selvittämään, mitkä ovat järjestelmän tekniset tiedot niin käytön kuin lopputuloksen suhteen. Toisin sanoen mitä vaaditaan käyttäjiltä, käytettävissä olevilta järjestelmiltä ja minkälaista valmistelutyötä originaalille tulee tehdä?

Varsinaisessa käytettävyyssarvioinnissa käytimme kolmea eri menetelmää, jotka antavat monipuolisen kuvan testattavista järjestelmistä. Kirjasimme jokaisen menetelmän erikseen ja purimme tulokset analysoiden eri vaiheita kustakin järjestelmästä.

Varsinaisen digitointi prosessin jälkeen arvioimme saatua lopputulosta. Analysoimme digitoitua dokumenttia eri näyttöpäätteiltä sekä digitoidusta kuvasta tehtyä tulostetta paperilla.

Digitointiprosessin tarkkuus mitattiin testikuvalla, jonka yksityiskohdat on selvitetty edellisessä luvussa 2.2.3.

Digitointiprosessin nopeus ja tehokkuus mitattiin aikaa ottamalla. Aika mitattiin sekuntikellon avulla. Prosessien eri vaiheisiin kuluva aika mitattiin minuutin tarkkuudella. Sekunnit pyöristettiin aina lähimpään minuuttiin, koska prosesseihin kuluva aika on joka tapauksessa riippuvaista inhimillisistä tekijöistä. Piirustuksen käsittely tapahtuu aina ihmisen toimesta, eikä sitä voida automatisoida.

## 2.2.5. TUTKIMUKSEN KULKU

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa tutustuimme aiheeseen ja keskeisiin käsitteisiin tutkimalla alan kirjallisuutta ja muita lähteitä. Tuotimme käsitekartan ja työnkulkukaavion eri vaiheista tutkimuksessamme. Seuraavaksi tutustuimme olemassa oleviin digitoimisjärjestelmiin, niiden toimintaperiaatteisiin sekä niiden ominaisuuksiin. Seuraavana vaiheena oli testikuvan valmistaminen. Kuvan tuli mahdollistaa laitteiston ja järjestelmän vaihtoehtojen mahdollisimman hyvän arvioinnin. Valmistettu testikuva sisältää monipuolisen valikoiman erilaisille arkkitehtuuripiirustuksille ominaisia elementtejä. Tämän lisäksi testikuva sisältää laadun ja tarkkuuden mittausta mahdollistavia yksityiskohtia. Tutkimuksen seuraavassa vaiheessa tutustuttiin valittuihin laitteistoihin ja niiden sopivuuteen edellä mainitussa tehtävässä sekä mitattiin maksimaalinen tarkkuus ja nopeus testikuvalla. Tämän lisäksi verrattiin laitteistojen hinta-laatusuhteita, toimintaperiaatteita ja sopivuutta suurten arkkitehtuuripiirustusten digitointiin.

Testauksen jälkeen pyrimme tekemään johtopäätelmiä ja etsittämään valittujen digitoimismenetelmien hyviä ominaisuuksia sekä ongelmakohtia ja niiden ratkaisuja sekä mahdollisia kehittämiskohteita.

Evaluointien tuloksena syntyneiden järjestelmäkohtaisten raporttien sisältö on seuraava:

- Järjestelmän yleiskuvaus (nimi, lähde, laitteistovaatimukset ja niin edelleen)
- Käyttötarkoitus (esimerkiksi missä rakenteisten dokumenttien tuottamisen vaiheessa tätä ohjelmaa käytetään)
- Käytettävyyden arviointi (esimerkiksi laatu, helppokäyttöisyys ja monipuolisuus)
- Testaustulokset ja niiden arviointi

### **2.3. TUTKIMUSALUEEN RAJAUS**

Tässä tutkimuksessa paneudutaan suurten arkkitehtuuripiirustusten digitointijärjestelmiin. Tutkimuksessa ei ole tarkoitus selvittää mitä digitoitavalle kuvalle – arkkitehtuuripiirustukselle – tapahtuu ennen digitointiprosessia ja digitointiprosessin jälkeen. Tämä ei tarkoita sitä, ettemme perehdy ympäristöön, missä digitointi tapahtuu. Olemme huomioineet kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden arkkitehtuuripiirustuksien erikoislaatuiset ominaisuudet ja niiden digitoinnin tarkoituksen. Haluamme painottaa tutkielmassamme digitointiprosessia itsessään.

Rajasimme tutkielmastamme ulos digitointilaitteistojen värien erottelukyvyn testauksen, vaikka edellyttimmekin, että laitteiden pitää pystyä digitoimaan myös alkuperäisten dokumenttien värit. Tukeudumme tältä osin digitointijärjestelmien valmistajien ilmoittamiin lukuihin. Tämä on perusteltua siksi, että värien suurempi huomioiminen ja testaaminen olisi vaatinut enemmän resursseja, sillä värien mittaaminen edellyttäisi enemmän perehtymistä värienhallintamenetelmiin sekä mittauslaitteisiin.

### **2.4. TUTKIMUKSEN KULKU**

Tutkimuksemme lähtökohtia pohdittiin aloituspalaverissa kirjoittajien ja työn ohjaajan, Juha Knuutilan, kanssa syyskuussa vuonna 2000. Tutkittavaa aluetta ja ongelmaa rajattiin ensimmäisten viikkojen aikana tutkimuksen kirjoittajien ja ohjaajan kesken. Tutkimuksen alueeksi muodostui pinta-alaltaan suurten arkkitehtuuripiirustusten digitointijärjestelmien vertailu. Tarkoituksena oli luoda katsaus markkinoilla oleviin järjestelmiin, jotka soveltuisivat kyseiseen tehtävään.

Seuraavassa vaiheessa etsimme sopivia digitointijärjestelmiä – tai menetelmiä, jotka kykenisivät annettuun tehtävään oletetuin ehdoin. Katsastimme markkinoita kyselemällä alan asiantuntijoilta, etsimällä ratkaisumahdollisuuksia kirjallisuudesta sekä hakemalla tietoa laitevalmistajien esitteistä ja kotisivuilta.

Järjestelmiä pinta-alaltaan suurten arkkitehtuuripiirustusten digitointiin löytyi markkinoilta useita, mutta niiden testattavuus tuotti ongelmia. Tutkimuksemme resurssit eivät mahdollistaneet ulkomailla toimivien järjestelmien testaamiseen. Varsinkin kaksi ulkomaalaista skannerijärjestelmää, korealainen DIPS-5000 ja norjalainen KartoScan FB VLS, olisivat soveltuneet annettujen tietojen perusteella hyvin tutkimukseemme.

Syksyn mittaan tutustuimme aihealueeseen liittyvään teoriaan kirjallisuuden ja alan asiantuntijoiden avulla. Ryhdyimme muodostamaan myös kirjallista teoriakatsausta kyseisestä aihealueesta. Jaoimme kummallekin kirjoittajalle omat vastualueet omien kokemustemme ja lähteiden mukaan.

Joulukuun mennessä olimme valinneet ne järjestelmät, jotka halusimme testata. Ennen vuoden vaihdetta päätimme myös testausmenetelmistä ja tuotimme testikuvan, jonka avulla valittuja järjestelmiä vertailtaisiin.

Varsinaista kenttävaihdetta jouduimme siirtämään, sillä odotimme mahdollisuutta päästä testaamaan haluttuja järjestelmiä myös ulkomaille. Resurssien niukkuudesta johtuen, jouduimme luopumaan alkuperäisistä suunnitelmista ja keskityimme testaamaan Jyväskylän seudulta löytyvät järjestelmät.

Maaliskuun alussa aloitimme kenttävaiheen. Saimme testattua järjestelmät joustavasti suunnitelmien mukaisesti, jonka jälkeen pääsimme vertailemaan saatua lopputulosta sekä arvioimaan testattujen järjestelmien käytettävyyttä sekä soveltuvuutta annettuun tehtävään.

Huhtikuun aikana kirjoitimme saadut tulokset sekä yhteenvedon. Viimeistelimme työtämme ennen esitarkastukseen jättämistä, joka tapahtui toukokuun alussa.



Tutkimuksemme aikana kohtasimme useita ennalta-arvaamattomia asioita, jotka vaikuttivat tutkimukseemme. Yllätyimme kuinka vähän kyseistä aluetta on tutkittu ja kuinka niukasti on saatavilla materiaalia vastaavanlaisista tutkimuksista. Lukuisia projekteja on ollut, joissa on pohdittu digitointiin liittyviä seikkoja. Kuitenkaan varsinaisia vertailuja järjestelmien välillä ei ole aikaisemmin tehty. Aikaisemmat projektit tai hankkeet ovat keskittyneet tietyn arkiston tai kokoelman digitointiin tietyllä järjestelmällä. Käydyt hankkeet ovat syventyneet enemmän tiedon hallintaan kuin itse digitointiprosessiin ja siihen liittyviin seikkoihin.

Tutkimuksen alkuvaiheessa uskoimme pääsevämme testaamaan eri järjestelmiä myös ulkomaille. Löysimme kaksi järjestelmää, jotka voisivat toimia erinomaisesti juuri tämän tyyppisiin digitointiin. Kyseisten järjestelmien kiinnostavuutta lisäsi niiden ainutlaatuisuus muihin järjestelmiin verrattuna. Niiden ominaisuudet poikkesivat muista järjestelmistä merkittävästi. Kyseisten järjestelmien testaaminen olisi tuonut syvyyttä ja moniulotteisempaa otetta tutkimukseemme. Meistä riippumattomista syistä (mm. värien käsittelyn viipyminen), jouduimme luopumaan alkuperäisistä suunnitelmista tutkia näitä kahta järjestelmää. Jouduimme tyytymään kolmeen Jyväskylässä sijaitsevaan järjestelmään.

Tutkimusalueen rajaus oli haasteellista, sillä piirustusten ja varsinkin niiden kokoelmien digitointiin liittyy hyvin paljon eri tekijöitä. Keskityimme ainoastaan järjestelmiin, jotka pystyivät pinta-alaltaan suurten piirustusten digitointiin annetuin edellytyksin. Se, kuinka arvioida käytettävyyttä sekä saavutettua laatua käytössä olevin resurssein, oli myös mietittävä tarkkaan. Tämän tutkimuksen puitteissa emme voineet tarkemmin eritellä eri järjestelmien värien toistettavuutta tai värien hallintamahdollisuuksia, sillä näiden tekijöiden arvioimiseen käytettävien laitteistojen hankinta tai lainaaminen vaatisi paljon enemmän resursseja.

Tutkimuksen aikana saimme arvokasta kokemusta eri järjestelmistä testauksen aikana sekä erityisen paljon tietoa järjestelmiä käyttäviltä ihmisiltä. Käsityksemme digitointiprosessista laajeni valtavasti tutkimuksen ansiosta. Ymmärrämme entistä paremmin tehtävään liittyvät haasteet sekä mahdollisuudet tulevaisuutta ajatellen.

Alkuperäiseen tutkimussuunnitelmaan tuli moneen otteeseen muutoksia, johtuen niin omien ennalta-arvaamattomien kiireiden lisääntymisien kuin ulkopuolisten tekijöiden vuoksi. Opintojen viimeistelyt ja työllistymiset toivat suunnitelmiin muutoksia.

Ohjaajamme kannusti tutkimustamme etäisesti antaen oman näkemyksensä työn kulkuun seuratessaan tutkimuksemme etenemistä. Yhteisten palavereiden sovittaminen tuotti ongelmia, mutta tiedostojen ja sähköpostien vaihdon avulla pidimme ohjaajamme ajantasalla työn eri vaiheissa.

Omaa työnjakoa pidämme onnistuneena, sillä kumpikin kirjoittajista tunsivat omat tehtäväalueensa mielekkääksi. Varsinkin tutkimuksen alkuvaiheessa suoritettu jako ja keskittyminen auttoi tehokasta tutkimuksen tekoa. Ennen kenttävaihdetta yhteistyö tiivistyi entisestään tulosten ja yhteenvedon kirjoittamisvaiheissa.

## **2.5. SUURTEN ARKKITEHTUURIPIIRUSTUSTEN DIGITOINTIJÄRJESTELMIÄ**

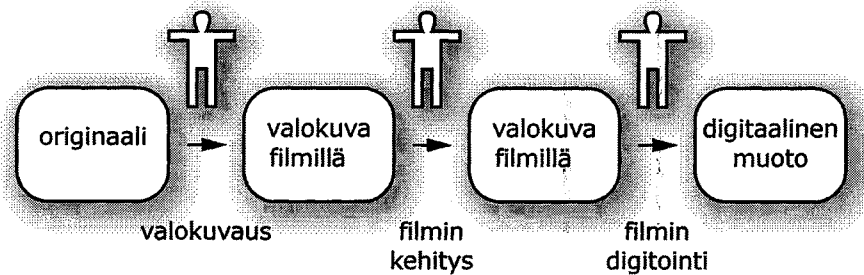
Suurten arkkitehtuuripiirustusten digitointiin soveltuvia järjestelmiä on olemassa lukuisia. Tutkimuksessamme kuvattavat järjestelmät poikkeavat toisistaan peruseriaatteiltaan täysin. Kaikissa näissä lähtökohdat ja tavoitteet ovat samat, mutta menetelmät tavoitteen saavuttamiseksi poikkeavat täysin toisistaan.

Tutkimukseen valittujen järjestelmien tuli kyetä digitoimaan pinta-alaltaan suuria, paperi muodossa olevia piirustuksia. Toiseksi jokaisen järjestelmän oli

pystyttävä tuottamaan originaalista tiedosto, joka tukee yleisimpiä kuvaformaatteja (GIF, TIFF ja JPG) ja on tulostettavissa 1:1. Menetelmä ei saa vahingoittaa alkuperäistä aineistoa.

### 2.5.1. VALOKUVAUS JA FILMIN SKANNAUS

Kuva 4. VALOKUVAUS JA FILMIN SKANNAUS PROSESSI



Originaali on mahdollista valokuvata studio-olosuhteissa, jolloin valokuvaaja voi kontrolloida valon määrää ja laatua hallitusti. Originaali tulee kiinnittää pintaan, johon valot voidaan suunnata ja valonmäärä mitata. Valokuvaus voidaan suorittaa monelle erilaiselle ja erikokoiselle filmille. Filmin valintaan vaikuttaa käytävissä oleva kamera, valaistusolosuhteet<sup>32</sup> ja kuvan suunniteltu käyttö. On olemassa lukuisia eri tyyppisiä kameroita, jotka soveltuvat tähän tarkoitukseen.

Perinteisellä valokuvauskameralla valotettu filmi tulee kehittää, jotta kuvaa voidaan hyödyntää jatkossa ja kuvaustulosta on mahdollista arvioida. Kehitystulokseen vaikuttavat käytössä olleen filmin laatu, kehittäjän ammattitaito, kemikaalien laatu sekä kehityskoneen kapasiteetti.

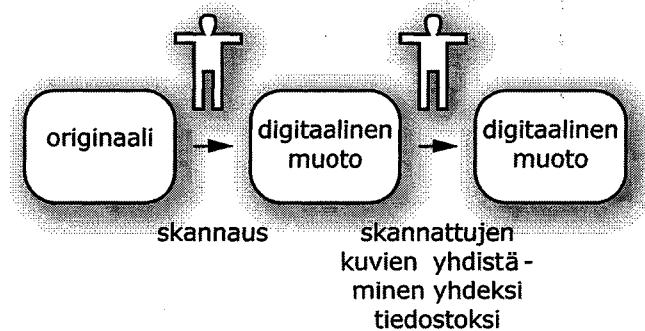
Kehitetty negatiivi tai dia voidaan skannata digitaaliseen muotoon erilaisia skannereita käyttäen. Yleisimpiin skannereihin voidaan lisätä "filmikampoja", jotka mahdollistavat filmin digitoinnin. Rumpuskannerit kykenevät lukemaan

<sup>32</sup> Filmejä valmistetaan erikseen keino- ja päivävaloon.

monen muotoisia ja kokoisia filmejä yhtäaikaan. Skannerit eroavat toisistaan resoluution määrässä ja skannaukseen kuluvassa ajassa. Eri skannerit vaativat erilaisia toimenpiteitä skannattavalta filmiltä. Skannausohjelmistot poikkeavat toisistaan ominaisuuksiltaan ja tuettavien kuvaformaattien lukumäärässä. Skannaukseen käytettävän tietokoneen suorituskapasiteetti vaikuttaa myös kokonaisaikaan.

## 2.5.2. TASOSKANNERI

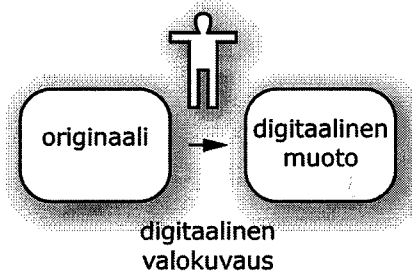
Kuva 5. TASOSKANNERILLA TAPAHTUVAN DIGITOINNIN PROSESSI



Originaalia voidaan digitoida tasoskannereilla, jotka lukevat analogisen kuvan osan kerrallaan. Originaali tulee asettaa skannerin kannen ja lukupinnan väliin osa kerrallaan lukua varten. Skannaus- ja kuvankäsittelyohjelmiston avulla voidaan eri osat yhdistää yhdeksi kuvaksi. Skannerit eroavat toisistaan luettavan pinta-alan koon, skannausnopeuden ja resoluution perusteella. Skannausohjelmistot poikkeavat toisistaan ominaisuuksiltaan ja tuettavien kuvaformaattien lukumäärässä. Skannaukseen käytettävän tietokoneen suorituskapasiteetti vaikuttaa myös kokonaisaikaan.

### 2.5.3. DIGITAALINEN VALOKUVAUS

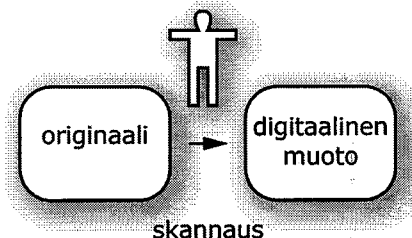
Kuva 6. DIGITAALISEN VALOKUVAUKSEN PROSESSI



Originaali voidaan kuvata digitaalikameralla, jolloin muodostunut dokumentti on suoraan oikeassa muodossa. Originaali tulee kiinnittää pintaan, johon valot voidaan suunnata ja valonmäärä mitata. Valaistusolosuhteesta, digitaalikameran kennon ominaisuuksista, käytössä olevasta optiikasta ja valokuvaajan ammattitaidosta riippuu muodostuneen kuvan tarkkuus. Digitaalikameran kyky muodostaa otetuista kuvista eri pakkausmuodossa olevia tiedostoja, erottaa kamerat toisistaan. Jatkokäsittelyä varten kuvat tulee siirtää kameran muistista tietokoneelle. Siirtoprosessi tapahtuu eri kameroissa eri menetelmin.

### 2.5.4. PINTASKANNERI

Kuva 7. PINTASKANNERILLA TAPAHTUVAN DIGITOINNIN PROSESSI

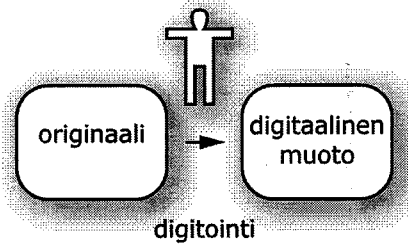


Pintaskannerissa originaali asetetaan lasilevyjen väliin. Skannerin lukija liikkuu originaalin päällä digitoitua luettavaa kohdetta. Skannerin resoluutio,

skannausnopeus, maksimi värisyvyys ja luettavan pinnan maksimi koko ovat muuttuvia tekijöitä eri pintaskannereiden välillä. (KartoScan FB VLS, 2001)

### 2.5.5. KAMERASKANNERI

Kuva 8. KAMERASKANNERILLA TAPAHTUVAN DIGITOINNIN PROSESSI



Kameraskanneri digitoi originaalin skannaamalla kohdetta pitkään. Kameraskanneri sisältää kameralle tyypillistä tekniikkaa, mutta toimii kuten skannerilukija. Originaali tulee kiinnittää pintaan, johon valot voidaan suunnata ja valonmäärää säädellä mahdollisemman hyvän laadun takaamiseksi.

### **3. DIGITOINTI**

#### **3.1. ANALOGISEN ELEKTRONIIKAN JA DIGITAALITEKNIIKAN VÄLISIÄ EROJA**

Ennen nykyistä digitaalitekniikan läpimurtoa edelsi analogisen elektroniikan ja erilliskomponenttien aikakausi. Komponenttiratkaisut eivät kuitenkaan vastanneet kehityksen kulkuun ja ne korvautuivat tehokkaimmilla ja toimintavarmemmilla mikroprosessoreilla ja siruilla. Silti analoginen elektroniikka on edelleen vahvasti esillä ja kilpailukykyinen monissa erikoissovelluksissa.

Analogisen elektroniikan ja digitaalitekniikan välinen ero tulee esille käsiteltävän signaalin ominaisuuksissa. Analogisessa elektroniikassa käsitellään ajan suhteen jatkuvia signaalia, joilla on äärettömän monia positiivisen ja negatiivisen ääriarvon välisiä amplitudiarvoja. (Volotinen 1997, 36-50)

Digitaalitekniikassa käsitellään signaaleja, joilla on vain rajallinen määrä mahdollisia amplitudiarvoja. Yleisin digitaalinen signaali ja samalla digitaalitekniikan perussignaali on binaarisignaali, jolla on vain kaksi amplitudiarvoa: 1 tai 0. (Hallberg 1985, 9-14)

Analogiseen informaatioon verrattuna digitaalisessa muodossa oleva informaatio omaa ominaisuuksia, joita ei voida toteuttaa perinteisessä muodossa olevaan tietoon. Tiedon monipuolinen manipuloitavuus on mahdollista digitaalisessa muodossa olevassa informaatiossa nykyisten teknologioiden avulla. Toiseksi ominaisuudeksi luetellaan tiedon siirrettävyys paikasta toiseen tietoverkkojen välityksellä. Tieto on tiiviissä muodossa eikä sisällä ylimääräistä tietoa. Tiedon voi myös pakata tiiviimpään muotoon menettämättä olennaisia osia alkuperäisestä lähteestä. Digitaalinen informaatio on tasalaatuista eikä kopiointi aiheuta muutoksia laatuun. (Feldman 1997, 3)

## 3.2. MUUNNOS

Jos digitaaliseen käsittelyyn tuleva suure on analoginen, se muunnetaan numeromuotoon eli digitaaliseksi analogia-digitaalimuunnoksen (A/D) avulla. Toisin sanoen AD -muuntimessa tuotetaan analogiseen kanavaan tulevasta jännitteestä sitä vastaava binääriluku. A/D-muunnoksilla on digitaalitekniikassa erittäin suuri merkitys, sillä kaikki luonnossa esiintyvät suureet ovat analogisia. Tällaisia suureita ovat muun muassa nopeus, lämpötilat, äänenvoimakkuus ja niin edelleen. (Volotinen 1997, 16-24)

### 3.2.1. KUVIEN DIGITOINTI

Kuvia, joita halutaan digitaaliseen muotoon, voidaan tuottaa monin eri tavoin. Kuvan käyttötarkoitus, käytettävissä olevat resurssit ja henkilöiden tiedot sekä taidot vaikuttavat valittavaan digitointi tapaan. Myös digitaalisen kuvan haluttu lopputulos rajaa pois tiettyjä menetelmiä, sillä laadun ja koon lisäksi osa menetelmistä ei pysty suorittamaan digitointia kaikille originaaleille.

Digitoitaessa kuvia painatustarkoitukseen on laatutasoa määriteltäessä otettava huomioon painatuksessa käytettävä rasterilinjatiheys sekä halutun kuvan koko suhteessa alkuperäiseen. Lähtökohtana voidaan pitää sitä, että skannausresoluution on oltava kaksinkertainen verrattuna kuvan painamisessa käytettyyn linjatiheyteen, jos kuva painetaan suhteessa 1:1. Jos kuva halutaan painaa originaalia suurempana tai pienempänä, on skannausresoluutio kerrottava suurennus tai pienennys suhteella. Esimerkiksi jos A4-kokoinen originaali halutaan painaa neljä kertaa pienempänä, on optimaalinen skannausresoluutio tällöin:  $2 \times 150 \times 0.25 = 75$  dpi. Kaava on laatuindeksi  $\times$  lpi  $\times$  suurennossuhde = skannaussuhde. Haluttua laatua eli korkeaa resoluutiota voidaan määritellä laatuindeksin mukaan; 1.3 on "hyvää" laatua, 1.7 on "parempaa" laatua ja 2.4 pidetään "maksimi" laatuna. (Hellgren - Pärssinen - Suhonen 1998, 27)



### 3.2.1.1. SKANNAUSTOIMINTA

Kuvanlukijoita eli skannereita käytetään muutettaessa olemassa olevia kuvia tietokoneen ymmärtämään muotoon. Skanneri toimii kuin kopiokone, kopioitava kuva vain ei tulostu paperille vaan valoherkälle piirille. Aikaisemmin kuvatunnistimet perustuivat kaikki niin sanottuun CCD (Charge Coupled Device) -tekniikkaan omaaviin piireihin, jossa pikselimatriisi luetaan rivi kerrallaan erityiseltä rekisteririviltä. Luvun edistyessä rivien lukumäärä lisääntyy ja kaikki matriisin rivit siirtyvät yhden portaan ylöspäin. CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) -piirit voidaan valmistaa samoja tuotantotapoja käyttäen kuin prosessorit ja muistipiirit. Näin niiden hinta jää CCD -piirejä edullisemmaksi. Tunnistimen tarvitsema logiikka voidaan valmistaa samalle CMOS -sirulle, mikä edelleen pienentää kustannuksia mutta samalla supistaa tunnistinsirun valoherkkää pintaa. CCD -tekniikan etuna on häiriövarmempi toiminta ja kokonaan valoherkkä pinta. (Tarkoma 2000, 18)

Käsikuvanlukijaa ohjataan nimensä mukaisesti kädellä digitoitavan kuvan ylitse. Laite on vietävä kuvan yli tasaisesti ja suoraan tai kuvasta tulee vino tai muulla tavoin vääristynyt. Lisäksi alkuperäiset kuvat eivät saa olla kovin suuria. Leveys suunnassa skannattava alue on vain noin 10 cm. Tosin uusimpien käsiskannereiden mukaan toimitetaan ohjelmia, joiden avulla useammasta kuvakaistaleesta voidaan koota yksi iso kuva.

Tasokuvanlukijat ovat kooltaan selvästi suurempia kuin käsiskannerit, mutta ne kykenevät lukemaan kerralla suurempia kuvia. Kuva asetetaan laitteen kannen alle lukualustalle, josta liikkuva lukupää lukee kuvan piirin avulla tietokoneen muistiin. Tasoskannerilla saadaan aikaan helposti hyvää jälkeä, eikä kuvan oikein asettamisen jälkeen tarvitse huolehtia lukuvirheistä.

Markkinoille on kehitetty niin sanottuja rumpuskannereita, jotka tuottavat erittäin korkeaa laatuista kuvia negatiiveista. Skannattava negatiivi kiinnitetään skannerin sisällä pyörivän sylinterin ulkokuorelle. Skannerin lukiessa kuvaa sylinteriltä, pyörii kuva erittäin suurella nopeudella kirkkaan valon edessä.

Lukupää liikkuu skannattavan alueen yli lukien samalla kuvan yksityiskohdat tietokoneen muistille. (Heinovirta 1996, 35 - 37)

### 3.2.1.2. DIGITAALIKAMERAT

Digitaalinen kamera tallentaa kuvan kemiallisen filmin sijasta valoherkälle elektroniselle kalvolle. Näin kuva on välittömästi digitaalisessa muodossa. Digitaalikamera voi olla joko erillinen laite, jossa on linssi ja tallennusvälineet, tai tavalliseen kameraan liitettävä digitaaliperä. Laite kytketään mikroon erillisellä kaapelilla. Lisäksi kuvia voidaan tallentaa kameroiden omille levykkeille tai uusimmat mallit mahdollistavat kuvien tallentamisen suoraan CD-ROM -levylle. (Heinovirta 1996, 39)

Digitaalikamera laitteena ei itse asiassa eroa kovinkaan paljon perinteisistä kameroista, vaikka ulkonäöltään nämä poikkeavat toisistaan melko paljon. Useimmat digitaalikameroiden ominaisuudet ovat samoja tai simuloivat klassisten kameroiden ominaisuuksia. Moderni tekniikka mahdollistaa kuitenkin laajemman valikoiman säätöjä kuin vanha tekniikka. Periaatteessa esimerkiksi yksittäisen pikselin tallentamaan kuvan osaan voitaisiin vaikuttaa säädöillä toisin kuin filmikameralla, missä tallennusmedian muuttumaton yksikkö on ruutu. Digikameran avulla kuvan hallittavuus on monipuolisempaa kuin klassisissa kameroissa. (Tarkoma 2000, 36)

### 3.2.1.3. KAMERASKANNERIT

Kameraskannereiden merkittävin ero tavallisiin kameroihin muodostuu kennotekniikassa. Kameraskannereiden kennot vastaanottavat valoa pidemmän aikaa kuin tavallisten kameroiden kennot. Kuva luetaan osa kerrallaan, jolloin originaalikoko voi olla suurempi kuin kennon maksimaalinen vastaanottokyky. Valokuvauskameran kenno voi vastaanottaa vain yhden kokoisia originaaleja, koska valotus tapahtuu erittäin nopeasti yhdellä kertaa.

#### 3.2.1.4. KUVAKAAPPAUS

Digitaalisen videokameran avulla on mahdollista tuottaa myös still -kuvia. Yhdistämällä videokamera erityisen kaappauskortin avulla tietokoneeseen, voidaan pysäyttää haluttu kuva ja tallettaa se tietokoneen muistiin. Kehittyneimmät digitaalivideokamerat toimivat myös still -kameroina tallentaen yksittäiskuvat JPEG -muotoon.

#### 3.2.1.5. PIIRTO-OHJELMAT

Eryteisesti tekniseen piirtämiseen tietokoneen avulla on markkinoilla lukuisia sovelluksia, jotka mahdollistavat kuvien tuottamisen digitaaliseen muotoon. Piirtämiseen käytetään joko hiirtä tai erityistä digitointipöytää, joka tulkitsee sen pinnalla tapahtuvat liikkeet ja välittää ne edelleen tietokoneelle. Kehittyneimmät pöydät tunnistavat jopa paineen, jolla kynää painetaan pöytää vasten. Tekniseen piirtämiseen tarkoitettut piirto-ohjelmat ovat pääsääntöisesti vektoripiirto-ohjelmia, sillä kuvien on oltava mahdollisimman tarkkoja tulostettaessa. (Heinoviirta 1996, 33-34)

#### 3.2.2. DIGITAALINEN KUVAMALLI

Ihmisen silmä näkee ympäröivän maailman jotakuinkin jatkuvana ja suurina pintoina. Analogisuudeksi kutsuttavassa ilmiössä ei huomio kiinnity yksittäisiin pisteisiin. Kaikki kuvausjärjestelmät, digitaalinen ja perinteinen mukaan lukien, perustuvat tasaiselle pinnalle oleville pisteille, jotka on saatettu valoherkiksi käytetystä tekniikasta riippuvalla tavalla. Perinteisessä kuvauksessa valoherkkä piste synnytetään kideryppäinä filmin pinnalle. Kiteet ovat valoherkkiä ja kertakäyttöisiä, sillä kun valon on annettu pysyvästi vaikuttaa kemialliseen pintaan piste muuttua luonnettaan pysyvästi. (Tarkoma 2000, 16)

Digitaalikuvausessa valoherkkä piste synnytetään piisirulle loogisena elementtinä, jolla on tarkka ja täsmällinen muoto. Valoherkkiä pisteitä kutsutaan pikseleiksi, jotka digitaalisessa kuvassa eivät ole kertakäyttöisiä kuten analoginen valopiste. Tietokonegrafiikan tutkijat loivat käsitteen pikseli

yhdistämällä englanninkieliset kuvaa ja elementtiä tarkoittavat sanat "picture" ja "element" (kuva-alkio). (Negroponte 1996, 113)

Digitaaliset pikselit valmistetaan yleensä ns. matriisina eli nelikulmion muotoisena ruudukkona, jossa pikselit jakautuvat riveihin ja sarakkeisiin. Mikrosirua, joka sisältää tällaisen pikselimatriisin kutsutaan nimellä kuvatunnistin. Yksittäisessä kuvassa kaikki pikselit ovat saman kokoisia ja muotoisia (neliömäisiä). Ainoa pikselit toisistaan erottava ominaisuus on väri. Digitaalisessa kuvassa käytetään myös nimitystä bittikartta, koska eriväristen pikseleiden sijainnilla bittikartassa ilmaistaan kuvan sisältö.

### 3.2.3. VÄRISYVYYS

Värisyvyydellä tai bittisyvyydellä tarkoitetaan yleisesti värien lukumäärää, joka voidaan tallentaa (esim. digitaalikameroilla tai skannereilla) tai näyttää (grafiikkakorteilla). Resoluutiota kasvattamalla saadaan lisättyä tarkkuutta, mutta tämä ei aina auta, jos kuvassa halutaan ilmaista paljon eri värejä ja sävyjä. Kun jokaista pikseliä kohden käytetään yksi bitti, voidaan ilmaista kaksi väriä, valkoinen ja musta. Yhdellä binääriluvulla, 0/1, voidaan ilmaista siis onko pikseli päällä vai ei. Bittien määrä kasvattamalla voidaan ilmaista enemmän värejä ja sävyjä. Oheisella taulukolla (seuraava sivu) havainnollistetaan bittisyvyyden ja värien määrän suhdetta.

**Taulukko 1 Bittisyyden lisäämisen vaikutus kuvan luonteeseen (Webster 1997, 52)**

Bit Depth	
Bits	Number of Colours
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64
7	128
8 (1 byte)	256
16 (2 bytes)	65 536
24 (3 bytes)	16 777 216
32 ("full colour")	16 777 216 plus a "special effect" channel

RGB on värijärjestelmä, joka perustuu kolmeen pääväriin eli punaiseen (Red), vihreään (Green) ja siniseen (Blue). Se on saapuvan valon järjestelmä, jossa voidaan luoda eri väriyhdistelmiä sekoittamalla valoja keskenään. Tämä niin sanottu additiivinen eli lisäävä värijärjestelmä tarkoittaa sitä, että osavärien summa on valkoinen. Subtraktiivisessa eli vähentävässä värijärjestelmässä osavärien summa on musta, sillä se perustuu heijastavaan valoon. CMY -värimallin perusvärit ovat syaani (Cyan), magenta (Magenta) ja keltainen (Yellow). (Sumiloff 1997, 45- 46 ja Tarkoma 2000, 25-26)

#### 3.2.4. DIGITAALIKUVA JA VÄRINHALLINTA

Värinhallinnalla tarkoitetaan menetelmää, jonka avulla värit toistuvat ennustettavasti alkuperäisestä lähteestä lopulliseen tuotteeseen. Sillä pyritään myös kasvattamaan julkaistavien tuotteiden laatua välttämällä värivirheitä. Koko julkaisuteollisuus pyrkii määrätietoisesti toistamaan värit mahdollisimman tarkasti originaalien mukaisina.

Digitaalikuvauksessa kuva muodostuu suoraan binääriseen muotoon, jolloin ei jää mitään originaalia, josta värit voisi tarkistaa. Tämän johdosta digitaalikuvaan

tulee olla upotettuna tieto sen väreistä eli profiili. Profiilin ansiosta kuvan vastaanottaja pystyy avaamaan kuvan väreiltään muuttumattomana.

Avoimeksi muuttunut työnkulku ja digitaalikuvan käyttömahdollisuuksien monipuolistuminen ovat luoneet tarpeet värinhallinnalle. Perinteiset tuotantojärjestelmät olivat suljettuja, jolloin väriasiat pidettiin hallinnassa järjestelmän sisäisellä kalibroinnilla. Nykyään digitaalikuvia levitetään moneen paikkaan ja tulostusalustojakin on lukuisia. Jotta alkuperäinen väriskaala säilyisi uudessa ympäristössä tarvitaan tietoa värien jakautumisesta originaalissa.

Apple kehitti vuonna 1993 järjestelmätasoisien värinhallintateknologian, jota pidettiin vaatimattomana, sillä se salli vain yhden profiilin käytön eikä teknologia tukenut edes CMYK-muotoa. Samana vuonna perustettiin laite- ja ohjelmistovalmistajien yhteenliittymä International Color Consortium (ICC), joka määritteli yleisen profiilin, josta on muodostunut ympäri maailmaa käytetty standardi. ICC-profiileita tehdään kaikista työnkulkuun osallistuvista laitteista. Profiili on aina laitekohtainen, ja se sisältää tiedon laitteen värintoistokyvystä. Näitä ICC-profiileita luodaan spektrofotometrimittauksin ja värinhallintaohjelman avulla. Profiilien tekeminen aloitetaan yleensä tulostamalla tai skannaamalla tarkoitukseen sopiva testiarkki. Yleisimmin "testiarkkeina" käytetään standartoituja IT8.x arkkeja, jonka yksittäisten värikenttien oikeat väriarvot on tiedossa. Spektrofotometri toimii mittalaitteena, ja se lukee näytöltä tai tulosteelta mitattavan laitteen perusasetuksilla saavutettavan värintoistokyvyn. Näin saatuja mittaustuloksia ja oikeita IT8.x arkinväriarvoja vertaillaan värinhallintaohjelmassa. Mikäli mitattu ja alkuperäinen väri eroavat toistaan, tehdään ongelmaväriksi korjaava arvo. Näin eri laitteiden välistä värintoistokykyä voidaan sovittaa toisiinsa. Lopuksi tämä korjaukset sisältävä tiedosto tallennetaan ICC-profiiliksi, joka on hyödynnettävissä työnkulussa.

Vuonna 1995 markkinoille tuli kehittyneempi värinhallintateknologia, joka tuki määriteltyjä ICC -profiilia. Sekä Mac OS- että Windows -käyttöjärjestelmät tukevat värinhallintaa. Mac OS:n värinhallintaohjelmiston nimi on ColorSync ja

Windowsin Image Color Management. Profiileilla varustettuja tiedostoja voidaan siirtää näiden järjestelmien välillä.

Digitaalikameroista ja skannereista tulevat tiedostot ovat RGB-tiedostoja eli kuva perustuu punaisen, vihreän ja sinisen värin yhdistelmään. Tietokoneiden monitorit käyttävät myös RGB-värejä, mutta kuvaa tulostettaessa tai painettaessa muodostuu kuva CMYK-väreistä. Värimallit eivät kuitenkaan määrittele tarkasti muodostuneita osavärejä, jolloin on mahdoton tietää esimerkiksi millaista punaista tarkoitetaan RGB:n punaisella tai millaista syaania CMYK:n syaanilla.

Erilaisten laitteiden kyky toistaa annettuja värejä vaihtelee. Jopa saman laitemallin yksilöerot aiheuttavat eroavaisuuksia värien toistossa, jotka aiheutuvat valmistustoleransseista johtuvista eroista. Vastaavaa ongelmaa ilmenee myös skannereissa ja digitaalikameroissa, jotka pystyvät toistamaan samaa väriä harvoin täysin samanlaisena. Laitteiden kykyä toistaa värejä kutsutaan sen värintoistoalaksi tai toistoavaruudeksi, josta käytetään myös nimitystä gamut. Tuotantoketjujen eri kokoiset toistoavaruudet ovat väriongelmien tärkein syy. (Porkka 2000, 46-48)

### 3.2.5. VÄRINHALLINTA SKANNEREISSA JA DIGITAALIKAMEROISSA

Mikäli skannaus tapahtuu dialta, on olemassa originaali, johon skannausta tai vedosta voi verrata. Skannerilaitte tulee kalibroida ja profiloida, jotta sen toistoavaruus saadaan kokonaan käyttöön. Skannereiden värintoistoala on monitoreita suurempi, jolloin kaikki värit eivät toistu ruudulle. Profiloitua kuvaa voidaan kuitenkin arvioida kalibroidulla ja profiloidulla näyttöruudulla, jos valaistuksena käytetään mahdollisimman hyvin päivänvaloa jäljitteleviä putkia, joiden värilämpötila on 5000 K.

Käytettäessä digitaalikameraa kontrolloidussa valaistusolosuhteissa, kuten studiossa, saadaan paras lopputulos kun kameraan tehdään profiili. Profiili määrittelee kuvatiedoston värit ja tiedostoa voidaan pitää digitaalisena diana.

Aina ei voida kuitenkaan kontrolloida valaistusolosuhteita, jolloin värit pitää määrittää kuvaruudulla ja tyytyä pienempään toistoavaruuteen.

### 3.2.6. KUVATIEDOSTOT

Digitoinnin ja käsittelyn jälkeen kuva tulee tallettaa, jotta sitä voidaan hyödyntää ja muokata edelleen myöhemmin. Mikäli tallennettaessa ei erityisesti määritellä tiedostomuotoa, tallentuu kuva käytettävän sovelluksen omaan formaattiin. Samassa formaatissa pysyminen varmistaa ohjelman kaikkien ominaisuuksien säilyttämisen. Kuvan jatkokäytön ja -käsittelyn kannalta on kuitenkin hyödyllistä, että se voidaan tallettaa yleiseen formaattiin, jotta muut sovellukset tunnistavat ja pystyvät vastaanottamaan sen. (Sumiloff 1997, 74)

Eri formaatit eroavat toisistaan muutamilla seikoilla:

**Väriavaruus:** Tietyt formaatit rajaavat tallennettävien värien määrää tai tukevat muuten vain yhdessä väriavaruudessa.

**Tulostusinformaatio:** Esimerkiksi printtaus- ja painovärejä koskeva informaatio saattaa kuulua tai olla kuulumatta formaatin tallentamaan informaatioon.

**Kuvan kompressio:** Jotkut kuvaformaatit pyrkivät kompressoimaan kuvaa pienemmäksi, toiset eivät.

**Informaatiohävikki:** Esimerkiksi JPEG hävittää tarpeettomaksi katsomaansa kuvainformaatiota päästäkseen pienempää tiedostoon

**Lisäinformaatio:** Formaatti saattaa kyetä tallentamaan varsinaisen kuvan lisäksi mitä tahansa lisäinformaatiota aina todelliseen multimediaan asti.



Markkinoille on kehitetty lukuisia eri tallennusformaatteja, joita eri sovellusvalmistajat käyttävät ja tukevat. Yleisimpiä ja käytetyimpiä ovat muun muassa seuraavat:

**BMP (BitMap)** – On yksinkertaisena bittikarttana tallennettu kuva. Tavallisesti tarkoitetaan Windows-bitmapkuva, jossa värit ovat Windows vakiopaletista. BMP-formaatissa ei käytetä mitään kompressoitua.

**GIF (Graphics Interchange Format)** – Formaatti on kompressoitu ilman hävikkiä ja rajoittuu vain 8-bittisiin kuviin. Värejä on korkeintaan 256 ja ne on tallennettu indeksoituna palettina. GIF tukee myös lomitettua kuvaa mahdollistaen kuvan näyttämisen vähitellen ja tarkentuvasti. GIF on animaatiotuensa ansiosta yleisin www-sivustojen mainosbannerin kuvaformaatti.

**JPEG (Joint Photographic Experts Group)** – Formaatti on kehitetty kuvan kompressoituihin. Vastaava tallennusstandardi on JFIF (JPEG File Interchange Format), joka tuottaa yleensä JPG-nimisiä tiedostoja. JPG mahdollistaa JPEG -kompressoitujen tiedostojen siirtämisen systeemistä toiseen. JPG on niin sanottu minimaalinen formaatti eikä siirrä mitään TIFF -formaatin kehittyneemmistä piirteistä. Se on kuitenkin internetin suosituin tallennusformaatti tarpeiden yksinkertaisuudesta ja tilansäästösyistä johtuen. Tyypillinen valokuva voidaan pienentää 5 prosenttiin alkuperäisestä koostaan JPG -tiedostoksi muuttaessa ilman www-käyttöä häiritsevää informaatiohävikkiä. Tiedon häviäminen kompressoituvaiheessa heikentää printtauksen lopputulosta ja varsinkin kirjapainotulosta.

**TIFF - (Tagged Image File Format)** – Suosittu formaatti on kehitetty vuonna 1986. Se on saavuttanut asemansa joustavuudellaan ja muuntautumiskykyisyydellään, jotka perustuvat uusien ominaisuuksien lisäyksellä standardisoidulla tavalla. TIFF -formaattissa olevissa tiedostoihin voidaan tallettaa kuvia erilaisissa väriavaruuksissa ja käyttää useita kompressiomenetelmiä. (Tarkoma 2000, 32)

### 3.2.7. VEKTORIGRAFIKKA

Vektorigrafiikalla luotu kuva perustuu matemaattisiin kaavoihin. Aina kuvaa muodostettaessa näytölle tai tulosteeksi, tulee tietokoneen tai kirjoittimen luoda kuvaa uudestaan matemaattisten kaavojen mukaan. Tietokone laskee koordinaatit (vektorit) annettujen solmupisteiden mukaan, jonka jälkeen viiva syntyy pisteiden välille annettujen ehtojen mukaan. Käyttäjän ei tarvitse huolehtia matemaattisten kaavojen muodostamisesta, vaan nykyiset sovellukset tarjoavat viivojen luomiseen tarkoitettuja erikoistyökaluja.

Vektorigrafiikalla toteutetut kuviot tallennetaan olioina, jolloin niiden muokattavuus on yksinkertaista. Ominaisuuksia, kuten esim. täyttöväri, koko, muoto tai sijainti, voidaan modifioida hyvin helposti ja nopeasti olion ympärillä olevien kahvojen avulla. Kuvan eri olioiden sijoittelu toisten päälle on myös mahdollista, ilman että muut elementit kärsisivät näistä muokkaustoiminnoista. Vektorigrafiikalla tuotettuja kuvia voidaan suurentaa miten paljon tahansa ilman, että tiedoston koko kasvaa. (Haugland 1998,14-17)

Vektorikuvan edut korostuvat kuvia tulostettaessa. Varsinkin PostScript-standardia tukevat laserkirjoittimet tulostavat vektorikuvat erittäin nopeasti ja pienetkin kuvat hyvin tarkasti. Vektorigrafiikkaa käytetään paljon suunnittelun apuvälineenä esim. CAD-kuvissa. Kuvat voivat sisältää paljon pieniäkin elementtejä. Näin vaikkapa talon piirustuksia voidaan tarkastella yleisellä ja yksityiskohtaisella tasolla. (Heinovirta 1996, 10)

## **4. DIGITOINTILAITTEISTOJEN TESTAUS**

Tässä kappaleessa esittelemme tutkimuksen kenttävaiheen kulkua digitointijärjestelmittäin. Tarkoituksemme on kertoa lyhyesti, kuinka digitointi tapahtui kokonaisuudessaan kullakin järjestelmällä.

### **4.1. DIAVALOKUVAUKSEN JA SCANMATE 5000 -RUMPUSKANNERIN TESTAUS**

Järjestelmän testaus alkoi 10.3.2001 testikuvan valokuvaamisella Studio Juha Sorrin tiloissa. Piirustus kiinnitettiin nastoilla pahvialustaan, joka oli puolestaan kiinnitetty lastulevyyn nitojalla. Tämän jälkeen mitattiin valotusmittarilla studiosalamalaitteiden antamat valonmäärät testikuvan pinnalta tasaisen valotuksen aikaansaamiseksi sekä varmistettiin filmipinnan ja testikuvan pinnan samansuuntaisuus vatupassilla. Studio-olosuhteiden järjestämiseen meni aikaa yhteensä 21 minuuttia. Kun kameran valotusaika ja suljin oli asetettu valotusmittarin antamiin asetuksiin, testikuva valokuvattiin Sinar-palkkikameralla, joka oli asetettu studiotason jalustalle. Objektiivina käytettiin Sinar Sinaron S MC:tä, jonka polttoväli oli f:180 mm ja valovoima 1:5,6. Filminä käytettiin 9 x 12 kokoista diafilmiä. Kuvaus suoritettiin kolmella eri valotusajalla ja näin syntyi kolme eri tavoin valotettua kuvaa, joista paras digitoitiin. Kuvauksen jälkeen valokuvat vietiin kuvanvalmistusliikkeeseen (Foto Saarinen) kehitettäväksi. Testikuvan alustaan kiinnittämiseen ja itse valokuvaukseen kului aikaa yhteensä 2 minuuttia 15 sekuntia.

Tämän jälkeen valokuvassimme testikuvan vielä rullafilmikameralla. Emme kuitenkaan päätyneet käyttämään näitä kuvia myöhemmin, koska rullafilmikamerassa käytetään pienempää filmiä, joka puolestaan tuottaa heikomman laadun kuin isomman dian (9 x 12) digitointi.

Kehitetyt diakuvat skannattiin Scanmate 5000 (Scanflow System) -skannerilla. Skanneri oli liitetty tietokoneeseen SCSI-portin kautta. Testissä käytetty

tietokone oli Applen Power PC G3. Skannausohjelmana toimi ColorQuartet 4.3.0.

Kuva asetettiin lasirullalle läpinäkyvällä teipillä ja rulla asetettiin skanneriin. Testiskannauksen yhteydessä ei käytetty varta vasten filminskannaukseen valmistettuja geelejä, jotka levitetään filmin ja lasirullan väliin ehkäisemään mahdollisesti syntyvät newton-renkaat, koska kuva pystyttiin kiinnittämään rumpuun riittävän tiukasti teipillä. Sitten kuvasta otettiin esikuva, jonka jälkeen pystyttiin rajaamaan lopullinen kuva-alue, joka tässä tapauksessa oli 60,1 x 87,9 mm. Tämän jälkeen suoritettiin varsinainen skannaus. Skannausohjelmassa käytettiin ohjelman antamia oletusasetuksia. Digitointiresoluutiona oli skannerin maksimitarkkuus 5000 dpi ja 36-bitin värisyvyydellä. Kuvan digitoiminen kesti 26 minuuttia 16 sekuntia. Kun kuva oli digitoitu se tallennettiin TIFF-muodossa CD-R -levylle.

## **4.2. SONY DSC-P1 DIGITAALIKAMERAN TESTAUS**

Kuvaus tapahtui Jyväskylän yliopiston tietojenkäsittelytieteenlaitoksen multimedian opintokokonaisuuden tiloissa 26.3.2001. Kuva asetettiin seinälle, johon heijastui luonnonvaloa kahdelta suunnalta – oikealta sekä kuvaajan selän takaa. Testikuva kiinnitettiin huokoiseen seinään nastoilla. Kuvauksessa käytettiin Sony DCP-P1 digitaalikameraa. Kuvaukset tehtiin sekä ilman kameran salamalaitetta että salamalaitteen kanssa, ilman ulkoisia salamalaitteita ja ilman jalustaa. Kameran resoluutioksi asetettiin maksimi, jolloin kuvakooksi tuli 2048 x 1536 pikseliä. Värisyvyydeksi kameran valmistaja<sup>33</sup> antaa 12 bittiä per kanava eli yhteensä 36-bittiä. Kuvantallennusformaatiksi valittiin TIFF. Kuva-alue rajattiin zoomaamalla, mutta ilman digitaalista zoomausta, joka olisi mahdollisesti huonontanut kuvan laatua. Kuvan ottamiseen meni aikaa kokonaisuudessaan 2 minuuttia 26 sekuntia, josta suurin osa käytettiin oikean rajauksen löytämiseen. Kuvauksen jälkeen

---

<sup>33</sup> Kameran valmistajan kotisivulla ilmoitetaan kameran värisyvyydeksi 12-bittiä per kanava. (Sony DSC-P1 Product Info, 2001)

kuvat siirrettiin Apple Power Mac G4 -tietokoneeseen kameran mukana seuraavaa USB-kaapelia pitkin. Kameran liittäminen tietokoneeseen ei vaatinut muita ohjelmia kuin ajurit kameraa varten. Kahden kuvan siirtämiseen meni aikaa 24 sekuntia.

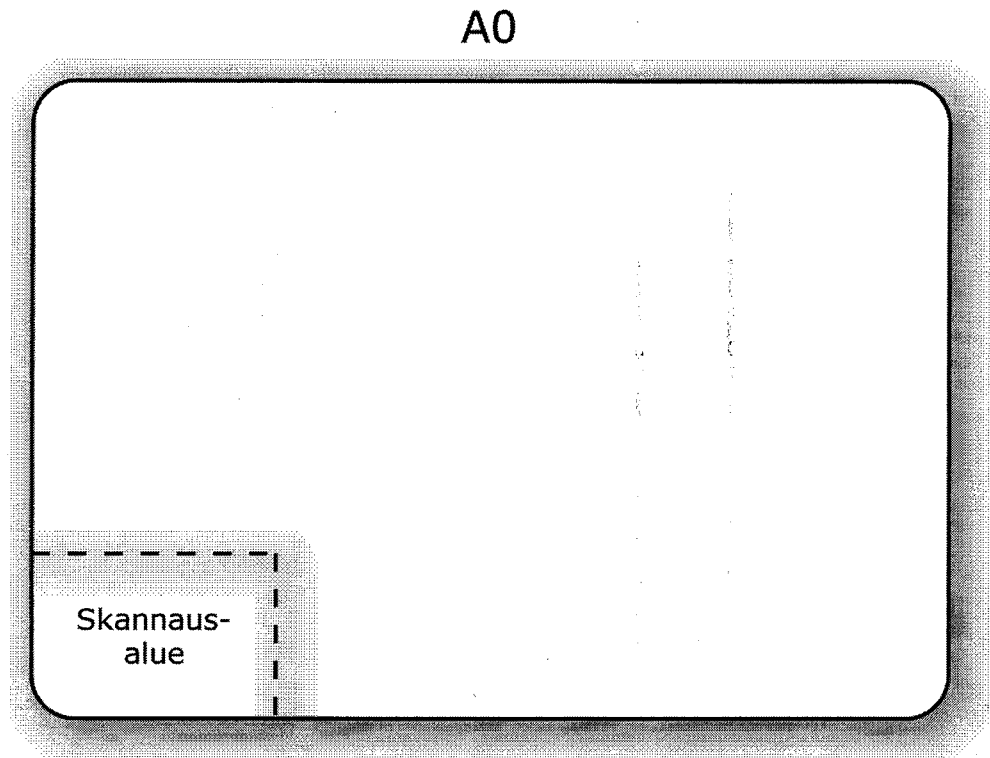
### **4.3. AGFA DUOSCAN HiD -TASOSKANNERIN TESTAUS**

Testaus tapahtui Alvar Aalto -museon tiloissa 27.3.2001. Testilaitteistona toimi Agfa Duoscan HiD, joka oli liitetty Compaq Deskpro EP/SB Series koneen SCSI-porttiin. Käytetyssä koneessa oli Pentium Pro II -prosessori ja 384 Mt muistia. Skannusohjelmana toimi Fotolook 32 V.3.50.0. Testikuva skannattiin suoraan originaalista 36-bittisellä (12-bittiä per kanava) värisyvyydellä ja 450 ppi:n resoluutiolla. Skannerin optinen maksimi resoluutio on 1000 x 2000 ppi ja värisyvyys 14 bittiä per kanava (Agfa Duoscan HiD, 2001). Kuva skannattiin skannerin maksimaalisella skannausalalla, joka oli 203,2 mm x 355,6 mm. Testikuva asetettiin skannerin tasolle jonka jälkeen käynnistettiin Photoshop 5.5 ohjelma. Photoshopista käsin käynnistettiin skannausta ohjaava Fotolook-skannausohjelma. Skannausohjelmassa kuva-alueeksi rajattiin skannerin sallima maksimaalinen alue. Skannukseen kului aikaa 4 minuuttia 15 sekuntia. Kuvan tallentaminen Photoshopista tietokoneen kovalevylle TIFF-muotoon kesti 2 minuuttia. Kun kuva oli digitoitu se tallennettiin vielä TIFF-muodossa CD-R -levylle myöhempää tarkastelua varten.

Agfa Duoscan -skannerin maksimaalinen digitointi-ala ei riittänyt A0-kokoon, vaan ainoastaan reiluun DIN A4-kokoon (209,9 x 297,04 mm). Kuvassa yllä (katso kuva 9., seuraava sivu) on havainnollistettu yhden skannauksen antama kuva-alue suhteessa pyrkimäämme A0-kokoon. Kuva olisi jouduttu oikeissa olosuhteissa yhdistämään kuudestatoista palasesta jotain kuvankäsittelyohjelmaa käyttäen. Testataksemme kuvien yhdistelemistä eri palasista teimme diakuvatusta ja skannatusta kuvasta edellä mainitun Duoscan-skannerin maksimaalisen kuva-alan kokoisia (noin A4) palasia. Nämä palaset yhdistettiin Photoshop 6.0.1 ohjelmassa. Tietokoneena käytettiin Apple

Power Mac G4:ää, jossa on muistia 192 Mt. Kuudentoista kuvapalasen yhdistämiseen kului aikaa 17 minuuttia.

Kuva 9. Duoscan skannerin maksimaalinen digitointialue suhteessa A0-originaaliin



## **5. TULOKSET**

Tässä kappaleessa tarkastelemme tutkimuksen aikana selvinneitä välittömiä tuloksia ja muodostamiamme päätelmiä. Arvioimme kunkin järjestelmän soveltuvuutta ja käytettävyyttä suurten arkkitehtuuripiirustusten digitointiin. Testattujen järjestelmien avulla saavutettua laatua vertailemme testikuvan osien tulosteilla. Vertailemme myös järjestelmiä keskenään sekä katsastamme tutkimuksemme ulkopuolelle jääneitä järjestelmiä, jotka soveltuisivat tarkoitettuun tehtävään mielestämme hyvin.

### **5.1. TUTKIMUKSESSA TESTATUT JÄRJESTELMÄT**

#### **5.1.1. DIAVALOKUVAUS JA SCANMATE 5000 -JÄRJESTELMÄ**

Kuten edellisessä luvussa on kuvattu, tämä järjestelmä sisältää lukuisia eri vaiheita, laitteita ja sovelluksia. Valokuvatessa perinteisellä kameralla voidaan kuvata periaatteessa äärettömän kokoisia originaaleja. Käytännössä hyvän laadun takaamiseksi originaalin koko rajoittuu kuitenkin studio-olosuhteisiin.

Järjestelmän hyvinä puolina voidaan pitää laitteiston laajaa käyttömahdollisuutta ja potentiaalista suorituskykyä. Sen lisäksi kuvattavasta originaalista jää dokumentti eli dia, josta voidaan ottaa kopiot myöhemmin pienillä kustannuksilla. Dokumentti toimii myös varmuuskopiona, jonka hyvästä säilyvyydestä on yleistä kokemusta. Varmuuskopion säilyttäminen ja arkistointi on yksinkertaista ja turvallista oikeissa olosuhteissa.

Järjestelmän heikkoina puolina voidaan pitää digitointiprosessin monivaiheisuutta. Originaalin käsittely vaatii aikaa ja ainakin kaksi henkilöä. Piirustus tulee asettaa alustalle, johon studiovalaistus voidaan suunnata ja valon tasaisuudesta voidaan varmistua. Valot tulee suunnata ja valon määrä mitata kuvattavan kohteen pinnan eri kohdista, jotta valaistus ei vääristä

originaalia. Kuvausvaiheessa tulee varmistua kohteen rajauksesta, valotusajasta ja filmivalinnasta. Valokuvatessa on siis monia muuttuvia tekijöitä, jotka vaikeuttavat prosessin toistettavuutta samanlaatuisena jatkossa. Valottuneen filmin kehityksessä on lisää muuttuvia tekijöitä. Jokainen kehitysprosessi on ainutlaatuinen käytössä olevien laitteiden, kemikaalien ja käyttäjän taitojen suhteen. Digitoidessa kehitettyä filmiä syntyy lisää työvaiheita, jotka kasvattavat kokonaisuutta. Digitoitava filmiruutu tulee kiinnittää skannerin lukualustalle huolellisesti. Skannereiden kyky toistaa värejä vaihtelee ja vaatii kalibroitua tietyn välein, jotta tasaisuus säilyisi. Saatua skannaustulosta tarkastellaan yleensä aina ensimmäiseksi tietokoneen kuvaruudulta, jonka kyky toistaa värejä muuttuu ajan ja käytön myötä.

Tutkimuksessamme mukana olleessa järjestelmässä lopputulokseen vaikutti kolme eri henkilöä: valokuvaaja, filmin kehittäjä ja skannaaja. Saavutettu lopputulos on kiinni kaikkien henkilöiden työpanoksesta. Jokainen voi kompensoida toisen työpanosta tiettyyn rajaan asti, mutta hyvä kuvaustulos antaa mahdollisuuden kehittää hyvä dia, josta on helppo skannata digitaalinen lopputulos. Prosessin standardointi on käytännön toiminnassa täysin mahdotonta lukuisten muuttuvien tekijöiden vuoksi. Kokonaisprosessi vaatii valtavasti voimavaroja ja aikaa. Kustannukset nousevat korkealle laadukkaiden laitteiden ja sovellusten vuoksi. Toisaalta laitteisto soveltuu moniin muihin tehtäviin, eikä niitä käytännössä hankita pelkästään piirustusten digitointiin. Käytettävyys suurten arkkitehtuuripiirustusten digitointiin on heikko lukuisten työvaiheiden, monien laitteiden ja sovellusten vuoksi. Prosessi vaatii lisäksi useamman henkilön sitoutumisen eri vaiheissa.

### 5.1.2. DIGITAALIKAMERA

Digitaalikameralla kuvattaessa originaali tulee asettaa alustalle, johon voidaan suunnata riittävä valaistus. Käytännössä tämä tarkoittaa samanlaista studioolosuhdetta, kuten kuvattaessa perinteisellä kameralla. Digitaalikamera tallettaa kuvan suoraan binaariseen muotoon eikä siis vaadi muita työvaiheita. Kuva



voidaan tallettaa väliaikaisesti kameran muistiin tai se voidaan siirtää kaapelin avulla välittömästi tietokoneen kovalevylle jatkokäsittelyä varten.

Kuvan tallentuminen suoraan haluttuun muotoon on järjestelmän suurimpia hyötyjä. Saatua tulosta voidaan arvioida nopeasti, mikäli kamera on yhteydessä tietokoneen kanssa. Pelkän kameran näytön perusteella on arviota vaikeaa tehdä, sillä näytöt ovat nykyisissä kameroissa suhteellisen pieniä. Järjestelmä on hyvin yksinkertainen käyttää eikä vaadi kuin yhden henkilön kuvausta suorittamaan. Originaalin turvalliseen käsittelyyn tarvitaan kaksi henkilöä, jotta kuvattava kohde saadaan hyvälle alustalle tasaisesti ja riittävän nopeasti. Originaalin käsittelystä huolimatta kokonaisaika jää melko alhaiseksi. Myöskään laitteiston hankinta ei vaadi suuria investointeja. Järjestelmän käytettävyys on erittäin hyvä, sillä kamerat ovat yksinkertaisia käyttää ja saatua tulosta on suhteellisen helppo tarkistaa välittömästi. Tämän järjestelmän avulla digitointi on suhteellisen helppo toistaa ja saavuttaa samanlainen lopputulos myöhemminkin.

Laadukkaat digitaalikamerat maksavat enemmän, mutta niiden mahdollistama laatu ja monipuoliset käyttömahdollisuudet lisääntyvät suhteessa hintaan. Järjestelmän heikkoina puolina voidaan pitää huonolaatuista lopputulosta tämän kokoisten originaalien digitoinnissa.

### 5.1.3. DUOSCAN HID -JÄRJESTELMÄ

Järjestelmän hyvinä puolina voidaan pitää alhaisia investointikustannuksia. Skannerin lisäksi tarvitaan tietokone skannerin ohjaukseen, skannausohjelmisto ja kuvankäsittelysovellus. Käytettävyyden lisäämiseksi suositellaan laitteistoon myös ulkoisia tallennusmedioita, esimerkiksi tallentavaa CD-kirjoitinta.

Kuva 10. AGFA DUOSCAN -SKANNERILLA TAPAHTUVA DIGITOINTI



Järjestelmän soveltuvuus myös muihin tehtäviin voidaan lukea tämän tyyppisten digitointijärjestelmien eduksi. Tavallisten kuvien lisäksi voidaan digitoida halpojen lisälaitteiden avulla esim. negatiiveja tai dioja. Digitoidun dokumentin käsittelyä voidaan suorittaa samoilla laitteilla kuin skanneria on ohjattu skannausprosessissa. Järjestelmässä ei ole monta muuttuvaa tekijää, sillä itse prosessi tapahtuu yhden laitteen avulla. Vaikka skannaus suoritetaankin yhdellä laitteella, lopputulosta arvioidaan yleensä tietokoneen näytöllä. Näytön väritoistettavuus muuttuu ajan myötä kuten myös skannerinkin, jolloin syntyy kalibroitatarve. Prosessin toistettavuus ihmisestä riippumatta voidaan pitää hyvänä, sillä laitteisto ja ohjelmisto ovat yksinkertaisia käyttää.

Järjestelmän heikkoina puolina voidaan pitää sen soveltuvuutta pinta-alaltaan suurien piirustusten digitointiin. Pienen skannausalueen vuoksi, originaali joudutaan skannaamaan useammassa osassa ja tämän jälkeen liittämään kuvan osat kuvankäsittelyohjelmalla takaisin yhdeksi isoksi kuvaksi. Originaalia joudutaan käsittelemään useaan kertaan, jotta sen kaikki alueet saadaan

käytettyä skannerin lukualueella. Originaalin runsas käsittely vaarantaa varsinkin vanhoja ja haurastuneita piirustuksia. Kuvaosien liittäminen toisiinsa heikentää järjestelmän käytettävyyttä, sillä liittäminen vaatii suurta tarkkuutta ja tämän vuoksi hidastaa kokonaisprosessia huomattavasti.

## **5.2. TUTKIMUKSEN ULKOPUOLELLE JÄÄNEET JÄRJESTELMÄT**

Tutkimusresurssien puutteen vuoksi emme voineet testata alkuperäisen suunnitelman mukaan seuraavaksi esiteltäviä digitointijärjestelmiä. Tiedot perustuvat valmistajien esitteisiin ja tuotteiden www-sivuihin.

### **5.2.1. KARTOSCAN FB VLS -JÄRJESTELMÄ**

Norjalainen yritys Kongsberg Scanners on kehittänyt KartoScan FB VLS -nimisen pintaskannerijärjestelmän, jonka maksimaalinen aktiivinen skannauspinta-ala 1940 x 5000 mm on tällä hetkellä maailman suurin. Laitteen valmistaja ilmoittaa järjestelmän geometriseksi yleistarkkuudeksi  $\pm 0.05$  mm ja toistettavuus tarkkuudeksi  $\pm 0.020$  mm. Skannausjärjestelmä pystyy lukemaan niin paperille kuin läpinäkyvälle alustalle tulostettua materiaalia. Resoluutio voidaan hallitusti vaihtaa 0.025 ja 0.1 mm välillä. Tiedon esitysmuodoksi voidaan valita joko binaari, 8-bittinen harmaasävy tai 24-bittinen väri (RGB). Digitoitu originaali voidaan tallettaa TIFF-muotoon joko kompressoituna tai kompressoimatta. (KartoScan FB VLS, 2001)

Tämän järjestelmän hyvinä puolina voidaan pitää skannausalueen suurta kokoa. Järjestelmän avulla kyetään skannaamaan suuriakin arkkitehtuuripiirustuksia ilman monimutkaisia välivaiheita. Digitointi perustuu yhteen laitteeseen ja vain yhteen prosessiin, jolloin muuttuvien tekijöiden kontrolloiminen on helpompaa kuin monessa muussa järjestelmässä. Kalibroinnin suorittaminen laser-tekniikalla takaa skannerin väritoistettavuuden myös pitkällä aikavälillä. Skannattavan kohteen päälle asetettava lasilevy ja ilmatiivis tyhjiö suojaa heikkokuntoisia originaaleja, jolloin digitointi onnistuu ilman suurempia riskejä. Saatu lopputulos, perustuen ilmoitettuihin arvoihin, on

korkealaatuista. Järjestelmän käytettävyyttä arkkitehtuuripiirustusten digitointiin lisää alkuperäinen tavoite kehittää järjestelmä juuri tämän kaltaisiin tehtäviin.

Valmistajan kotisivuilla annetaan ymmärtää, että laitejärjestelmää käytetään aktiivisesti monessa instituutiossa ja yrityksessä niin Norjassa kuin Ruotsissakin. Mitään konkreettista tulosta ei kuitenkaan ole nähtävillä, joten lopputuloksen tarkempi arviointi on vaikeaa. (KartoScan FB VLS, 2001)

Tiedusteluista huolimatta epäselväksi jäi skannauksen kesto, originaalin valmisteluun kuluva aika sekä kokonaiskustannukset. Skannausjärjestelmän soveltuvuus myös muihin skannaustehtäviin on ilman käytännön testausta mahdotonta arvioida. Laitteen huolto- ja päivitystarpeet eivät selviä annetuista lähteistä eikä valmistajalta saaduissa vastauksissa.

#### 5.2.2. DIPS-5000 -JÄRJESTELMÄ

Korealainen yritys S.I.E.T Co on kehittänyt DIPS-5000 -merkkisen suurten piirustusten digitointijärjestelmän. Valmistajan mukaan tämän järjestelmän avulla voidaan digitoida A0-kokoisia originaaleja nopeasti ja luotettavasti. Laite on suunniteltu vastaamaan olemassa olevien skannereiden toimintaongelmiin. Lukunopeutta on kehitetty monin tavoin perinteisiin skannereihin verrattuna. Dokumentti tallentuu välittömästi tietokoneen kovalevylle pakatussa muodossa laadun kärsimättä. Originaalin käsittely ennen skannausta on suunniteltu mahdollisemman helpoksi. Yksinkertaisten käyttöliittymien ja jalkapolkimien ansiosta skannaukseen kuluva aika suhteessa yksittäiseen originaaliin jää noin 5-10 kertaa pienemmäksi kuin muilla vastaavilla järjestelmillä. Laitteen rakenne on suunniteltu niin että itse skannausprosessissa ei yksikään laitteen osista liiku. (DIPS 5000, 2001)

Eräänä järjestelmän vahvuutena voidaan pitää sen tarjoamaa nopeutta. Skannaukseen kuluva aika on hyvin pieni luvattuun laatuun nähden. Käytettävyyttä on huomioitu pitkälle jo suunnitteluvaiheessa, joka lisää tehokkuutta. Näiden asioiden summana, lukuisia originaaleja skannatessa,

yksittäisen piirustuksen skannausaika jää vähäiseksi. Skannaukseen ei vaadita kuin yksi henkilö suorittamaan itse prosessi alusta loppuun, jolloin kustannukset jäävät alhaiseksi. Järjestelmä vaatii oheislaitteeksi vähintään 75 MHz Pentium tasoisen koneen, jolla saatu dokumentti voidaan taltioida. Järjestelmän kyky tallettaa suoraan tietokoneen kovalevylle pakatussa muodossa lisää varmasti nopeutta. Mikäli laatu pysyy korkeana, kuten esitteissä luvataan, on tämä suuri etu käytettävyyden suhteen.

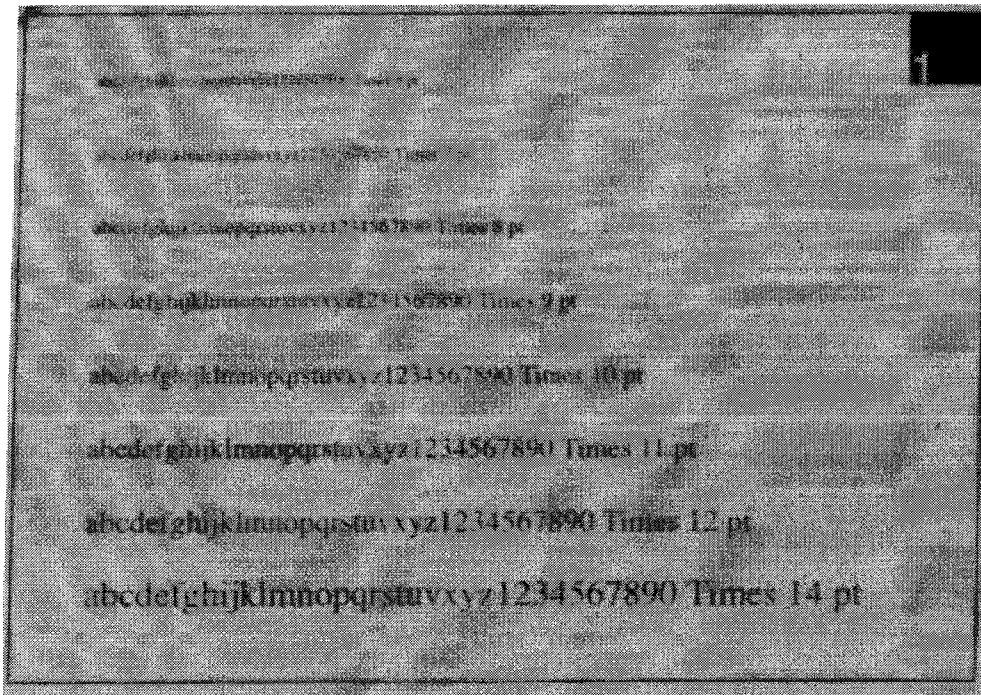
Heikkoina puolina annettujen tietojen perusteella voidaan pitää järjestelmän kykyä toistaa vain mustavalkoisia tai harmaita sävyjä, koska arkkitehtuuripiirustukset ovat ainakin osin taideteoksiin verrattavia artefakteja.

### **5.3. DIGITOINTITARKKUUDEN TESTAUKSEN TULOKSET**

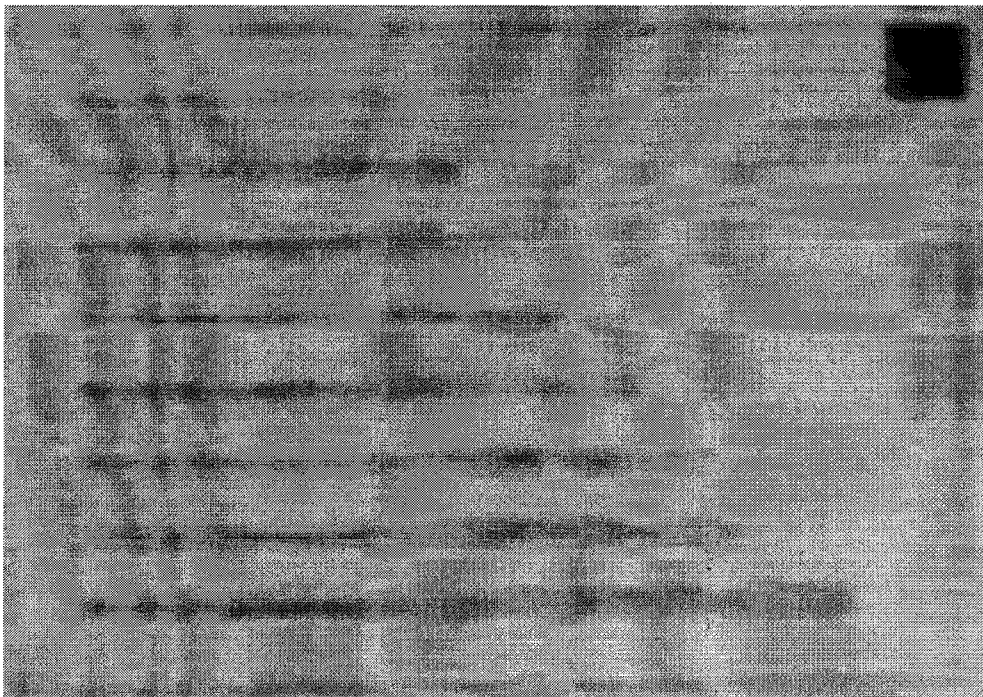
Testikuvan tarkastelu osoittaa selkeästi, että vain Agfa Duoscanilla originaalista digitoitu kuva on edellä annetun digitoidun kuvan vaatimustason mukainen. DSC-P1 digitaalikameralla otetun kuvan tarkkuus ei riitä lähellekään tavoitetta. Valokuvatun ja sitten digitoidun diapositiivin tarkkuus asettuu yhtä selkeästi näiden kahden väliin.

Agfa Duoscan -skannerilla digitoidun testikuvan tekstikentän (testikuvan kenttä 1) pieninkin teksti 6 pt on vielä täysin luettavaa ja vastaa silmämääräisesti täysin originaalia. Scanmate 5000 -skannerilla digitoidun diapositiivin tarkkuus ylittää puolestaan 10 pt tekstin luettavuuteen, 9 pt tekstistä on jo vaikea erottaa pienen c ja e-kirjaimen eroa. Digikameralla otetun kuvan tekstikentästä ei erotu muuta kuin tekstirivit, yksikään kirjain ei ole erotettavissa rivistä eikä näin muotoon luettavissakaan.

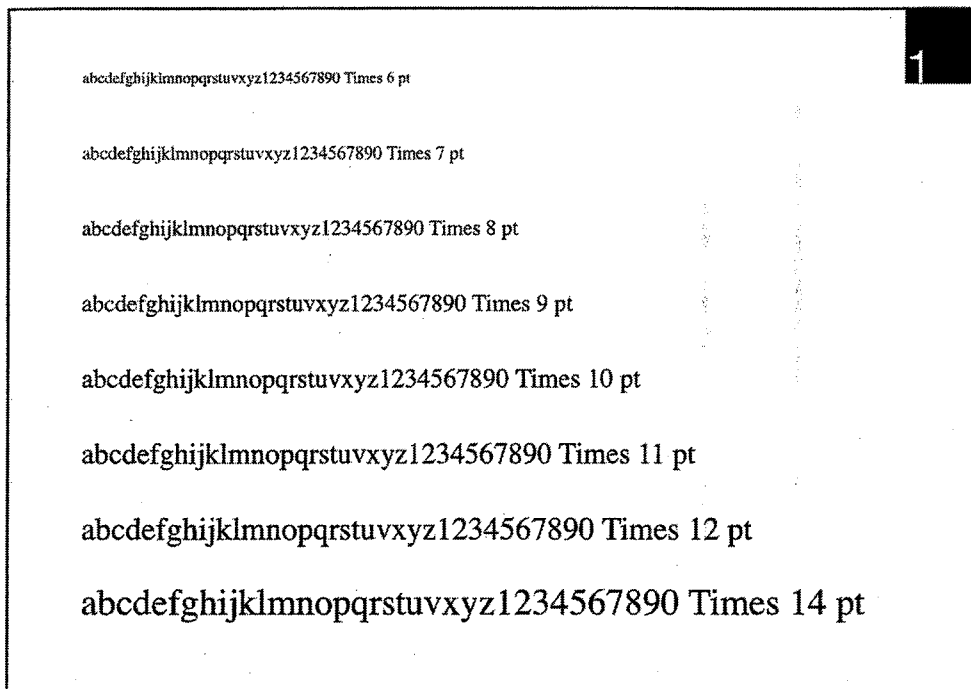
Kuva 11. SCANMATE 5000 - TULOS TESTIKENTÄSTÄ NUMERO 1



Kuva 12. SONY DSC-P1 – TULOS TESTIKENTÄSTÄ NUMERO 1

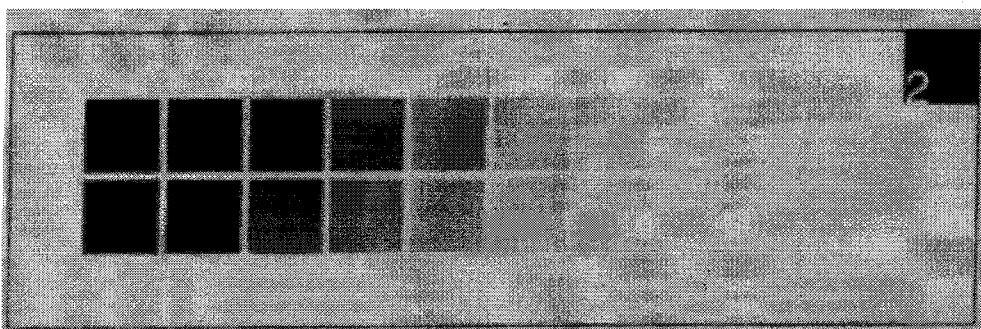


Kuva 13. AGFA DUOSCAN HID – TULOS TESTIKENTÄSTÄ NUMERO 1

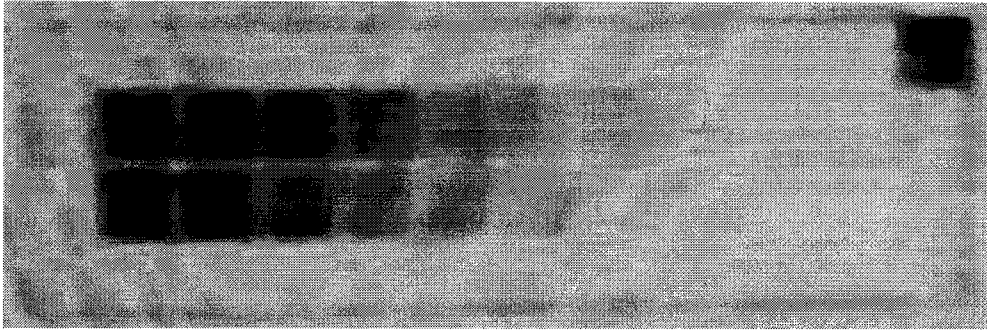


Testikuvan kentän 2 harmaasävyjen erottelukykyä mittaava kuvio kertoo kaikkien menetelmien samansuuntaisesta erottelukyvystä, vaikkakin jo edellä mainittu kuvien tarkkuus eroaakin huomattavan paljon. Tämä on selitettävissä näiden digitointimenetelmien maksimaalisen värisyvyyden hyvin samanlaisilla arvoilla - Duoscan 42-bittiä, Scanmate 5000 ja digitaalikamera 36-bittiä.

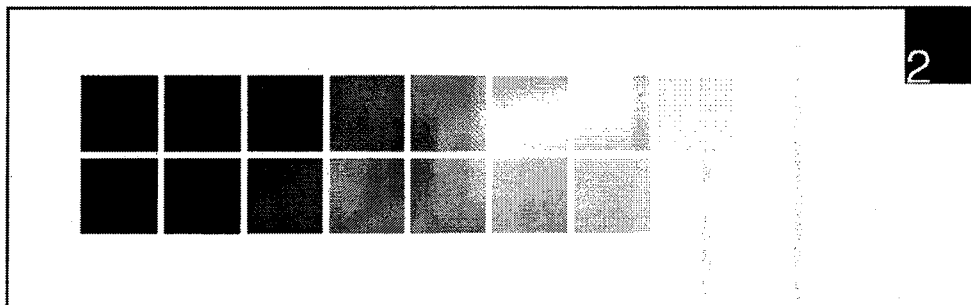
Kuva 14. SCANMATE 5000 – TULOS TESTIKENTÄSTÄ NUMERO 2



Kuva 15. SONY DSC-P1 – TULOS TESTIKENTÄSTÄ NUMERO 2



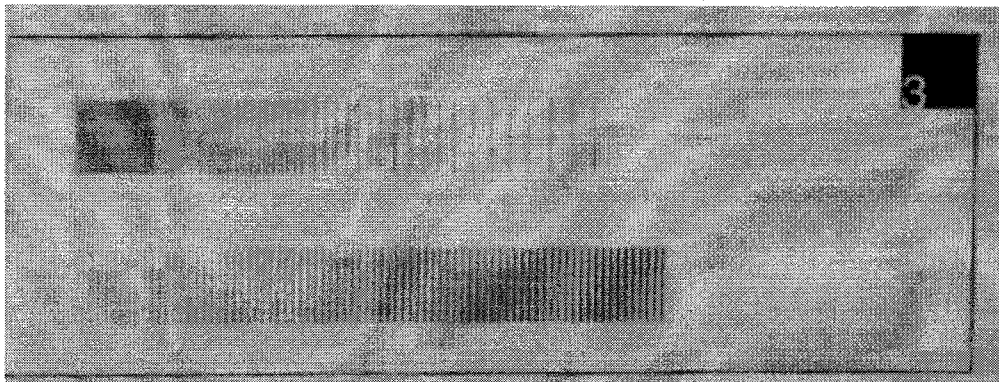
Kuva 16. AGFA DUOSCAN HID – TULOS TESTIKENTÄSTÄ NUMERO 2



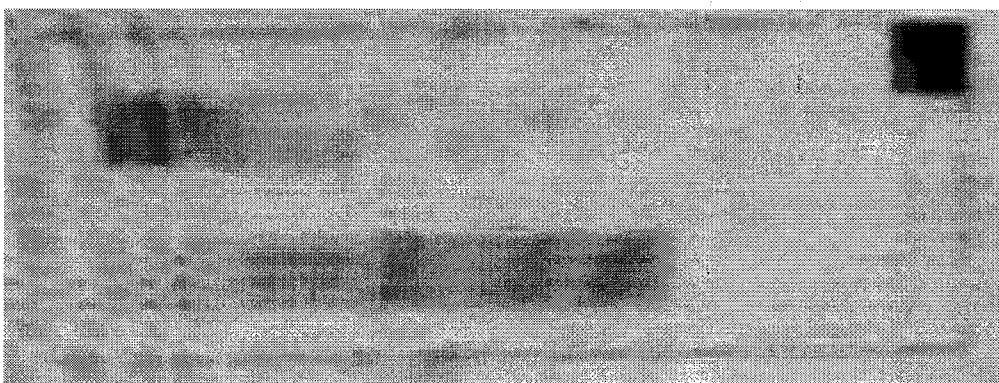
Kentässä 3 havaitaan jälleen digitaalikameran heikkous, digitoidussa testikuvassa viivojen tihentymät ovat havaittavissa vain sävyerojen muodossa. Scanmate 5000 -skannerilla syntyneestä tuloksessa ylemmän sarakkeen 2 vasenta ja tiheintä viivastoja muodostaa yhtenäisen sävyalueen mutta vasemmalta lukien kolmannen viivakentän viivasto on jo selvästi erotettavissa. Alemman sarakkeen ohuimmatkin viivat toistuvat vaikkakin heikosti Scanmate 5000 -skannerilla saadussa tuloksessa. Tasoskannerilla syntynyt tulos on lähes originaalin veroinen – sekä ylemmän sarakkeen tiheimmin sijoitetut viivat että alemman sarakkeen ohuimmat viivat erottuvat selkeästi ja terävästi.



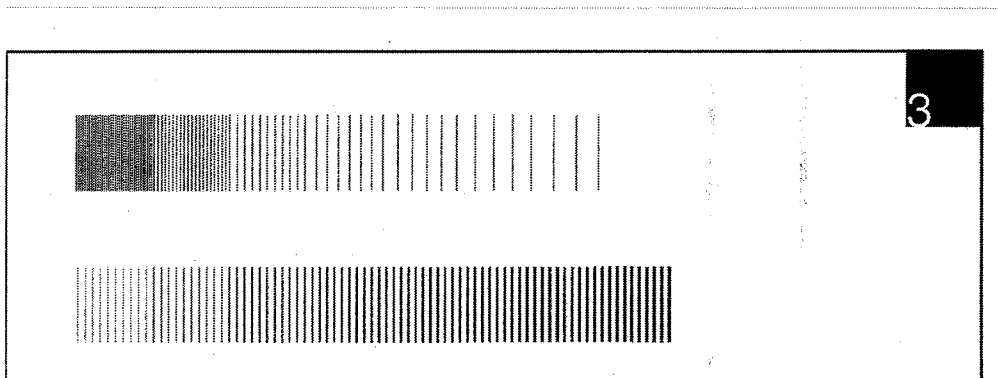
Kuva 17. SCANMATE 5000 – TULOS TESTIKENTÄSTÄ NUMERO 3



Kuva 18. SONY DSC-P1 – TULOS TESTIKENTÄSTÄ NUMERO 3



Kuva 19. AGFA DUOSCAN HID – TULOS TESTIKENTÄSTÄ NUMERO 3

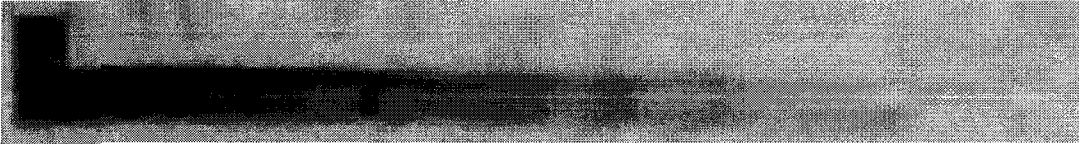


Kentän 4 antama tulos on verrattavissa edellä selitetyn kentän 2 tuloksiin. Kaikkien järjestelmien sävyerottelukyky on hyvin samansuuntainen, vaikkakin digitaalikameran tuottama kuva on epätarkka.

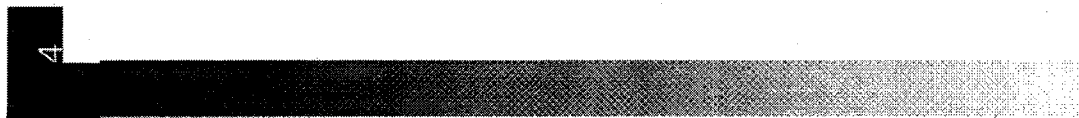
Kuva 20. SCANMATE 5000 – TULOS TESTIKENTÄSTÄ NUMERO 4



Kuva 21. SONY DSC-P1 – TULOS TESTIKENTÄSTÄ NUMERO 4



Kuva 22. AGFA DUOSCAN HID – TULOS TESTIKENTÄSTÄ NUMERO 4

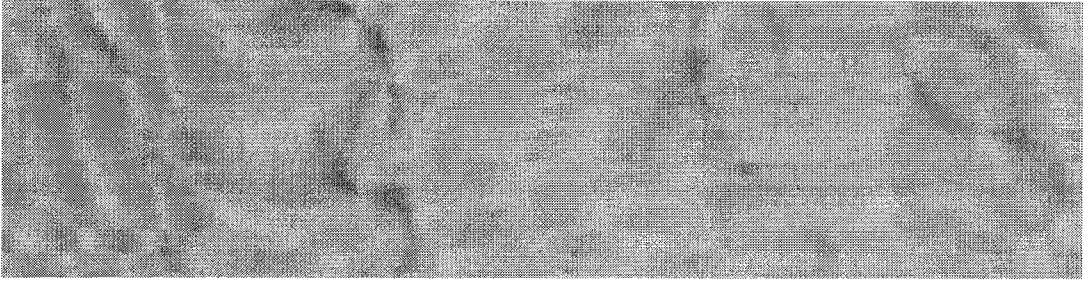


Kentän 5 tuottamilla tuloksilla on käytännön arkkitehtuuripiirustusten digitoitityön kannalta suuri merkitys, sillä se osoittaa usein lyijykynällä tehtyjen skissien digitoitokyvyn erot. Digitaalikameran antama tulos on jälleen heikko – ohuimmin piirretyt viivat eivät erotu lainkaan taustastaan ja vahvimmatkin viivat heikosti ja sumuisesti. Rumpuskannerilla digitoidusta diapositiivista on puolestaan heikosti erotettavissa ohuimmatkin lyijykynän jäljet. Vahvemmissa lyijykynän jäljissä on jopa erotettavissa lyijykynän jäljelle ominainen pehmeys. Kuten muutkin testikuvan kentät osoittivat, on tasoskannerin antama tulos paras myös kentässä 5, tasoskanneri pystyy erottelemaan lyijykynälle ominaisluonteen tarkkuudellaan.

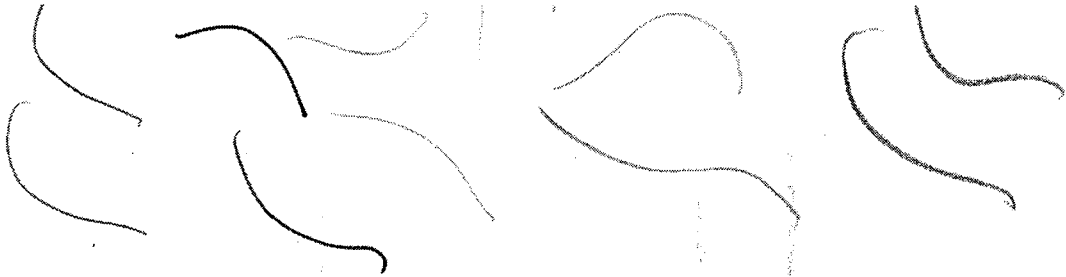
Kuva 23. SCANMATE 5000 – TULOS TESTIKENTÄSTÄ NUMERO 5



Kuva 24. SONY DSC-P1 – TULOS TESTIKENTÄSTÄ NUMERO 5



Kuva 25. AGFA DUOSCAN HID – TULOS TESTIKENTÄSTÄ NUMERO 5



Kokonaisuudessaan tasoskannerin tulos on odotettu ja etukäteen annetun tavoitteen mukainen. Agfa Duoscan tasoskannerilla digitoidusta originaalista pystytään tulostamaan 1:1 kokoinen reproduktio. Rumpuskannerilla digitoitu diapositiivi antaa myös tyydyttävän tuloksen, vaikka se ei pystykään kilpailemaan tarkkuudessa tasoskannerin kanssa. Digitaalikameran antama tulos on yksiselitteisesti huono – kamera ei pysty erottelemaan A0-kokoisesta originaalista yksityiskohtia.

#### **5.4. TESTATTUJEN JÄRJESTELMIEN VERTAILU**

Edellisessä luvussa osoitetaan selkeästi, että Agfa Duoscan HiD pystyy tuottamaan ainoana järjestelmänä tarvittavan suuren jäljenteen (1:1) A0-kokoisesta originaalista – paremmin kuin 300 dpi:n tarkkuudella. Diakuvauksen ja dian skannauksen (Scanmate 5000) tulos ylittää riittävään tulokseen, kun tavoitteena on painettu tai digitaalinen julkaisu. Digitaalinen kamera SONY DSC-P1 ylittää tulokseen, joka on riittävä digitaalisiin julkaisuihin ja kooltaan pienempinä kuvina mahdollisesti myös painettuihin.

Järjestelmistä kaksi tarkinta, tasoskanneri ja valokuvaus voivat vahingoittaa valonlähteillään<sup>34</sup> originaalia piirustusta samoin kuin digitaalikamera, kun kuvattaessa käytetään salamalaitetta. Originaali kärsii myös valokuvaustilanteessa fyysisesti, kun se kiinnitetään kuvausta varten johonkin alustaan. Tässä tutkimuksessa testikuvan kiinnitykseen käytettiin nastoja. Jos kuvaus pystyttäisiin järjestämään siten, että originaali olisi vaakatasossa olevalla pinnalla, esimerkiksi pöydällä, välttyttäisiin nastoilla tai neuloilla originaaliin tehtävistä rei'istä. Myös tasoskannerin kannen alle rutistettaessa piirustus saattaa saada fyysisiä vaurioita, erityisesti silloin kun kyseessä on suurikokoinen piirustus ja sitä pitää pyöritellä originaalin eri kohtien digitoimista varten. Näin voidaan sanoa, että kaikki testatut järjestelmät vahingoittavat jossain määrin originaalia, mutta karkeasti arvioiden syntyvät vahingot voivat olla suhteellisen pieniä ja ne voivat syntyä originaaleihin muussakin piirustusten käsittelyssä.

Valokuvaus vaatii suurta ammattitaitoa, erityisesti kun kysessä on ammattilaisten studiossa käyttämä palkkikamera (katso luku 5.1.1.). Testikuvan valokuvaamisessa jouduimme siksi turvautumaan Studio Juha Sorrin tarjoamiin palveluihin. Valokuvattaessa syntyneen dian skannaus, tasoskannerilla tapahtuva skannaus ja digitaalikameralla (Sony DSC-P1) tapahtuva valokuvaus ei puolestaan vaadi kohtuuttomasti tietotaitoa ja niiden käyttäminen ja hallinta on suhteellisen nopeasti opittavissa. Valokuvaajaksi täytyy puolestaan opiskella vähintäänkin ammattikorkeakoulutasolla

---

<sup>34</sup> Valokuvauksessa käytetään salamalaitetta ja tasoskannerissa valonlähde valaisee originaalia.

## Taulukko 2. Digitointiin käytetyt ajat järjestelmittäin.

Järjestelmä	Digitointiin käytetty kokonaisaika
Scanmate 5000	29 minuuttia <sup>35</sup>
Agfa Duoscan HiD	81 minuuttia <sup>36</sup>
Sony DSC-P1	3 minuuttia <sup>37</sup>

Yhden originaalin digitoimiseen käytetyt ajat löytyvät taulukosta 2 (yllä). Se osoittaa, että digitaalikameralla tapahtuva jäljentäminen on testatuista järjestelmistä prosessiltaan ehdottomasti nopein ja Duoscan-skannerilla tapahtuva digitointi yhtä selvästi hitain.

Seuraavan taulukon 3. (s. 84) laskelmissa kaikkien järjestelmien tietokoneena on käytetty samaa, PowerMac G4 -laitetta<sup>38</sup>, jonka hinta on Apple Studio Display -näytöllä varustettuna 29 350 mk, 4891,67 €. (TEKTOR: Tuoteluettelo ja hinnasto, 2001) Tämän lisäksi koneen hintaan on lisättävä SCSI-kortti<sup>39</sup> skannerin ja tietokoneen välistä datansiirtoa varten. SCSI-kortin hinta on 990 mk, 165 € (Mustapekka. Hinnasto, 2001) Sony DSC-P1 digitaalikamerasta data siirretään tietokoneeseen USB-portin kautta, joten SCSI-korttia ei tässä tapauksessa tarvita. Laitteiston ja ohjelmistojen kokonaishinnaksi tulee 37330 markkaa eli 6221,67 euroa, kun niihin lisätään vielä tarvittavan kuvankäsittelyohjelmiston, Adobe Photoshopin tuoreimman suomenkielisen päivityksen (versio 6 SF) hinta: 6990 mk, 1165 € (Mustapekka. Hinnasto, 2001). Taulukossa 3. on esitetty testattujen digitointilaitteistojen kokonaishinnat.

<sup>35</sup> Aika ilman valokuvauksen esijärjestelyyn (21 minuuttia) ja diojen kehitykseen kulunutta aikaa, koska nämä ajat eivät oleellisesti muutu onko kuvia 1-1000. Itse kuvan digitoiminen kesti 26 minuuttia.

<sup>36</sup> Aika koostuu seuraavista yhteenlasketuista ajoista: digitointi 16 X 4 minuuttia skannaamiseen + 17 minuuttia 16 kuvan yhdistämiseen yhdeksi kuvaksi.

<sup>37</sup> Aika ilman digitaalivalokuvauksen esijärjestelyyn (9 minuuttia), kuvauslaitteen asentaminen kulunutta aikaa.

<sup>38</sup> Power Macintosh G4/667 MTProsessori:G4@667MHz, 1Mt Cache / Keskusmuisti: 256Mt SD RAM / Kiintolevy: 60Gt Ultra ATA/66 / Sisäinen polttoasema: CD-RW / Näytönohjain: NVidia GeForce2 MX 32Mt VRAM / 2x FireWire -liitäntä (400Mbps) / 2x USB -liitäntä (12Mbps) / Sisäinen 56Kbps modeemi / Valinnainen tuki langattomalle verkolle (AirPort) / 10/100/1000Base-T Ethernet verkkoliitäntä / Apple Pro -näppäimistö ja Apple Pro Mouse -hiiri / Mac OS 9.1 FI käyttöjärjestelmä, iMovie 2 ohjelmisto. (TEKTOR: Tuoteluettelo ja hinnasto, 2001)

<sup>39</sup> Adaptec AHA-2930UMAC ultra SCSI PCI Mac -ohjain.

**Taulukko 3: Järjestelmän perustamiskustannukset pyöristettyinä euroihin**

Järjestelmä	Hinta	Tietokone	Digitointilaitteiston koko hinta
SCANMATE 5000	9 764,- <sup>40</sup>	6 222,-	15 986,-
Agfa Duoscan HiD	3 033,- <sup>41</sup>	6 222,-	9 255,-
Sony DSC-P1	1 042,- <sup>42</sup>	6 057,-	7 099,-

Digitointilaitteistoista hankintahinnaltaan kallein on Scanmate 5000-järjestelmä, jonka hinta on kokonaisuudessaan lähes 16 000 euroa. Skannerina Duoscan HiD on kolme kertaa halvempi kuin Scanmate, mutta kun tietokoneen ja ohjelmistojen hinnat lasketaan yhteen on Duoscan:in arvo hiukan yli puolet Scanmate:in hinnasta. Sony DSC-P1 -kameraan perustuvan järjestelmän kokonaishinta on alle puolet kalleimmasta Scanmate-järjestelmästä. Kaikkien järjestelmien hinta on kokonaisuudessaan suhteellisen pieni lukuun ottamatta Scanmate-skanneriin pohjautuvaa järjestelmää.

Käyttökuluja ei testaamistamme järjestelmistä tule digitointiin käytettyjen työtuntien lisäksi muiden osalta, lukuun ottamatta Scanmate-rumpuskanneriin perustuvaa järjestelmää. Diakuvien ottamisesta Studio Juha Sorri veloittaa 300 markkaa eli 50 euroa per valokuva. Tämä hinta sisältää laitekustannukset (studio-tila, kamera, objektiivi, jalusta ja salamalaitteet) sekä filmin ja kehityksen sekä työstä maksetun korvauksen. Scanmate-järjestelmän kokonaiskäyttökustannuksissa pitää huomioida sekä edellä mainittu 50 € että dian digitointiin käytetty aika 26 minuuttia/kuva. Näin käyttökustannuksia on lähes turha vertailla muulla kuin digitointi prosessiin käytetyn työajan perusteella (katso taulukko 2, s. 83), jolloin selkeästi käyttökustannuksiltaan selkeästi halvin systeemi on digitaalikameraan perustuva systeemi ja yhtä selkeästi kallein diakuvaukseen ja dian digitointiin perustuva systeemi, kun digitointiin käytettyyn aikaan lisätään valokuvauksen kustannukset (50 €/kuva).

---

<sup>40</sup> B&B Labteknik AB:n ilmoittama hinta skannreille on 89500,- Ruotsin kruunua (B&B Labteknik AB. Begagnat digitalt. 2001.) eli päivän (24.4.2001) kurssin mukaan (Yle teksti TV. 2001.)

<sup>41</sup>Varimport. Tuotteet. Agfa DuoScan HiD. 2001.

<sup>42</sup> Kampusdata. Digitaalityöt. 2001.

Digitointijärjestelmien kokonaishintojen vertailussa Scanmate 5000 -järjestelmä on sekä laite- ja käyttökuluiltaan kallein. Järjestelmän kalleus johtuu erityisesti sekä kalleimmista laitekuluista originaalin valokuvauksessa sekä itse digitointiprosessissa. Halvin järjestelmä on puolestaan Sony DSC-P1 -digitaalikamera, jonka laitehankinta- sekä käyttökulut ovat testatuista järjestelmistä selkeästi halvimmat. Agfa Duoscan -skanneriin pohjautuva systeemi asettuu näiden järjestelmien puoleen väliin. Kokonaiskustannukset menevät silti lähemmäs Scanmate 5000 -järjestelmää, aikaa vievän prosessin takia. Yhteenveto testatuista järjestelmistä ja niiden ominaisuuksista löytyy liitteestä 6.

## 6. YHTEENVETO JA JATKOTUTKIMUSSUUNNITELMAT

### 6.1. JOHTOPÄÄTÖKSET

Taulukko 4. Järjestelmien edut ja haitat

	Edut	Haitat
Scanmate 5000	digitoinnin yhteydessä syntyy valokuvat	hitaus, monet välivaiheet, laitteiston ja valokuvauksen kustannusten suuruus
Agfa Duoscan HiD	hyvä digitoinnin tarkkuus	hitaus, suuri työn määrä kuvankäsittelyyn
Sony DSC-P1	nopeus, kerralla valmis digitointitulos	huono digitoinnin tarkkuus

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että fyysiseltä kooltaan suuren historiallisen materiaalin digitoiminen on aikaa vievää, silloin kun pyritään kaikkiin käyttötarkoituksiin sopivaan eli mahdollisimman paljon originaalia vastaavaan lopputulokseen. Digitointiprosessien hitauden vuoksi laajojen arkistokokonaisuuksien digitoimisen aloittamista kannattaa miettiä tarkkaan.

Testattu Sony DSC-P1 digitaalikameraan perustuva järjestelmä tarjoaa kulttuurihistoriallisten originaalien dokumentointiin aivan liian epätarkan tuloksen eikä digitoinnin tulos näin sovellu niihin useisiin tehtäviin, joita digitoidulla kuvalla mahdollisesti tulisi olemaan. Erityisesti tutkijan tai esteettistä nautintoa etsivän museokävijän tarkkaileman jäljenteen tulisi vastata mahdollisimman tarkasti originaalia. Järjestelmän tuottama digitaalinen kuva voi soveltua kylläkin verkko- ja CD-ROM -julkaisuihin, silloin kun kuva esitetään PC-näytöllä eikä siltä oleteta yksityiskohtiin yltävää tarkkuutta.



Vertailu kahden muun testatun järjestelmän välillä ei tuo yhtä selkeää vastausta – molemmissa on omat etunsa. Duoscan -skanneriin pohjautuva järjestelmä on edullisempi ja tulos tarkempi, mutta digitointiprosessi on aikaa vievä. Scanmate 5000 -rumpuskanneriin pohjautuva järjestelmän selkeä etu on se, että prosessi tuottaa myös analogisen dokumentin originaalista. Tällä on painoarvoa, kun tiedetään kuinka epävarmaa on digitaalistenkaan dokumenttien säilyvyys aikojen kuluessa. Hiukan hataralla pohjalla ovat myös pelkän aineettoman (digitaalisen) dokumentin tekijänoikeuskysymykset (Katso luku 6.3.3.), jolloin analogisen originaalin (diakuva) olemassa olo tekee tekijänoikeuden hallintakysymyksestä selkeämmän. Molemmissa järjestelmissä on omat etunsa ja haittansa.

Tutkimuksessamme esiteltyjen, mutta valitettavasti testaamatta jääneiden järjestelmien etuina voidaan pitää niiden kykyä tuottaa originaalista yhdellä kertaa – ilman analogisia vaiheita – digitaalinen dokumentti. Testatuista järjestelmistä tähän pystyivät digitaalikamera ja tasoskanneri. Koska nämä kaksi järjestelmää eivät pysty tuottamaan joko tarpeeksi suurta digitaalistadokumenttia (digitaalikamera) tai tarpeeksi nopeasti (tasoskanneri), on testaamatta jääneillä järjestelmillä varmasti jotakin uutta annettavaa. Kuten edellä on selvitetty DIPS-5000 ja KartoScan FB VLS järjestelmillä pystytään digitoimaan suoraan hyvinkin suuria dokumentteja. Erityisesti KartoScan FB VLS -järjestelmän edut ovat kiistattomat, koska järjestelmä pystyy tuottamaan korkearesoluutioisia ja värisyvyydeltään 24-bittisiä dokumentteja erittäin suurista originaaleista (1940 x 5000 mm).

Kokonaisuudessaan nykyiset digitointijärjestelmät (testatut) soveltuvat huonosti suurikokoisten ja kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden arkkitehtuuripiirustusten digitointiin. Järjestelmät ovat joko liian hitaita ja siksi kalliita käyttää (Agfa Duoscan sekä diakuvaus ja Scanmate 5000) tai järjestelmien tarkkuus ei ole riittävä (Sony DSC-P1). Järjestelmistä nopein on digitaalikameraan pohjautuva järjestelmä ja hitain tasoskanneriin pohjautuva järjestelmä, joka johtuu pelkästään skannausalan pienestä koosta. Mikään testatuista järjestelmistä ei

aiheuta originaalille suuria pysyviä vaurioita ja näin kaikki testatut järjestelmät soveltuvat siltä osin museoiden ja arkistojen käyttöön.

Koska suurikokoisten kuvaoriginaalien digitointijärjestelmät eivät ole vielä tarpeeksi kehittyneitä, museoissa ja arkistoissa tulisi pohtia, sitä miksi, mitä ja ketä varten arkkitehtuuripiirustuksia halutaan digitoida. Käytettävät järjestelmät tulisi valita siltä pohjalta. Jos digitoinnille ei ole järkevää, suoraa ja akuuttia perustetta digitointiprosessin käynnistämistä kannattaa odottaa, koska järjestelmät kehittyvät hyvinkin nopeasti<sup>43</sup> ja tulevilla järjestelmillä digitointityö suoritetaan todennäköisesti yhä tehokkaammin ja edullisemmin. Tällaisina perusteina voidaan pitää muun muassa originaalien huonoa kuntoa, suurta yleisöä<sup>44</sup> ja tiedonhaun nopeutumista. Silloin kun digitointiin ryhdytään, tulisi se suorittaa mielestämme tarpeeksi laadukkaasti<sup>45</sup> ja yhdellä kertaa. Näin originaalia säästetään yhä uusilta digitointi ja dokumentointi kerroilta. Tämä on tärkeää siksi, että originaalia ei voi koskaan täysin korvata.

## **6.2. POHDINTAA DIGITAALISEN KUVAN TULEVAISUUDESTA JA UHKAKUVISTA**

### **6.2.1. DIGITAALISEN KUVAN TULEVAISUUS**

Lontoossa vuonna 1998 järjestettyyn ONLINE-konferenssiin kokoontui elektronisen kirjallisuuden ja julkaisualan yrityselämän edustajia ja tutkijoita. Heidän ennusteistaan voidaan poimia seuraavanlaisia digitaaliseen kuvaan liittyviä visioita:

Tulevaisuudessa vain 5 % tiedosta on tekstuaalista. Tieto visualisoituu kuvapankkien videovälityksen ja digitaalisten arkistojen myötä. Ohjelmistot kehittyvät älykkäämmiksi ja sisältävät entistä parempia ominaisuuksia, jotka

---

<sup>43</sup> Digitointijärjestelmät ovat kehittyneet hyvin nopeasti, kun vertaa testattuja järjestelmiä niihin joita kuvaprojekti 95 käytti. (katso luku 2.2.2.)

<sup>44</sup> Tällä tarkoitamme yleisön suurta määrää. Syntynyttä digitaalista dokumenttia voidaan jaella helposti ja nopeasti.

<sup>45</sup> Tarpeellisella laadukkaudella tarkoitamme luvussa 2.1. esiteltyjä arvoja.

tukevat multimedian tiedonvälitystä. Uusiin käyttöliittymiin sisältyy kolmiulotteisia indeksejä, käsitekarttoja ja visuaalisia navigointiohjelmiä. Tiedonhallinta laajenee nopeasti tekstin taakse kuvalliseen ja mediamuotoiseen aineistoon. (Ekholm 1999, 17)

Digitaaliset mediat tulevat lisäämään kuvan käyttöä entisestään. Samalla kuvan käyttö nopeutuu ja arkipäiväistyy. Tietoverkot ja sähköiset julkaisut mahdollistavat kuvien levityksen helpommin sellaisenaan. Värierottelua ei tarvita, joten kuvan käytöstä ei aiheudu erillisiä teknisiä kustannuksia, ainoastaan kuvan käyttöoikeudet maksavat.

Yleinen teknologinen kehitys vaikuttaa kuvien jakeluun ja hintaan. Nykyään kuvaa ostettaessa maksetaan yksittäisen kuvan käyttöoikeudesta. Rinnalle on syntymässä kuvakirjastoja, jotka myyvät kuvia täydellisillä käyttöoikeuksilla. Tämä vähentää yksittäisestä kuvasta saatavaa korvausta, mutta mahdollistaa kuvien myynnin useampaan kertaan. Kuvakirjastoja toimitetaan asiakkaille CD-ROM- ja DVD-levyillä tai verkon yli suoraan tietokannasta. (Sumiloff 1997, 22)

Kuvien arkistointi ja dokumentointi tulee olemaan keskeinen kysymys lähitulevaisuudessa. Kuinka valtava määrä tietoa voidaan tallettaa turvallisesti ja säilyttää silti tehokas tiedonhaku? Hajautettu tiedonhaku mahdollistaa monipuolisia palveluita, mutta lisää tietoturvallisuus haasteita. Tiedon jakelu erilaisia kanavia pitkin erilaisille alustoille vaatii yhtenäistämistä ja standardien luomista niin organisaatioiden sisäisessä jakelussa kuin globaalitasollakin.

#### 6.2.2. SUDENKUOPPIA

Digitaalisuus tarjoaa mahdollisuuden yhdistää suuria määriä materiaaleja, mutta tähän on helppo sokeutua. Kun valmistellaan digitaaliseen muotoon tuotetta, on myös aiheellista pohtia sitä, mitä otetaan mukaan ja onko materiaalin jatkuva lisääminen tarkoituksenmukaista. Vaikka digitointi on nykyään pääsääntöisesti hyvin yksinkertaista, ei kulttuuriamme voida

kokonaisuudessaan siirtää digitaaliseen muotoon ja varastoida. (Negroponte 1996, 97)

Digitoinnin myötä informaatio on yksinkertaisin metodein vapaasti manipuloitavissa ja muutettavissa ilman jälkiä. Kuvan digitoituminen koetaan suurena muutoksena, joka murentaa valokuvaan liitettyjä arvoja, koska sen totuudenmukaisuus murtuu. Elokvataiteen professori Jukka Sihvosen mielestä vuorovaikutus kuvan kanssa lisää epävarmuuden tunnetta arkipäiväisissä tilanteissa. Todellinen tila ja aika, sekä todelliset ihmiset, ovat kaikki tulleet epävarmoiksi ja suhteellistetuiksi tekijöiksi. (Oesch 1993, 71)

Kulttuuriset muutokset ovat monimutkaisia ja tapahtuvat hitaasti. Teknologian kehitys on puolestaan nopeaa ja johtaa oravanpyörään, jossa sovelluksia ja laitteita tuodaan markkinoille yhä kiihtyvässä tahdissa. Teknologian käyttöönotolle ei jää riittävästi aikaa, jotta sen todelliset, pitkäaikaiset hyödyt tulisivat esille. Tuotteen tullessa markkinoille se saattaa olla jo vanhentunut, sillä uudempi versio tai kokonaan uusi ratkaisu saattaa olla saatavilla lähitulevaisuudessa.

Teknologian muuttuminen nopeasti ehkäisee tuotteen perusteellisen käyttöönoton. Suuressa organisaatiossa uuden teknologian sisäänajo tapahtuu hitaasti, sillä kaikki laitteiston hankinta, asennukset, vanhan teknologian muutostyö ja henkilökunnan koulutus vievät aikaa ja resursseja varsinaiselta tuotannolta. Ennen kuin uusi teknologia tuottaa merkittäviä etuja tai voittoa, tulee siirtymävaiheen menetykset korvata.

### 6.2.3. DIGITAALISUUS JA TEKIJÄNOIKEUS

Digitaalisuus ja tietoverkot eivät tuo pelkkää hyvää mukanaan. Digitaalisen kuvan tekijänoikeudelliset kysymykset ovat paljolti ratkaisematta ja tästä on tullut suoranainen ongelma muun muassa museoalan julkaisujen saattamisessa verkkoon tai multimediksi. Digitaalista tekijänoikeutta koskevat lait ovat

vaihtelevia ympäri maailman ja ennakkotapauksia on vähän, koska asia on niin uusi oikeudellisissa käytännöissä.

Digitaalisuuden vaikutukset ulottuvat niin teosten luomisvaiheeseen kuin niiden tuotanto- ja jakeluprosessiinkin. Vaiheet ja niiden rajat hämärtyvät, sillä digitaalisen materiaalin käsittely on yksinkertaisempaa ja vaatii entistä vähemmän erityisiä työvaiheita. Eri materiaalia voidaan muokata, muuttaa ja yhdistellä lähes rajattomasti myös uusiksi multimediatuotteiksi. Digitaalitekniikan lukuisat käyttömahdollisuudet helpottavat tekijänoikeudella suojattujen teosten käyttämistä, mutta samalla vaikeuttavat tekijänoikeuden ja lähioikeuksien haltijoiden mahdollisuuksia valvoa ja toteuttaa oikeutensa. Erityisesti teosten siirtäminen maailmanlaajuisessa tietoverkossa aiheuttaa paineita kansallisiin tekijänoikeusjärjestelmiin. (Aholainen 1999, 34)

Monipuolisten digitaalituotteiden, kuten esimerkiksi multimediasovellusten, valmistaminen on kallista, sillä tuotanto käynnistyy vasta ohjelmointi- ja visuaalisten töiden jälkeen. Suomalaisen kustantajan kannalta liian tiukka tekijän yksinoikeus voi haitata tuotteen markkinoille pääsyä. Tämä huoli muodostuu myös monitekijäisyyteen, ja sitä myötä laajoihin ja monimutkaisiin tekijänoikeusmaksuihin. Uhkakuvana voidaan pitää digitaalisten teosten tuotannon siirtymistä ja keskittymistä niin sanottuihin ”tekijänoikeusparatiiseihin”, maihin, joissa tekijän yksinoikeutta on huomattavasti rajoitettu. Esimerkiksi Australiassa on otettu lähtökohdaksi avoin pääsy tiedon lähteille tekijänoikeuskorvauksien kustannuksilla. Euroopan Unionin kehityssuunta on tässä asiassa täysin päinvastainen Australian malliin nähden. (Aholainen 1999, 34)

Tekijänoikeuslainsäädäntö on viime vuosiin asti suojannut painettuja teoksia sekä teosten alkuperäisiä luojia. Kirjallisuus ilmaisumuotona on saanut pisimpään nauttia tekijänoikeussuojista. Tekijänoikeuden historian alkuvaiheessa 1500-luvun Englannissa, suoja nautti ainoastaan konkreettinen käsikirjoitus. Vasta 1900-luvulla tekijänoikeus laajeni käsittämään muun kuin

varsinaisen kirjallisen työn tekijänoikeuden alaiseksi. Vuonna 1911 määritelmään liitettiin kartat, merikortit, asemakaavat, taulukot ja myös kokoamateokset.

Tekijänoikeuslaki, 1. luku: ”Sillä, joka on luonut kirjallisen tai taiteellisen teoksen, on tekijänoikeus teokseen, olkoonpa se kaunokirjallisuuden tahi selittävä kirjallinen tai suullinen esitys, sävellys -tai näyttämöteos, elokuvateos, valokuvateos tai muu kuvataiteellinen teos, rakennustaiteen, taidekäsityön tai taideteollisuuden tuote taikka ilmetköönpä se muulla tavalla. Kirjallisena teoksena pidetään myös karttaa sekä muuta selittävää piirustusta tai graafista taikka plastillisesti muotoiltua teosta sekä tietokoneohjelmaa.”

Edellä esimerkki siitä kuinka Suomen laki määrittelee tekijänoikeuden kohteita eli teoksia. Teos-käsitteen määrittely pyrkii selventämään käsitteen merkitystä eri teoslajien kohdalla. Digitaalisen ympäristön mahdollisuudet luovat ongelmia teos-käsitteeseen. Laki sisältää hyvin erilaisia teoksia, teos viittaa aina itsenäiseen ja itsestään tietoiseen, koherenttiin ja muuttumattomaan kokonaisuuteen. Digitaalinen ympäristö ei kuitenkaan sulje pois teoksen mahdollisuutta, vaikka se on ominaisluonteeltaan lähes päinvastainen.

EU:n yhdentymispolitiikan myötä jäsenmaiden tekijänoikeuslainsäädäntöä on pyritty yhdenmukaistamaan. Digitaaliset teokset ovat erityisasemassa, sillä valtioiden rajat eivät rajoita informaation kulkua tietoverkkojen läpi maasta toiseen.

Digitaaliset teokset voivat jakautua osiin, jotka toimivat vain toisiinsa yhdistyneinä. Esimerkiksi tietokonepelien graafinen mallinnus ja äänimaailma reagoivat keskenään pelin edetessä. Toisaalta teoksen eri osat voivat muodostaa itsenäisiä teoksia, mikäli ne voidaan esittää erillään alkuperäisestä kontekstista. Digitoitumisen myötä lainsäädäntöön kohdistuu muutospainetta, jotta vaikeasti tulkittavilta ongelmilta vältyttäisiin.

Digitaalisille teoksille ja virtuaalisuudelle on ominaista välineen eli mediumin tekeminen mahdollisimman helpoksi ja huomaamattomaksi – läpinäkyväksi. Digitaalinen teos voi tulla niin liki käyttäjää, että konkreettisempi tekijänoikeudellinen teos-käsite menettää merkittävyyttään. (Aholainen 1999, 37-39)

Julkinen näyttäminen on perinteisesti tarkoittanut teoksen fyysisen kappaleen näyttämistä. Sen tyypillisiä kohteita ovat kuvataiteen ja arkkitehtuurin teokset. Ne puolestaan ovat suosittuja multimediasisältöjä. Tekijänoikeudellisesti kuvataiteen teoksen sisällyttäminen multimediaan ja edelleen saattaminen yleisön saataviin TV-ruudussa tai tietokonenäytöllä tarkoittaa teoksen näyttämistä. Lisäksi se on yleensä edellyttänyt kopion valmistamista. (Lampola 1996, 36-37)

#### 6.2.4. ANALOGINEN MAAILMA – DIGITAALINEN KULTTUURI

Digitaalinen vallankumous on ollut kehittyneissä maissa erittäin voimakasta viimeisen vuosikymmenen aikana. On hyvin vaikea nimetä aluetta, jonne numeerinen teknologia ei olisi tunkeutunut. Syitä vallankumouksen onnistumiselle on useita, mutta niistä voidaan nostaa esille seuraavat:

- Tekniikan digitoituminen on ollut kehitysaskel analogisesta maailmasta.
- Elektroniikan puristuminen kuluttajatuotteeksi on tuonut digitaalilaitteet suurelle yleisölle.
- Tietoliikenneyhteyksien kapasiteetin kasvu ja tiedonsiirron kustannusten lasku on edesauttanut vuorovaikutteisuutta.

Sekä globalisaatio että digitalisaatio ovat aikamme henkeen ja muotoutumassa oleviin prosesseihin viittaavia käsitteitä. Käsitteitä vastaavat kulttuuriset ja elämäntavalliset ideologiat ovat uusliberalistinen globalismi sekä teknofiilinen digitalismi. Globalisaatio ja digitalisaatio liittyvät keskeisesti paitsi

yhteiskunnalliseen modernisointiin sekä kulttuuriseen muutokseen. Mainitut käsitteet ovat kietoutuneet lähes erottelemattomasti yhteen viimeaikaisissa keskusteluissa informaatioyhteiskunnasta. (Järvinen & Mäyrä 1999, 57)

Kulttuurimurroksessa on kuitenkin syytä muistaa että maailma ympärillämme ei digitoidu. Aistiemme havaitsemat ja luonnossa syntyvät signaalit pysyvät analogisena, vaikka ne muunnetaan digitaalimuotoon siirtoa, käsittelyä ja tallennusta varten.

Digitaalisen kulttuurin vallankumous on syrjäyttämässä perinteisen analogisen esitys- ja tallennusmuodon. Tilalle on syntymässä alati teknistyvän ja verkottuvan maailman "digitaalinen äidinkieli". Teknologian murros on ollut perustana uusille digikäsitteille: digitaalinen kuva, digitaalinen musiikki, digitaalinen media, digitaalinen talous, digitaalinen sukupolvi, digitaalinen maailma, digitaalinen todellisuus. Varsinkin 1990-luvun aikana on digitaalisuudesta muodostunut keskeinen käsite, joka nähdään vuosituhannen vaihteen avainteknologiaksi. (Oesch 1993, 17-28)

Uusi, moderni media sisältää aina kytkentöjä takaisin vanhaan perinteiseen mediaan. Esimerkiksi elokuva- tai televisiokulttuuri ei ole syrjäyttänyt kirjakulttuuria, vaan täydentänyt ja monipuolistanut perinteisen kirjallisuuden lajeja. Elokuvien ja televisiosarjojen perusteina on aina käsikirjoitus, joka on kehittynyt uudemman median myötä. Digitaalikulttuuri ei tule syrjäyttämään analogista maailmaa, vaan täydentämään sitä. Joidenkin näkemysten mukaan digitaalinen kulttuuri on eräänlainen välivaihe. Tietyntyyppisen kulttuurin määreenä "digitaalinen" tulee hiljalleen katoamaan ja menettämään erityisyytensä, kun valtaosa kulttuurisesta kanssakäymisestä on ykkösten ja nollien muodossa. Tällä hetkellä elämme kuitenkin analogisen ja digitaalisen vuoropuhelun aikaa, ja se tulee jatkumaan vielä kauan. (Ekholm & Järvinen 1999, 37)



### 6.3. JATKOTUTKIMUSSUUNNITELMAT

Suunnitelmana on jatkaa asian käsittelyä seuraavaan pisteeseen suorittamalla lähempää tutustumista vaille jääneiden järjestelmien testaus ja seurata jo olemassa olevien järjestelmien kehitystä.

Syntyvien digitaalisten kuvien säilytys ja jatkokäsittely herättää myös mielenkiintoisia kysymyksiä. Jos kuvat digitoidaan A0-kokoon 300 dpi:n tarkkuudella, syntyvän kuvatiedoston koko on hyvin suuri 14046 X 9932 pikseliä (399,2 Mt). Tällöin kuvan käsittely vaatii koneilta paljon suorituskykyä. Samoin paljon päänvaivaa aiheuttaa kysymys, kuinka näitä tiedostoja säilöittäisiin. Jos kuvatiedostoja syntyisi vaikka vain muutamia tuhansia, tarvittavan levytilan koko täytyisi olla huomattavan suuri. Tämä tiedostojen koko-ongelma tuo taas lisää pohdittavaa siihen, mihin formaattiin ja millä pakkauksella kuvat pitäisi tallentaa sekä koon että laadun optimoimiseksi.

Tutkimuksen kuluessa heräsi myös mielenkiintoisia ajatuksia siitä, mikä on originaalin kuvan ja sen digitaalisen jäljenteen välinen suhde? Tämän ongelman lähempi tarkastelu jo tämänkin tutkielman teoreettisen taustan pohdiskelussa käytetyn semioottisen lähestymistavan kautta, voisi antaa tärkeitä tietoja käytännölle siitä mistä jäljenteissä – analogisissa ja digitaalisissa – on pohjimmiltaan kysymys. Aihetta ovat jossain mielessä edellä mainittujen (Katso luku 2.3.) lisäksi käsitelleet ainakin Morris Weitz (1982), William E. Tolhurst (1979) sekä Brittiläisen kommunikaatioteorian edustajat, kuten Stuart Hall (1973 ja 1980). Tällaisessa tutkimuksessa voitaisiin myös peilata sellaisia arvoja ja informaatiota, jotka on mahdollista digitoida suhteessa sellaisiin, joita ei voi saattaa digitaaliseen muotoon. Tätä kautta voitaisiin lähestyä digitaalisuuden rajoja, mikä on digitoitavissa ja minkä voi - Alvar Aallon käyttämää metaforaa lainaten (Katso sivu 7.) - ainoastaan tuuli kustantaa.

## **LÄHTEET JA KIRJALLISUUS:**

Agfa Duoscan HiD. (Viitattu 1.3.2001) Saatavilla html-muodossa: URL: [http://www.agfa.com/scanners/duoscan\\_HiD.html](http://www.agfa.com/scanners/duoscan_HiD.html). Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

Aholainen, M., 1999. Painetusta tekstistä digitaaliseen: Tekijänoikeudellinen näkökulma teos- ja tekijä -käsitteiden muutoksiin siirryttäessä painetulta aikakaudelta digitaaliselle. Pro Gradu –tutkielma, Jyväskylän yliopisto.

ALVARAALTO.FI. Museo. Näyttelyt. (Viitattu 3.3.2001) Saatavilla html-muodossa: URL:<http://www.alvaraalto.fi/museum/exhibitions.htm>. Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

ALVARAALTO.FI. Arkisto. (Viitattu 3.3.2001) Saatavilla html-muodossa: URL: <http://www.alvaraalto.fi/archive/index.htm>. Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

Beardsley, M., 1982. The Aesthetic Point of View: Selected Essays. Ed. Michael J. Wreen & Donald M. Callen. Cornell University Press, London.

Beardsley, M., 1983. An Aesthetic Definition of Art. Teokessa What Is Art. Ed Curtler Hugh. Haven Publications, New York.

Benjamin, W., 1983. Taideteos mekaanisen jäljentämisen aikakaudella. Artikkelikirjassa Kuvista sanoin – ajatuksia valokuvasta s.136-177. Koonnut Martti Lintunen. Suomen valokuvataiteen museon säätiö, Juva.

B&B Labteknik AB. Begagnat digitalt, 2001. (Viitattu 24.4.2001) Saatavilla html-muodossa: URL:[http://www.boblab.se/html/default\\_beg\\_digitalt.html](http://www.boblab.se/html/default_beg_digitalt.html). Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

Brusila, R., 2000. Graafinen muotoilu on kommunikaatioarkkitehtuuria kirjassa Visuaalinen viestintä - Monialainen tulevaisuus, s. 35-48. WSOY, Juva.

Crimp, D., 1990. Museon raunioilla. Kustannusosakeyhtiö Taide, Helsinki.

Curtis, B., Kellner, I., Over, J., 1992. Process modelling. Communications of the ACM, Vol. 35, No. 9, 1992, s. 75-90.

Dickie, G., 1974. Art and the aesthetic : an institutional analysis. Ithaca. N.Y.

DIPS 5000, 2001. (Viitattu 12.3.2001) Saatavilla html-muodossa: URL:<http://www.siet.org.sg>. Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

Drum Scanner. ScanMate 5000, 2001. (Viitattu 2.3.2001) Saatavilla html-muodossa: URL:<http://web.idirect.com/~newideas/scanmat5.htm>. Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

Ekholm, K. & Järvinen, A., 1999. Digitalisoituva julkaisukulttuuri. Tampereen Yliopiston Täydennyskoulutuskeskus. Cityoffset Oy, Tampere.

Feldman, T., 1997. Introduction to Digital Media. A Blueprint Book, London.

Flynn, D., 1992. Information systems requirements: Determination and analysis. McGraw-Hill Book Company Europe, England.

Hall, S, 1973. Encoding and Decoding in Television Discourse. Centre for Contemporary Cultural Studies. Stenciled Occasional Paper. Media Series 7.

Hall, S., 1980. Encoding/Decoding. Teoksessa: Culture, Media, Language. Ed. Stuart Hall. London.

Hallberg, T-J., 1985. Neljä tuntia digitaalitekniikkaa. Rastor. Jönköping.

Hamilton, E., 1992. Jpeg File Interchange Format. Version1.02. (Viitattu 3.3.2001) Saatavilla pdf-muodossa: URL:<http://www.w3.org/Graphics/JPG/Jfif.pdf>. Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

Haugland, A., 1998. Digitaalinen kuvankäsittely, Schildts Oy / Pagina, Tummavuoren kirjapaino Oy, Vantaa.

Heinonen, J. - Lahti, M., 1996. Museologian perusteet. Gummerus. Jyväskylä.

Heinovirta, J., 1996. Digitaalinen kuvankäsittely käytännössä, Suomen ATK-kustannus Oy, Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

Helggren, T. - Pärssinen, L. - Suhonen, M. 1998. Muisti. kansallisen aineiston digitointi ja verkkokäyttö. Loppuraportti. Yliopistopaino. Helsinki.

Hirsjärvi, S., 1992. Tutkimus ja sen raportointi, Helsinki Kirjayhtymä.

Iivari, J., 1997. User Information Satisfaction: A critical review. Encyclopedia of Library and Information Science, Vol. 60 (inpress).

Isohella, A.-R., 2000. Nordenskiöldin kansallisaarre pysyy piilossa. Helsingin Sanomat 10.9.2000, B1.

IPTC, 2001. (Viitattu 10.7.2001) Saatavilla html-muodossa: URL:<http://www.iptc.org/>. Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

Järvinen, A. & Mäyrä, I., 1999. Johdatus digitaaliseen kulttuuriin, Taide & Viestintä / Tampereen ammattikorkeakoulu, Tammer-Paino Oy.

Kahelin, J. & Kuokka, A., 1997. Paikkatietojärjestelmän vaatimusmäärittely: Menetelmävalinnan viitekehys ja määrittelyä tukeva kuvausmalli. Tietojärjestelmätieteen Pro Gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto.

Kampusdata. Digitaalituotteet. 2001. (Viitattu 15.4.2001) Saatavilla html-muodossa: URL:<http://www.kampusdata.fi/data/dataalku.html>. Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

KartoScan FB VLS, 2001. (Viitattu 3.3.2001) Saatavilla html-muodossa: URL:<http://www.kscanners.no>. Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

Kenney, A. & Chapman, S., Digital resolution for replacing text-based material: methods for benchmarking image quality, *The Lieber Quarterly*, 6, 1999.

Lampola, M., 1996. Multimedian tuottamisen ja jakelun julkinen opas. Tekes, Sipoo Paino-Center, Helsinki.

Leppänen, M., 1994. Metamodelling: Concept, benefits and pitfalls. Teoksessa *Proceedings of the Fourth International Conference Information Systems Development - ISD '94, Methods & Tools, Theory & Practice*. KAVC d.o.o, Kranj, 1994, 126-137.

May, A., 2000. Tietokone tutuksi: Digitaalinen valokuvaus, Schildts Kustannus Oy, Pagina, Espoo.

Mielonen, S. & Hintikka, K. 1998. Web-palveluiden käytettävyys ja tuotanto, Taideteollinen korkeakoulu, Koulutuskeskus, Mediastudio. Helsinki.

Museo 2000 - museopoliittinen ohjelma. Komiteamietintö 1999:8 (31:1999) Helsinki, 2000.

Mustalammi, E., 1996. Kuvaprojekti1995. (Viitattu 3.3.2001). Saatavilla www-muodossa: URL:<http://hul.helsinki.fi/~muisti/kuvapro.html>. Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

Mustapekka. Hinnasto. 2001. (Viitattu 3.4.2001). Saatavilla www-muodossa: <http://www.mustapekka.fi/>. Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

Negroponde, N., 1996. Digitaalinen todellisuus, Otava, Keuruu.

Nieminen, T., 1996. Kohti lukijan genrejä - johdatus semioottiseen lajiteoriaan. Tampereen yliopisto. Tampere.

Oesch, K. , 1993. Digitaalinen maailma, Otava, Keuruu.

Paatero, K., (toim.), 1993. Viiva - originaalipiirustuksia Alvar Aallon Arkistosta. Suomen rakennustaiteen museo. Helsinki.

Porkka, A., 2000. Digitaalikuva ja värinhallinta, Vuoden Lehtikuvat 2000, Suomen Lehtikuvaajat Ry, Painotalo Auranen, Helsinki.

Routila, L., 1985. Taidekasvatuksen tieteenala. Clarion. Keuruu.

Routila, L.,1986. Kuinka teen tiedettä taiteesta. Hämeenlinna.

Routila, L.,1995. A Theory of Art for Art Education. Julkaistu teoksessa: Art and Beyond. Finnish Approaches to Aesthetics. s. 104-125. International Institute of Applied Aesthetics and Finnish Society for Aesthetics. Jyväskylä.

Rumbaugh, J.,Blaha, M., Premerlani, W., Eddy, F., Lorensen, W., 1991. Object-oriented modelling and design. Prentice-Hall Inc. Engelwood Cliffs, USA.

Sony DSC-P1 Product Info (Viitattu 3.3.2001) Saatavilla html-muodossa osoitteessa: URL:<http://www.sonyeuropa.com/com/cons/imaging/frameset.html?tnav=digitalphoto/tnav.html&lnav=digitalphoto/lnav.html&main=dscp>.  
Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

Sumiloff, L., 1997. Graafisen suunnittelijan teknologia, Opetushallitus, Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

Sprague, R. H. Jr., 1995. Electronic Document Management: Challenges and Opportunities for Information Systems Managers. MIS Quarterly 19 (1), 29-49.

Standertskjöld, E., 1993. Alvar Aallon piirustusarkiston alkuvaiheista. Artikkele kirjassa Viiva - originaalipiirustuksia Alvar Aallon Arkistosta. Helsinki, 10-11.

Tanenbaum, A., 1996. Computer Networks, Prentice-Hall INC., Engelwood Cliffs, New Jersey.

Tarkoma, J., 2000. Digikuvaus: digitaalikamerat ja niiden käyttö, CredoNet Oy, Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

TEKTOR: Tuoteluettelo ja hinnasto. 2001. (Viitattu 3.3.2001) Saatavilla html-muodossa: <http://www.tektor.fi/>. Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

Tolhurst, W.E., 1979. On What a Text Is and How It Means. The British Journal of Aesthetics 19.

Tryfona, N., Hadzilacos, T., 1993. Semantic design for geographic applications. C.T.I. Technical Report 93.06.24, Computer Technology Institute, Patras Greek.

Tynynsniemi, J., 1999. Tiedon käytettävyyden arvioiminen liiketoiminnassa. Tietojärjestelmätieteen Pro Gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto.

Varimport. Tuotteet. Agfa DuoScan HiD. 2001. (Viitattu 24.4.2001). Saatavilla html-muodossa: URL:<http://www.varimport.fi/tuotteet-disp.cfm?id=700>. Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

Volotinen, V., 1997. Analoginen elektroniikka: Komponentit ja peruskytkennät, Werner Söderström Oy, Porvoo.

Volotinen, V., 1996. Digitaalitekniikka: Perusteet ja sovellukset, Werner Söderström Oy, Porvoo.

Vuorinen, Jyri 1997. Taideteos merkinä - Johdatusta semioottiseen taidekäsitteeseen. Tietolipas 149. Helsinki.

Webster, T., 1997. Web Designer's Guide to Graphics: PNG, GIF & JPEG. Hayden Books. Indianapolis.

Weitz, M., 1971. Writings on the General Theory of Signs. The Hague.

Weitz, M., 1982. Teorian tehtävä estetiikassa. Teoksessa Taide ja filosofia, s. 70-84. Toim. Markus Lammenranta ja Arto Haapala. Gaudeamus, Helsinki.

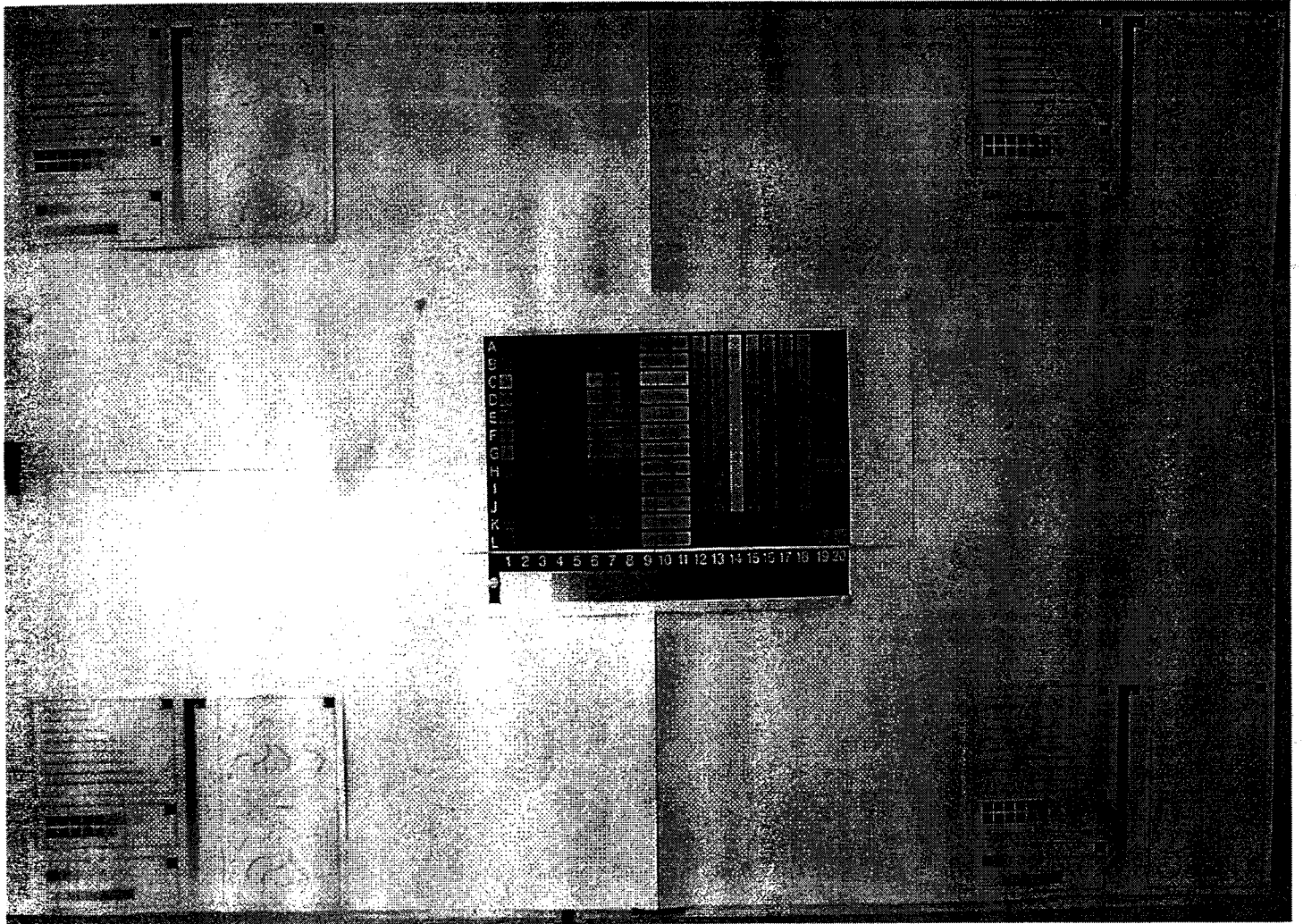
Yle teksti TV. 2001. (Viitattu 24.4.2001.) <http://www.yle.fi/cgi-bin/tekstiv/ttv.cgi/?PAGE=175&x=16&y=3>. Jäljennös tutkijoiden arkistossa.

Yordon, E., Model-driven System Development. Prentice-Hall Inc. Engelwood Cliffs, USA, 1993.

Yordon, E., Model Structured Analysis. Prentice-Hall Inc. Engelwood Cliffs, USA, 1989.



LIITE 1: TESTIKUVA KOKONAISSUUESSAAN



1

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 6 pt

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 7 pt

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 8 pt

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 9 pt

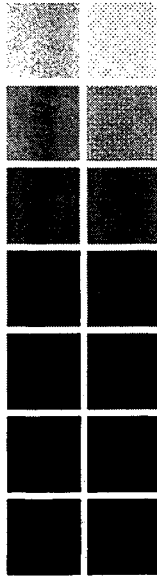
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 10 pt

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 11 pt

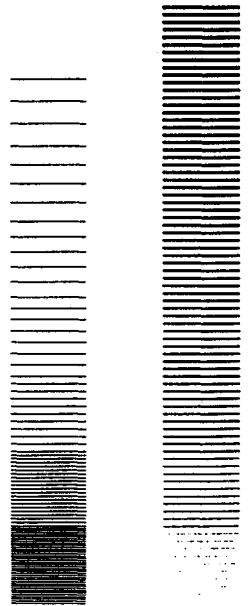
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 12 pt

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 14 pt

2



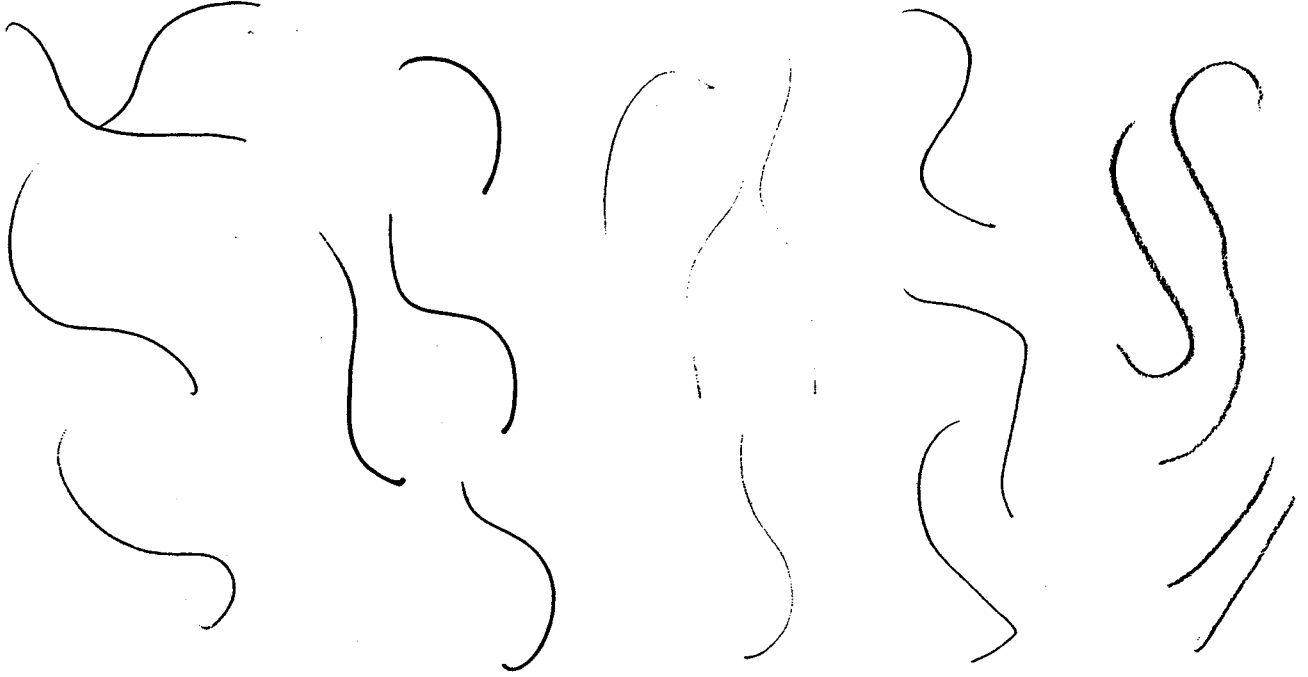
3



4

5

# LIITE 2 TESTIKUVA



1

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 6 pt

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 7 pt

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 8 pt

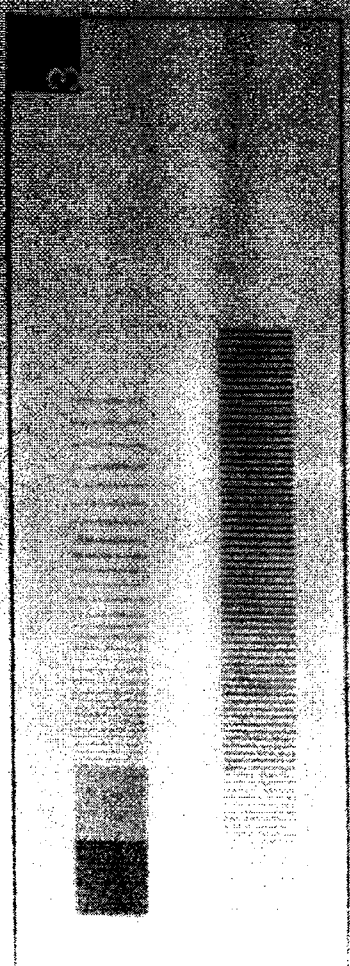
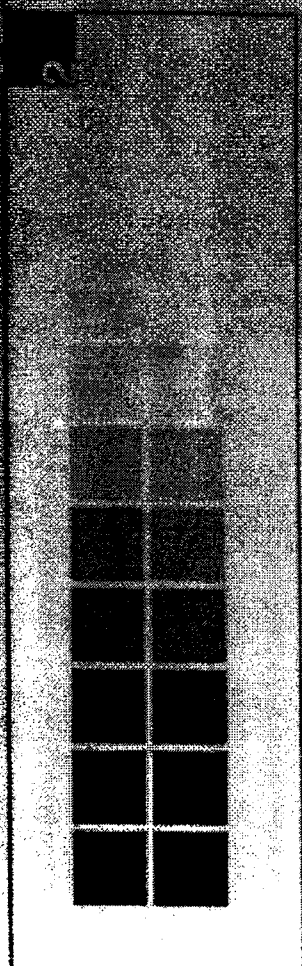
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 9 pt

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 10 pt

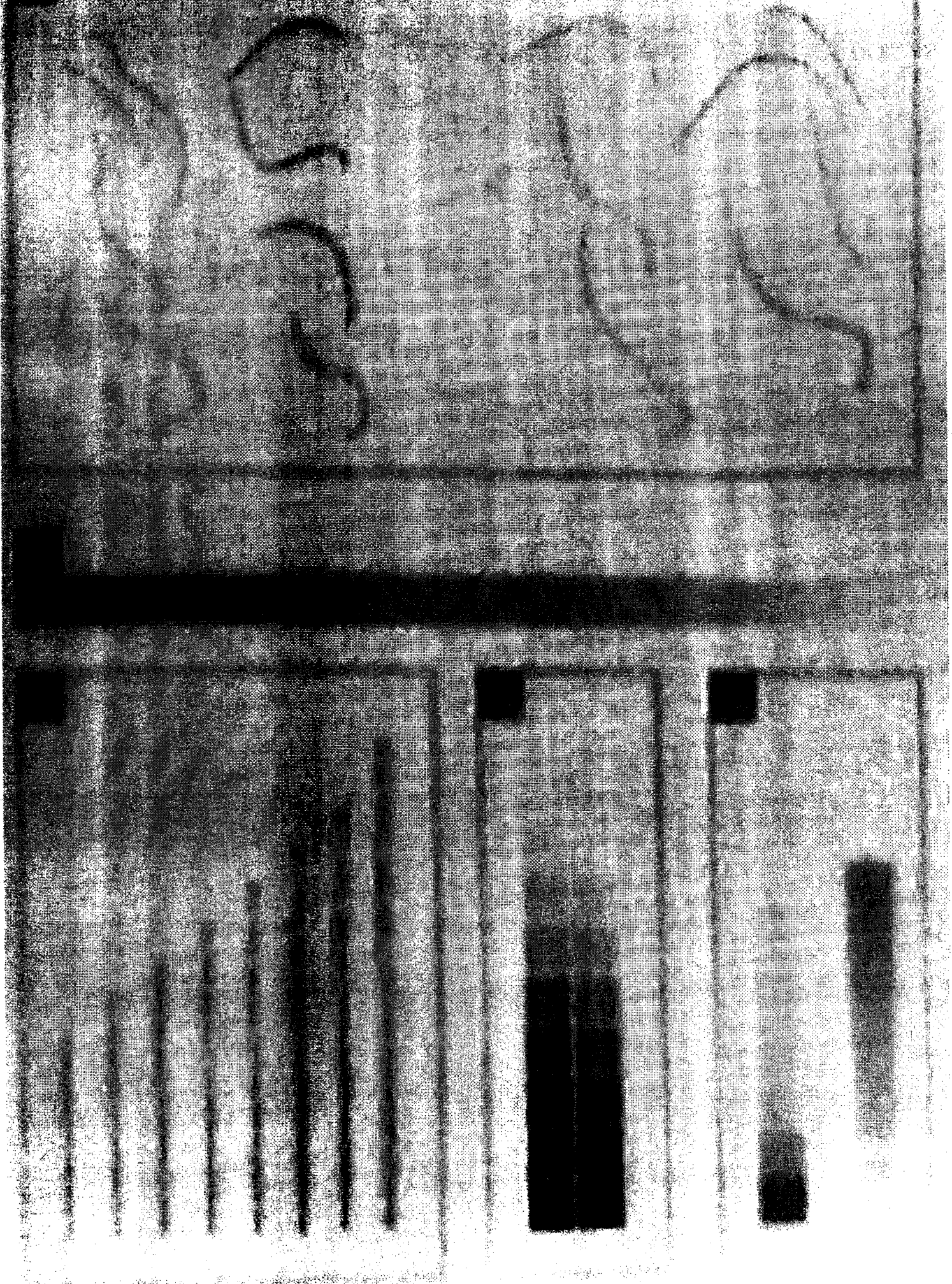
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 11 pt

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 12 pt

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz1234567890 Times 14 pt



LITTE 4: SONY DSC-P1 DIGITALIKAMERALLA DIGITOITU TESTIKUVA





4

1

abcdefghijklmnopqrsuvwxyz1234567890 Times 6 pt

abcdefghijklmnopqrsuvwxyz1234567890 Times 7 pt

abcdefghijklmnopqrsuvwxyz1234567890 Times 8 pt

abcdefghijklmnopqrsuvwxyz1234567890 Times 9 pt

abcdefghijklmnopqrsuvwxyz1234567890 Times 10 pt

abcdefghijklmnopqrsuvwxyz1234567890 Times 11 pt

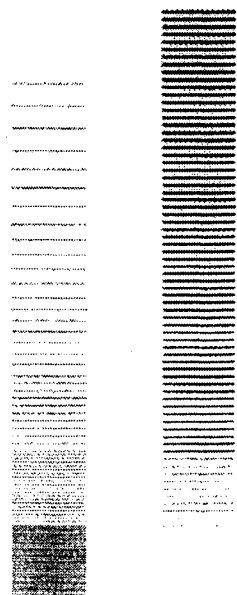
abcdefghijklmnopqrsuvwxyz1234567890 Times 12 pt

abcdefghijklmnopqrsuvwxyz1234567890 Times 14 pt

2



3



## LIITE 6

### TESTATUT DIGITOINTIJÄRJESTELMÄT

digitointijärjestelmä	Scanmate 5000	DSC-P1	Duoscan HiD
max. resoluutio (ppi)	5000	72	1000 x 2000
max. pikselimäärä <sup>46</sup>	43700 x 59646 <sup>47</sup>	2048 x 1536	8000 x 28000
max. värisyvyys (bit)	36	36	42
skannausalue (mm)	222 x 303	-	203,2 x 355,6
Tarvittavat laitteet	PC/Mac, SCSI-kortti ja -ajurit	PC/Mac, jossa USB-portti ja ajurit kameraa varten	PC/Mac, SCSI-kortti ja -ajurit
hinta (€)	9764,35,- <sup>48</sup>	1041,67,- <sup>49</sup>	3033,33,- <sup>50</sup>

<sup>46</sup> Pikseliä per maksimaalinen digitointialue.

<sup>47</sup> Drum Scanner. (ScanMate 5000. 2001.)

<sup>48</sup> B&B Labteknik AB:n ilmoittama hinta skannreille on 89500,- Ruotin kruunua (B&B Labteknik AB. Begagnat digitalt. 2001.) eli päivän (24.4.2001) kurssin mukaan (Yle teksti tv. 2001.)

<sup>49</sup> Kampusdata.. Digitaalituotteet. 2001.

<sup>50</sup> Varimport. Tuotteet. Agfa DuoScan HiD. 2001.