

D6.3: Demonstration techniques for future proof information archival and decoding and study of CAPEX/OPEX of current and future storage technologies

D6.4: Scalability tests for ingest, disclosure and IPMP techniques

D6.3: Demonstratie technieken voor behoud van informatie en decodeerbaarheid in de toekomst binnen een digitaal archief en studie van CAPEX/OPEX van verschillende huidige en toekomstige opslagtechnologieën voor digitale archieven

D6.4: Schaalbaarheidstesten naar ingest, ontsluiting en IPMP-technieken

BOM-VLAANDEREN

WP6: Demonstrator – ontwikkeling van een gemeenschappelijk innovatieplatform
Deliverable 3 and 4 (D.6.3 and D6.4)

1 Table of contents

1	TABLE OF CONTENTS.....	2
2	INTRODUCTION.....	4
3	DEMONSTRATOR CONTENT OVERVIEW	5
4	DIGITALISERING VAN OUDE DRAGERS BINNEN CULTURELE ARCHIEVEN.....	6
4.1	ACHTERGROND	6
4.2	DRAGERS	6
4.2.1	<i>FILM</i>	7
4.2.2	<i>VIDEO</i>	7
4.2.3	<i>AUDIO</i>	8
4.2.4	<i>VINYL</i>	8
4.3	CONCLUSIE	8
5	INTERVIEW MET NIMK DOOR RONY VISSERS (PACKED).....	9
6	VERLIESLOZE COMPRESSIE IN EEN PRODUCTIEOMGEVING	25
6.1	INLEIDING	25
6.2	TEST SEQUENTIES.....	26
6.3	RESULTATEN.....	27
6.3.1	<i>SD</i>	27
6.3.2	<i>HD</i>	28
6.4	CONCLUSIE	28
6.5	APPENDIX A – TECHNISCHE PARAMETERS VAN GECODEERDE VIDEOBEELDEN.....	30
6.6	APPENDIX B - TEST SEQUENCES	32
	OVERZICHT VAN DE TEST SEQUENTIES	32
7	BEWARING DOOR MIDDEL VAN TRANSCODERING IN EEN PRODUCTIEOMGEVING	39
7.1	INLEIDING	39
7.2	VERTREKKENDE VAN EEN BESTAAND ARCHIEF	40
7.2.1	<i>Meetopstelling</i>	40
7.2.2	<i>Resultaten</i>	42
7.3	KWALITEITSVERLIES BIJ HERHAALDELIJK CODEREN	47
7.3.1	<i>Bandbreedteverschil verliesloos en verlieshebbend</i>	49
7.3.2	<i>Conclusie</i>	49
7.4	CONCLUSIE EN VERDER ONDERZOEK	50
7.5	APPENDIX - TEST SEQUENCES	50
8	VIDEO QUALITY ANALYSIS IN A REALISTIC BROADCAST ARCHIVAL SCENARIO.....	56
8.1	INTRODUCTION.....	56
8.2	VRT VIDEO ARCHIVE AND FORMATS	58
8.2.1	<i>Tape formats</i>	58
8.2.2	<i>Film formats</i>	58
8.2.3	<i>File formats</i>	58
8.2.4	<i>1” reel</i>	58
8.3	FILM ALREADY ARCHIVED TO DIGITAL BETACAM.....	59
8.3.1	<i>Description</i>	59
8.3.2	<i>Quality comparison of D10 – DV25 and DigiBeta</i>	60
8.4	TAPE FORMATS	64
8.4.1	<i>Description</i>	64
8.4.2	<i>Quality comparison of D10 – DV25 and DigiBeta: PSNR and visual</i>	64
8.5	FILM MATERIAL.....	65
8.5.1	<i>Description</i>	65
8.5.2	<i>Quality comparison</i>	65

9	CAPEX AND OPEX OF CURRENT AND FUTURE STORAGE TECHNOLOGIES	67
9.1	INTRODUCTION: STORAGE NEED	67
9.2	COST OF STORAGE MEDIA.....	67
9.2.1	2007: price per GB.....	67
9.2.2	2008: price per GB.....	68
9.2.3	2009: price per GB.....	69
9.2.4	(S)ATA Disk price per GB 1999-2009	70
9.2.5	Price evolution.....	70
9.2.6	Future storage	71
10	SCALABILITY TESTS FOR INGEST, DISCLOSURE AND IPMP TECHNIQUES	72
10.1	INGEST	72
10.2	DISCLOSURE.....	73
10.3	IPMP TECHNIQUES	73
11	CONCLUSION	73

2 Introduction

This is the third and fourth deliverable of work package 6 (Demonstrator – common innovation platform). This deliverable will describe the final total ingested content for the demonstrator (on June 30th 2009), a study on formats and quality of video encoding and transcoding, a calculation of CAPEX and OPEX of current and future storage technologies and a description of the scalability of a central digital archive.



3 Demonstrator content overview

On June 30th, 2009, the demonstrator at IBBT contained 170 full LTO4 tapes (800GB uncompressed) for a total of about 140 TB. This is a lot more than the 100TB which was targeted at the beginning of the BOM-VL project.

Total size of the low resolution browse format and keyframes is about 6.5TB.

There are 12000 video objects in the database, about 37000 picture objects (of which most have to be processed), and about 1800 audio objects.

In total this means about 7500 hours of video content and about 90 hours audio content.

There are about 200.000 fragments in the video content with individual metadata.

About 140.000 different keywords are in use.

The top keyword is 'europese landen' and is used about 77074 times.

(other top keywords include: Belgie, verklaring, interview,muziek, opname, sport).

The first really interesting keyword is Brussel (12798).

However the ingest process is still going on and amongst others content which has been digitized by external parties (from Umatic, 1" reels, VHS, ...) is still underway (more than 160 hours, 16TB uncompressed video).

If this content will also be ingested in the BOM-VL demonstrator, content from the following parties will be present:

- Boekentoren
- Amsab
- Muhka
- SMAK
- Stadsarchief Antwerpen
- Filmarchief
- Argos
- Muziekcentrum Vlaanderen
- ATV
- AVS
- TVOost
- TVLimburg
- KanaalZ
- RingTV
- ROB-TV
- RTV
- SBS Belgium
- TV-Brussel
- MAI – Vitaya
- VMMA
- VRT
- WTV/Focus TV

In the meantime, Comsof also developed a web interface and search on top of the archive which could be used as a simple interface (e.g. only search and browse, no editing of metadata, slower browse experience than the MediaDRAIN client), which looks as shown in the Figure below.

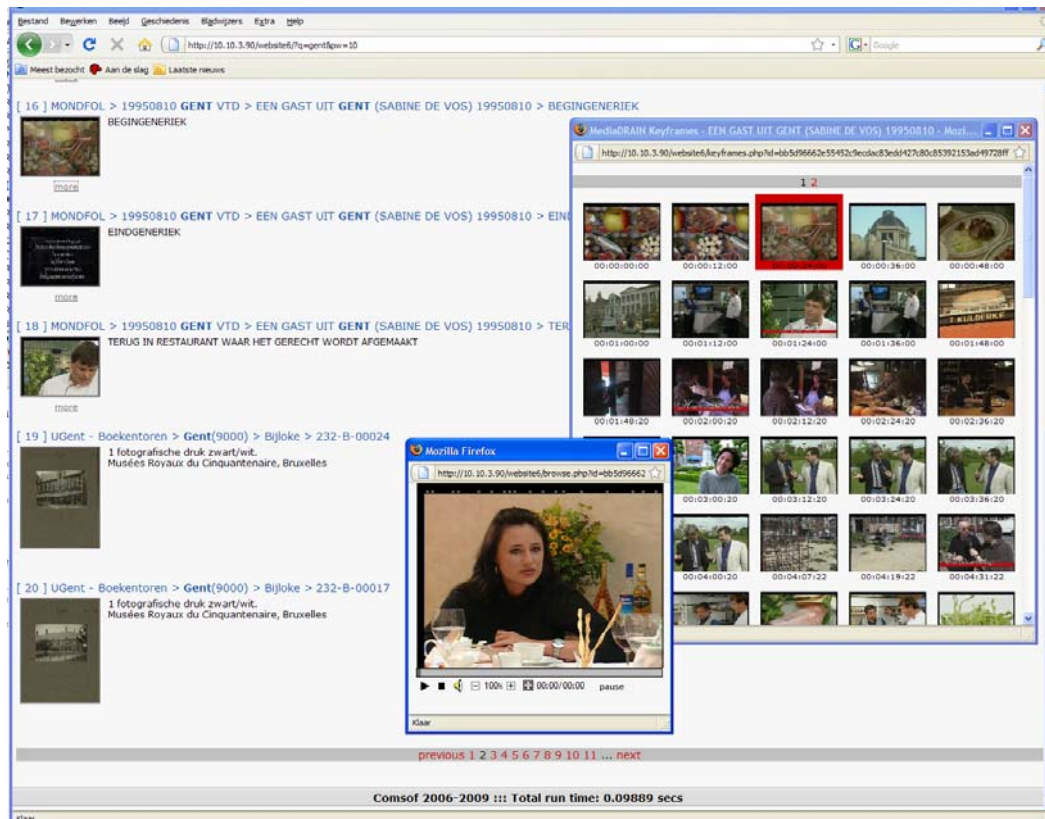


Figure 1: Simple web interface meant for the general public

4 Digitalisering van oude dragers binnen culturele archieven

4.1 Achtergrond

Gezien het overgrote deel van het audiovisueel erfgoed in de Vlaamse culturele wereld nog steeds is gebaseerd op analoge dragers, werd op instigatie van de Vlaamse ministerie van Economie, Ondernemen, Wetenschap, Innovatie beslist om een selectie van analoge kopieën te laten digitaliseren. Doel was om een kostenraming te kunnen maken om de volledige archieven te digitaliseren dmv een praktische test met een variëteit van oude dragers.

Daartoe werd aan een aantal culturele instellingen gevraagd uit hun collectie een selectie te maken:

- Amsab - Instituut voor Sociale Geschiedenis
- het Koninklijk Belgisch Filmarchief,
- SAA - Stadsarchief Antwerpen
- SMAK - Stedelijk Museum voor Actuele Kunst
- MuHKA - Museum van Hedendaagse Kunst Antwerpen
- Muziekcentrum Vlaanderen

Het budget werd beheerd door IBBT. Het proces van aanlevering, digitalisering en ingest werd opgevolgd door BAM (Instituut voor beeldende, audiovisuele en mediakunst.), met medewerking van PACKED (Platform voor de Archivering en Conservering van Audiovisuele Kunsten) en FARO (Vlaams steunpunt voor cultureel erfgoed). De ingest zelf werd door IBBT/ilab ondersteund.

4.2 Draggers

Volgende pakketten werden door externe partijen gedigitaliseerd op een professionele manier:

4.2.1 FILM

De opdracht betreft het encoderen van film op 8, 16 en 35 mm naar digibeta. Formaat 4/3, 25 beelden per seconde. Merk op dat digibeta hier altijd de tussenversie is. De digibeta's moeten dan nog verder omgezet worden naar files via het ingest proces met flexicart robots (zie D6.1)

1. 8 mm (kleur)

- Aantal spoelen: 2
- Totale duur: ongeveer 1 uur (benadering)
- Gewenst formaat: MPEG 2/50 Mbps

2. 16 mm negatief (zwart-wit)

- Aantal spoelen: 8
- Totale duur: ongeveer 2 uur (benadering)
- Gewenst formaat: MPEG 2/50 Mbps

3. 16 mm positief (zwart-wit & kleur)

- Aantal spoelen: 67
- Totale duur: ongeveer 30 uur

4. 35mm positief (zwart-wit & kleur)

- Aantal spoelen: 135
- Totale duur: ongeveer 45 uur

4.2.2 VIDEO

De opdracht betreft het encoderen van videomateriaal uit de domeinen van cultureel erfgoed en hedendaagse kunsten

5. 1duimsbanden

- Aantal banden: 200
- Totale duur: 100 uur
- Gewenst formaat: MPEG 2/50 Mbps / uncompressed AVI

6. Umatic

- Aantal banden: 145
- Totale duur: 80 uur
- Gewenst formaat: MPEG 2/50 Mbps / uncompressed AVI

7. VHS

- Aantal banden: 224
- Totale duur: 104 uur
- Gewenst formaat: MPEG 2/50 Mbps / uncompressed AVI

4.2.3 AUDIO

De opdracht betreft het encoderen van analoge geluidsdragers

4.2.4 VINYL

- 175 x LP (=30cm, 33T)
- 9 x 10" (=25cm, tussenformaat) of 12" (=30cm, 45T) Maxi (equivalent van 6 LP's)
- 57 x 7" (=18cm) (equivalent van 19 LP's)

(Totaal = equivalent van 200 LP's)

4.2.4.1 *Magneetband*

- 14 U-Matic tapes van gemiddeld 40' = 560'
- 329 AGFA / BASF / Scotch verschillende types. Ongeveer 182 uur.

Op te leveren als **lineair PCM WAV / 24Bit / 96kHz**

4.3 Conclusie

Er werden voor elk pakket een aantal test assets gedigitaliseerd bij verschillende externe partners om te zien of er kwaliteitsverschil was en om kwaliteit vs. prijs af te wegen.

Voor het pakket **FILM** werd een enkel item laten digitaliseren: 'Les marins congolais à Anvers' (De Boe & Degelin, 16mm, 12', uit de collectie van het Koninklijk Filmarchief). Alhoewel beide geleverde digitale kopieën voldeden aan de opgegeven kwaliteitsnormen (test uitgevoerd door Koninklijk Filmarchief, o.l.v. Erik Martens), bleek de prijsstelling hier de doorslaggevende factor te zijn. Film werd overgezet naar digibeta en dan verder gedigitaliseerd naar files.

Voor het pakket **VIDEO** werden twee items gedigitaliseerd ter test: 'Feu Artifice' (Luc Tuymans, Sony KCA 30, 27') en 'Ahava-Soap Balls' (Uri Tzaig, VHS, 57'), beiden uit de collectie van het MuHKA. Hierbij werden wel technische kwaliteitsverschillen gezien na het evalueren (test uitgevoerd door iLab.t ism Rony Vissers (expertisecentrum PACKED)):

- onstabiel beeld en kleurafwijkingen
- croppen van de beeldranden en andere bewerkingen die niet voldoen aan de algemene richtlijnen betreffende conservering van video(kunst).
- audio werd zonder berichtgeving aangeleverd in verschillende aparte bestanden
- van een van de twee aangeleverde videoproducties werd een bestand aangeleverd met een duurtijd van slechts 3 minuten, terwijl het origineel een stuk langer duurt.
- Daarnaast werd gewezen op het ontbreken van een transparante workflow

Deze validatie werd bevestigd op een WP6 vergadering van 18 maart 2009 (IBBT).
De files werden gemaakt in AVI uncompressed files.

Voor het pakket **AUDIO** werd een enkel item gedigitaliseerd: een mono-lp van The Clouds (uit de collectie van het MuziekCentrum). Na een validatie van de opgegeven workflows en een subjectieve luistersessie (o.l.v. Carlo Vuijsteke, Muziekcentrum) werd een kwaliteitsverschil waargenomen, maar stukken kleiner dan bij video.

Het is dus van belang als men de investering doet om oud materiaal om te zetten naar digitale files, dat goede workflows en goede partners gekozen worden zodat het resultaat technisch okeë is.

5 Interview met NIMK door Rony Vissers (PACKED)

Interview met Ramon Coelho (Nederlands Instituut voor Mediakunst, 23/04/09)

Ramon Coelho is werkzaam bij het Nederlands Instituut voor Mediakunst – Montevideo / Time Based Arts (NIMk)¹ in Amsterdam. Hij is er verantwoordelijk voor de postproductie en de conservering.

Sinds haar ontstaan in 1978 heeft het NIMk, naast de organisatie van tentoonstellingen, een omvangrijke collectie video- en mediakunst opgebouwd waaraan voortdurend nieuwe werken worden toegevoegd. Het produceert, distribueert en presenteert mediakunstwerken.

Vanaf 1992 heeft het NIMk zich ook ontwikkeld als expertisecentrum voor de conservering van mediakunst. Het instituut ontwikkelt modellen en theorieën op dit vlak. Ook restaureert en conserveert het NIMk (particuliere) videocollecties en beheert ze het centrale depot voor videokunst in Nederland. Door haar lange geschiedenis, en de uitgebreide ervaring en kennis werd opgebouwd, vervult het NIMk zowel in als buiten Nederland een belangrijke rol. Het instituut is op wereldvlak algemeen aanvaard als één van de experts op het vlak van de conservering van mediakunst.

In het kader van het onderzoeksproject *Bewaring en Ontsluiting van Multimediale data in Vlaanderen* (BOM-VI)² werd het NIMk gevraagd een uiteenlopende verzameling analoge videobanden te digitaliseren uit collecties van culturele instellingen uit Vlaanderen

Bij het NIMk werd de digitalisering uitgevoerd door Mario Vrugt (digitalisering ¾" U-matic, VHS en 1" tapes), Jata Haan (digitalisering 1" tapes) en Ramon Coelho (projectbegeleiding en –monitoring).

In het kader van hett digitaliseringsproject sprak PACKED-coördinator Rony Vissers met Ramon Coelho over de digitalisering en conservering van videokunst en –documenten.

PACKED: Wat is je persoonlijke achtergrond? Heb je een video-opleiding gevolgd?

Ja, ik heb ooit een video-opleiding gevolgd, maar pas later.

De praktijk is me eigenlijk vooral met de paplepel ingegoten. Mijn vader, René Coelho, heeft in 1978 de videogalerie Montevideo³ gesticht. Ik was toen 16-17 jaar, en geïnteresseerd in videotechniek. Ik was al met elektronica bezig en maakte zelf elektronische muziekinstrumenten. Maar op videotechniek heb ik mij pas een aantal jaren later, in de jaren tachtig, gericht. Ik heb toen o.a. een opleiding videomontage gevolgd.

Het grootste deel van mijn kennis rust dus op praktijkervaring. Het bestrijkt het hele spectrum van de videotechniek: montage, productieassistentie voor videokunstenaars, verhuur van audiovisuele apparatuur aan kunstenaars, ...

PACKED: En je ervaring met conservering?

¹ Zie: <http://www.nimk.nl/>

² Zie: <https://projects.ibbt.be/>

³ Montevideo is in 1993 samen met Time Based Arts opgegaan in het huidige Nederlands Instituut voor Mediakunst.

In de jaren '90 werd het duidelijk dat er iets gedaan moest worden om in Nederland de langetermijnbewaring van de oudere videowerken veilig te stellen. Mijn vader heeft toen aan de alarmbel getrokken.⁴ Er moest dringend wat gebeuren want een aantal van de oude tapes met videokunst waren niet meer af te spelen.

Dit heeft geresulteerd in een eerste conserveringsronde voor de video's uit Nederlandse beeldende kunstcollecties beeldende kunst. In Nederland bestond toen het Deltaplan voor Cultuurbehoud,⁵ en deze eerste conserveringsronde voor videokunst kon daar in worden opgenomen en financieel door worden ondersteund.

Aan de eerste conserveringsronde hebben acht collecties meegedaan. Zij hebben ook een eigen financiële inbreng gedaan. Er is toen zeer snel een methode bedacht om de video's uit deze collecties veilig te stellen. De methode hebben we niet alleen op basis van onze eigen werkervaring ontwikkeld, maar ook op basis van overleg met videotecnici (o.a. van televisieomroepen) en leveranciers van apparatuur.

In december 1992 zijn we begonnen met het overschrijven van de belangrijkste, met verval bedreigde tapes naar het stabielere Betacam SP-formaat.⁶

Omdat er paniek was, is toen alles overgezet; dus zonder selectie. We vroegen ons niet af van wat we wel en wat we niet zouden overschrijven. Naast de kunstwerken zelf zijn toen ook de videodocumenten overgeschreven.

PACKED: Jij was vanaf het begin bij deze eerste conserveringsronde betrokken?

Ja, ik voerde samen met een collega het project uit. Het ging om 1.200 à 1.300 uren video. Gedurende twee jaar hebben we hier twee en een halve dag per week aan gewerkt. Het was een intense job; één die je volhoudt als je ze niet fulltime doet. Dus dit heb ik met een collega parttime gedaan.

PACKED: De kennis en de vaardigheden die je nodig hebt voor het conserveringswerk zijn dus in belangrijke mate gegroeid uit je ervaring als videomonteur?

Ja, daaruit is de basiservaring voor eerste conserveringsronde gegroeid maar ook uit mijn ervaring met het opbouwen van tentoonstellingen. Dit heb ik veel gedaan. Hierbij kwam ook veel *troubleshooting* met apparatuur kijken. Afspeelapparatuur voor ¾" U-matic⁷ was toen ook nog in tentoonstellingen belangrijk. Ik moest niet alleen oplossingen zoeken als er in tentoonstellingen dingen mis gingen met projecties, maar ook met de tapes of de afspeelapparatuur, als de koppen vuil of de signaalaansluitingen verkeerd waren, ... Deze ervaring is doorheen de tijd gegroeid, en met de techniek mee geëvolueerd.

PACKED: Kun je ook nog iets vertellen over jullie tweede conserveringsronde, het vervolg op de eerste?

De eerste conserveringsronde bestond uit het overzetten van werken op oudere tapeformaten als ¾" U-matic en ½" open reel⁸ naar Betacam SP. In de tweede conserveringsronde werden deze analoge Betacam SP tapes overgezet naar digitale Betacam tapes. Met deze digitalisering zijn we gestart in 2001. Ook hieraan heb ik actief aan meegewerkt. Om te vermijden dat we onze keuzes enkel zouden maken op basis van ons eigen bevindingen, hebben ook bij deze tweede conserveringsronde het advies ingewonnen van externe experts.

Naargelang het project vorderde, ontstond er ook een grotere nood aan een onafhankelijk platform, en is het project op initiatief van de samenwerkende instellingen ondergebracht bij de Stichting Behoud

⁴ René Coelho schreef in 1991 de nota 'De hoogste tijd. Notitie over de conservering van videokunst'. Hierin werd de problematische situatie van videokunst aangekaart, en werd er gewezen op de nood aan het ondernemen van actie. Het Nederlands Instituut voor Mediakunst Montevideo/TBA ontwikkelde zich vanaf 1992-1993 als expertisecentrum voor conservering van mediakunst.

⁵ Het Deltaplan is in 1990 gestart als een reddingsactie om de toenmalige achterstanden bij het behoud en beheer van cultureel erfgoed in te halen en om beheersbare werkvoorraden te realiseren. Een tweede belangrijke doelstelling was dat instellingen structureel meer aandacht zouden besteden aan het beheer en behoud van hun collecties. Het plan heeft tien jaar bestaan en heeft ruim 135 miljoen euro ter beschikking gesteld. De middelen gingen onder meer naar de (nu zelfstandigde) rijksmusea en de rijksarchieven, naar monumentenzorg en archeologie. Voor de niet-rijksmusea was er een behoudfonds ingericht bij de Mondriaan Stichting. Tevens is geld gestoken in ondersteunende activiteiten zoals onderzoek, materiaalontwikkeling en voorlichting (<http://www.minocw.nl/persberichten/2000/139.html>).

⁶ Betacam SP is een analoog videoformaat dat op de markt kwam in 1986 en dat bestaat uit een ½-inch magnetische videoband in een cassette. Het formaat wordt algemeen beschouwd als een stabiel formaat met een hoge kwaliteit.

⁷ ¾" U-matic is een analoog videoformaat dat werd ontwikkeld op het einde van de jaren '60 en dat bestond uit een ¾-inch magnetische videoband in een cassette. Het is de voorloper van de analoge Betacam.

⁸ ½" open reel is een analoog videoformaat dat werd geïntroduceerd in 1965. De ½-inch band zit niet in een cassette maar op een open spoel. De banden werden gebruikt in combinatie met de eerste draagbare viderecorders, en werden veel gebruikt door kunstenaars, docenten en activisten. Er bestaan grofweg twee categorieën onder de ½" open reels: CV (Consumer Video/Commercial Video); and AV (EIAJ Type 1). Alhoewel de banden er identiek uitzien, zijn de afspeeltoestellen niet compatibel.

Moderne Kunst.⁹ Ook tijdens deze tweede conserveringsronde, die afliep in februari 2003, werden videokunstwerken uit de collecties van verschillende Nederlandse musea en instellingen¹⁰ geconserveerd.

PACKED: Jullie zijn in de tweede conserveringsronde niet vertrokken van de originele masters, maar van de conserveringsmasters in het Betacam SP-formaat die het resultaat waren van de eerste conserveringsronde?

Ja, maar deze keuze hebben we niet gemaakt uit luiheid of om kosten te besparen.

We hebben de banden tijdens de eerste conserveringsronde op de best mogelijke manier overgeschreven: met de beste aansluitingen, met gebruik van reinigingsmachines voor ¾" U-matic en ½ " open reel, ... Dit heeft veel bloed, zweet en tranen geveerd. Bij de tweede conserveringsronde waren de banden inmiddels weer tien jaar ouder, en was ook de afspeelapparatuur er ondertussen niet beter op geworden. Op basis hiervan hebben we besloten dat we dit niet hoefden overdoen.

PACKED: Op dit moment bewaren jullie dus de conserveringsmasters op digital Betacam. Maar wat is het formaat dat wordt gebruikt voor raadpleging?

MPEG-2. Deze bestanden staan op een fileservers, en op DVD's die worden bewaard in de kast.

PACKED: De tweede conserveringsronde is ook al weer meer dan zes jaar achter de rug. Bereiden jullie ondertussen de overstap voor naar *tapeless* bewaring?

Ja, op het einde van 2008 hebben we met het Payout-project¹¹ ons onderzoek afgerond ter voorbereiding van de derde conserveringsronde voor de Nederlandse videocollecties.

De digitale Betacam tapes hebben een fabrieksgarantie van ongeveer tien jaar, en die is ondertussen bijna bereikt. We moeten dus overschakelen naar een nieuw formaat. Het Payout-onderzoek richtte zich op de conservering van digitale (tapeless) videobestanden.

PACKED: Met hoeveel mensen werken jullie momenteel in de NIMk-studio?

Met twee, Mario Vrugt en ik. Voor bepaalde klussen schakelen we soms ook freelancers in: voor grote klussen, het encoderen,¹² het omspoelen van tapes, ... Mario doet het meeste uitvoerende conserveringswerk. Ik ondersteun hem en ben verantwoordelijk voor de opvolging van de conserveringsprojecten. Zelf doe ik hiernaast ook het productiewerk voor kunstenaars, de montage.

Ook de achtergrond van mijn collega Mario is er één van ervaring. Hij heeft vroeger eigen videoprogramma's gemaakt voor de kabelomroep. Bovendien heeft hij veel van mij geleerd. Hij is ook muzikant, en werkt veel met elektronica.

PACKED: Jullie studio bestond al voor jullie met conservering begonnen. Hij is er steeds geweest ter ondersteuning van kunstenaars: bij montage, bij de opbouw van tentoonstellingen, ...

Ja, we hebben ook lange tijd apparatuur verhuurd. In de jaren '80 waren er bijvoorbeeld nog geen *handycams*.¹³ Een videocamera was vanwege zijn hoge aankoopprijs een toestel dat je als kunstenaar eerder huurde dan kocht.

Het was voor het NIMk toen belangrijk dat het ganse productietraject van videokunstenaars, of kunstenaars in het algemeen, werd ondersteund: vanaf de opname over de montage tot de opbouw van de tentoonstelling. Dit lijkt mij voor kunstenaars het interessante aan onze werking. Zij kunnen hier langskomen met zeer uiteenlopende vragen.

En alleen kunstenaars kunnen hier terecht met hun vragen, ook kunstinstituten, musea, ... De verhuur van apparatuur hebben we een paar jaar geleden wel stopgezet. Maar we hebben wel nog een

⁹ De Stichting Behoud Moderne Kunst (SBMK) houdt zich sinds 1995 bezig met projecten op het gebied van het beheer en behoud van hedendaagse beeldende kunst. Doel is het ontwikkelen van 'good practice' waarbij alle belanghebbenden voordeel kunnen hebben. Zie: <http://www.sbmkn.nl/>

¹⁰ De participerende instellingen waren het Van Abbemuseum, De Appel, Museum Boijmans Van Beuningen, Groninger Museum, Instituut Collectie Nederland, Kröller-Möller Museum, Nederlands Instituut voor Mediakunst, Montevideo/Time Based Arts, Rijksakademie van beeldende kunsten, aangevuld met de Mickery Collectie en het Stedelijk Museum Amsterdam.

¹¹ Payout is een onderzoek naar nieuwe technieken voor de ontsluiting en conservering van videokunstcollecties in Nederland. Het project had als doel te zoeken naar de beste methode om videokunstwerken in Nederlandse museumcollecties op te slaan en direct, zonder kwaliteitsverlies online toegankelijk te maken. De resultaten van het project werden voorgesteld in de lente van 2009.

¹² Met encoderen wordt hier het omzetten bedoeld van een digitaal tape formaat naar een digitaal tapeless formaat.

¹³ Handycam is een merk dat wordt gebruikt door Sony om zijn gamma van camcorders (draagbare combinaties van camera en recorder) aan te duiden.

labo waar dingen worden ontwikkeld als HD-synchstarters,¹⁴ apparatuur die nog niet beschikbaar is op de markt.

PACKED: Is het vanaf het begin een keuze geweest om een eigen videostudio te hebben?

Nee, niet helemaal vanaf het begin. Montevideo is begonnen als een videogalerie. Het eerste opzet was het vertonen van videokunst. Mijn vader kwam zelf uit de omroepwereld. De galerie is met weinig financiële middelen opgestart, en de huisvesting was klein.

Maar al gauw kwamen er een tweetal videoplayers/recorders bij, en een montagestoel. Maar een echte montagesstudio hebben we pas op het einde van de jaren '80 gebouwd toen hiervoor een subsidie ter beschikking was. Sindsdien zijn de faciliteiten onderhouden en geactualiseerd.

PACKED: Is de werking van de studio in de loop der jaren veranderd?

Ja, de laatste jaren verschuift het zwaartepunt in de werking van onze studio van het verlenen van productieondersteuning aan kunstenaars naar conservering.

In de jaren '80 en '90 was postproductie en het verhuur van apparatuur het zwaartepunt van de werking van onze studio. Maar vandaag kunnen steeds meer kunstenaars zichzelf behelpen. Wat we nu vooral nog doen voor kunstenaars in postproductie, is het meer specialistische werk zoals de montage voor hoogwaardige HD-producties. Ook doen er nog steeds kunstenaars op ons beroep die eerder van de oude stempel zijn en die hun tijd niet wensen te verdoen aan het zich verdiepen in computerprogramma's.

Maar hiernaast levert onze studio ook ondersteuning aan de andere afdelingen binnen het NIMk. Voor de distributie¹⁵ staan we altijd klaar. De laatste tien jaar maken we vooral DVD-kopies voor hen. Ook leveren we ondersteuning bij de tentoonstellingen¹⁶ die hier binnenshuis worden georganiseerd.

PACKED: Het is dus nooit een optie geweest om het dupliceren van video's of zelfs het digitaliseren uit te besteden, zoals instellingen uit Vlaanderen¹⁷ dit nu binnen het kader van BOM-VI¹⁸ aan jullie uitbesteden? Heeft dit te maken met de specifieke vereisten die videokunst stelt, en dat je hiervoor niet echt terecht kunt in de commerciële videolabo's?

Ja. In commerciële videolabo's heerst een andere werksfeer. Je ervaart er veel sterker de druk van de commercie, het geld en de tijd. Het is er allemaal duur, en dus moet het allemaal snel gaan. Hetzelfde probleem stelt zich bij de televisieomroepen. Men volgt er een productieproces dat verloopt in een soort cadans. De regisseur begeleidt er al gillend de *operators*. Dit is een heel andere werksfeer dan die waarin kunstenaars hun creatief werk willen verrichten.

De werksfeer is belangrijk. Ook dat het betaalbaar, en dus bereikbaar is voor kunstenaars, is belangrijk. De tarieven die wij, dankzij een subsidie, kunnen hanteren, vindt je niet in de commerciële wereld.

Bovendien is er bij ons in de loop der jaren specifieke know-how voor de kunstensector opgebouwd die je niet in commerciële duplicatie- of montagebedrijven vindt.

PACKED: Ken jij in Europa nog gelijkaardige plekken als de NIMk-studio?

Nee, niet echt. Op andere plekken zijn hier en daar wel sommige deelfuncties vertegenwoordigd. Ook wat de conservering betreft, zien we weinig gelijkaardige initiatieven.

PACKED: Moeten jullie zelf wel eens taken uitbesteden omdat jullie ze niet aan kunnen?

Soms, maar het gaat dan vooral om de huur van apparatuur die we gebruiken bij tentoonstellingen.

Wat de conservering betreft kunnen we eigenlijk alles zelf doen. Alleen film besteden we uit. Maar film behoort dan ook niet ons werkveld. In onze eigen collectie bezitten we wel een paar films, maar de conservering ervan gebeurt door het Nederlands Filmmuseum.¹⁹

PACKED: De conserveringsprojecten waarover je eerder sprak hadden niet enkel betrekking op de eigen videocollectie maar ook op die van andere Nederlandse kunstinstellingen. Worden deze collecties ook in jullie opslagruimte bewaard?

¹⁴ Een HD-synchstarter is een toestel dat wordt gebruikt voor de synchrone weergave (tot op frame accuraat) van meerdere High Definition video's op meerdere schermen

¹⁵ Om een breed publiek kennis te laten nemen van mediakunst voert het Nederlands Instituut voor Mediakunst een actief distributiebeleid. Videotapes en media-installaties uit de collectie zijn te zien op nationale en internationale festivals, manifestaties en tentoonstellingen, in galleries, musea en andere kunstinstellingen.

¹⁶ Het NIMk organiseert in haar galerieruimte langlopende groeps- en thematentoonstellingen, zoals solopresentaties, retrospectieven of exposities in samenwerking met andere instellingen. Het zijn museale presentaties. Ze geven op een heldere manier inzicht in een oeuvre of thema. Tussen de langlopende tentoonstellingen door is er ruimte voor meer experimentele presentaties zoals korte tentoonstellingen, symposia, screenings, live performances in beeld en geluid of proefopstellingen van kunstenaars en studenten.

¹⁷ Hier Stedelijk Museum voor Actuele Kunst, Gent. Museum voor Hedendaagse Kunst Antwerpen, AMSAB-ISG Gent en Stadsarchief Antwerpen.

¹⁸ Bom-VI staat voor Bewaring en ontsluiting van multimediala data in Vlaanderen. Meer info: <https://projects.ibbt.be/bom-vl/>

¹⁹ Zie: <http://www.filmmuseum.nl/>

Ja, de conserveringsmasters van de deelnemers van Project Conservering Videokunst bewaren we hier. Er zijn wel twee uitzonderingen: de collecties van het World Wide Video festival²⁰ en van het Stedelijk Museum Amsterdam.²¹ Zij beheren hun videobanden zelf.

Deze bewaring is een open dienstverlening die we aan musea aanbieden omdat we hier over een geconditioneerde opslagruimte voor de banden beschikken en desgevraagd van de conserveringsmaster ook heel gemakkelijk een afgeleide kopie op DVD kunnen maken in onze studio. Dit laatste is een belangrijk voordeel voor de musea.

PACKED: Hoeveel collecties beheert het NIMk zelf?

We beheren zelf vier collecties: die van De Appel,²² Mickery,²³ Lijnbaancentrum²⁴ en NIMk zelf. En NIMk is dus het resultaat van de fusie van twee instellingen: Montevideo en Time Based Arts.²⁵ Al deze collecties zijn ook raadpleegbaar in het NIMk. Maar hiernaast bewaren we dus ook collecties van een aantal instellingen die hebben deelgenomen aan onze conserveringsprojecten.

PACKED: Jullie werken nu in opdracht werken van het project BOM-VI. Dergelijke opdrachten in functie van derden doen jullie vaker. Is de communicatie en werkverhouding bij de medewerking aan het BOM-VI gelijkaardig aan die bij andere opdrachten?

Ja, er zijn weinig verschillen. Maar als we in Nederland een opdracht vervullen heeft deze meestal betrekking op de conservering van een individuele collectie (bv. van de Jan van Eyck Akademie²⁶ en het Frans Hals Museum | De Hallen Haarlem²⁷). Voor BOM-VI digitaliseren we nu werken uit vier verschillende collecties tegelijkertijd.

Met onze eigen conserveringsprojecten hebben we natuurlijk zelf ook ervaring met grote gemeenschappelijke project waarin meerdere collecties participeren. Bij BOM-VI ligt de coördinatie echter niet bij ons maar bij BAM.²⁸ Ik zie geen grote verschillen. Dergelijke grote projecten moeten strikt genomen altijd een beetje bureaucratisch verlopen.

PACKED: Is er een gelijkaardige verhouding tussen de opdrachtgever en jullie en?

Ja, er is een gelijkaardige verhouding tussen de musea en het NIMk. Er bestaat een bepaald vertrouwen. Hierdoor hoeven medewerkers van de musea niet aanwezig te zijn. Zij hoeven niet voortdurend naast ons in de studio te zitten tijdens de digitalisering.

Toch blijft ons werk een open gebeuren. Men kan ons ten allen tijde opzoeken tijdens het werkproces. We communiceren duidelijk over wat er in onze studio gebeurt. Dat er nauwelijks iets mis gaat, versterkt het vertrouwen.

PACKED: Heb je nu, bij aanvang, al een idee van wat de gemiddelde staat is van de te digitaliseren banden van S.M.A.K., MuHKA, AMSAB en Stadsarchief Antwerpen?

Ja, we hebben bij wijze van test steekproeven gedaan met de 1" tapes van AMSAB. De resultaten hiervan waren zeer goed.

Ik heb ook de banden van het MuhKA bekeken. Hier zitten heel wat stoffige en oude U-matic tapes van een bepaald merk tussen. Op basis van mijn ervaring kan ik de mogelijke problemen al inschatten. Deze banden zullen we goed moeten reinigen, maar we hebben hier genoeg ervaring mee.

Op basis van andere conserveringsprojecten kan ik ook de gemiddelde bewerkingstijd inschatten. Wij hanteren een gemiddelde verhouding van 1 op 2,5. Dit betekent dus dat de digitalisering van één uur divers videomateriaal overeenstemt met tweeënehalf uur arbeidstijd.

²⁰ Het World Wide Video festival was een festival voor mediakunst dat vanaf 1982 jaarlijks plaatsvond. De laatste editie was in 2004. Zie: <http://www.wvfv.nl/>

²¹ Zie: <http://www.stedelijk.nl/>

²² De Appel is een internationaal georiënteerd kunstencentrum in Amsterdam dat sinds 1975 functioneert als een podium voor onderzoek en presentatie van hedendaagse beeldende kunst door middel van tentoonstellingen, publicaties en discursieve 'events'. Het NIMk beheert de videocollectie van De Appel die dateert uit de periode 1973 - 1983. Meer info: <http://www.deappel.nl/>

²³ In de jaren '70 en '80 was Mickery gekend als een experimenteel theater in Amsterdam. Stichter Ritsaert Ten Cate nodigde vaak internationale theatergezelschappen uit om op te treden in het kleine theater in Amsterdam. In 1984 besloot Ten Cate om gedurende de volgende vier seizoenen video op te nemen in zijn programma omdat hij wou experimenteren met wat televisie hem kon bieden als theaterproducent.

²⁴ Het Lijnbaancentrum werd in 1970 opgericht om een laagdrempelige tentoonstellingsruimte te bieden in het Rotterdamse winkelcentrum en om het gebruik van video te stimuleren. Het NIMk beheert de videocollectie van het Lijnbaancentrum die dateert uit de periode 1970 -1982.

²⁵ Time Based Arts werd opgericht 1982 als een onafhankelijke instituut dat zorg zou dragen voor de collectie videobanden en de videoactiviteiten in en rond De Appel.

²⁶ Zie: <http://www.janvaneyck.nl/>

²⁷ Zie: <http://www.dehallen haarlem.nl/>

²⁸ BAM is het Instituut voor beeldende, audiovisuele en mediakunst. Het is het steunpunt voor de kunstensector in Vlaanderen.

Zie: <http://www.bamart.be/>

PACKED: Hoeveel banden worden er in het kader van BOM-VI bij jullie gedigitaliseerd?

Van AMSAB 139 banden of 105 uur, van MuHKA 42 banden of 18 uur en 22 minuten, van SMAK 11 banden of 5 uur en 30 minuten en van het Stadsarchief Antwerpen 72 banden of 60 uur en 48 minuten. Dus alles samen 264 banden of bijna 190 uur.

De formaten die we hebben ontvangen zijn: 1" C, ¾" U-matic en VHS.

Binnen de U-matics en VHS is er bij S.M.A.K. nog een opsplitsing tussen tapes in PAL en tapes in NTSC. Dit is mogelijk ook het geval bij MuHKA, want hun documentatie is niet voor alle werken volledig.

Omdat de documentatie niet volledig is voor alle werken, is ook nog altijd nog een afwijking op de tijdsduur mogelijk. Maar in principe kunnen we dit afwerken binnen de vooropgestelde termijn van twee maanden.

PACKED: Is er inhoudelijk een opsplitsing tussen de tapes van enerzijds de kunstinstellingen S.M.A.K. en MuHKA en anderzijds de tapes van de archieven AMSAB en het Stadsarchief Antwerpen?

Ja, op de tapes van S.M.A.K. en MuHKA staan vooral kunstwerken. Op de tapes van het AMSAB en het Stadsarchief Antwerpen staan meer documenten: registraties van concerten, gebeurtenissen, ... Hierin komt ook een beetje cultuur aan bod. Op de tapes van AMSAB staan vooral televisieprogramma's, waarin waarschijnlijk ook cultuur aan bod komt.

De tapes van S.M.A.K. en MuHKA zijn dus de enige waar het om autonome kunst gaat, en waar onze digitaliseringsmethode met zijn omzetting naar een 10-bit uncompressed formaat²⁹ op is afgestemd. Een dergelijke hoge kwaliteit wordt meestal niet gebruikt voor gewone videodocumenten. Maar we passen hier eenzelfde behandeling toe op alle banden.

PACKED: In principe zou je een andere methodologie kunnen hanteren voor de videodocumenten, de banden waarop geen videokunst staat?

Onze methodologie is volledig gericht op autonome kunst. Omroepen en archieven volgen meestal een andere methodologie die in een iets lagere kwaliteit resulteert. Aan de grondslag van deze keuze ligt een kostenafweging. Een 10-bit uncompressed videobestand vereist meer opslagcapaciteit dan een lossy compressed videobestand.³⁰ Omdat omroepen en archieven vaak een heel grote hoeveelheid materiaal moeten bewaren, en de kwaliteit er iets minder kritisch is dan in de kunstensector, kiezen zij vaak voor een andere methodologie.

De methodologie die wij hanteren is dus beste voor videokunst. Voor videodocumenten zou je de kosten van de opslag kunnen verkleinen door te kiezen voor een lagere kwaliteit, bijvoorbeeld het D10-50 formaat.³¹ De prijs van de digitalisering zal er niet door verkleinen, maar wel die van de opslag achteraf. Ik heb echter begrepen dat het IBBT³² de bestanden zal opslaan op LTO-tape³³, en dan is opslag niet erg duur.

PACKED: Als we jullie digitaliseringsmethode overlopen, wat zijn dan de eerste stappen in jullie workflow?

De binnengekomen banden worden eerst geïnventariseerd en vervolgens opgeslagen in geconditioneerde ruimten met een temperatuur van 19° C en een relatieve vochtigheidsgraad van 40%.

Vooraleer we hier ¾" U-Matic, VHS en Betacam tapes digitaliseren, worden ze gereinigd met behulp van RTI cleaning/evaluating machines. 1" C tapes reinigen we niet.

PACKED: Wat doet een reinigingsmachine?

²⁹ Dit is een formaat waarbij geen datacompressie wordt gebruikt. 10-bit verwijst naar de kleurendiepte, dit is de maat voor de hoeveelheid bits die gebruikt worden om de kleur van een pixel te coderen. Hoe hoger de kleurendiepte is, hoe meer verschillende kleuren er kunnen worden gecodeerd.

³⁰ Datacompressie is het representeren van digitale gegevens met minder bits dan de oorspronkelijke representatie. Bij lossy compressie is de compressie niet-exact omkeerbaar omdat een deel van de data verloren gaat. Omdat videobestanden meestal grote bestanden zijn het meestal bestanden die gebruik maken van lossy compressie.

³¹ D10/IMX-50 is een standaard gebaseerd op de MPEG2-compressiemethode waarvan de televisieomroepen en ook de Stichting voor Beeld en Geluid gebruik maken. Het is een aantrekkelijk formaat vanwege de relatief lage bestandsgroottes en de toch tamelijk hoge kwaliteit. Voor de omroeparchieven is deze keuze te verdedigen om economische redenen. Bij NIMk gaat het echter om video als autonoom kunstwerk: het videosignaal is het kunstwerk, of maakt een belangrijk deel uit van een kunstwerk.

³² IBBT (Interdisciplinair Instituut voor Breedband Technologie) is een onafhankelijke onderzoeksinstelling die in opdracht van de Vlaamse overheid innovatie binnen ICT stimuleert. Het IBBT-team biedt bedrijven en organisaties actieve ondersteuning bij onderzoek en ontwikkeling en brengt daarvoor uiteenlopende bedrijven, overheden en non-profit-organisaties samen rond onderzoeksprojecten. Zie: <http://www.ibbt.be/>

³³ Linear Tape-Open (of LTO) is een standaard die op het einde van de jaren '90 werd ontwikkeld voor de opslag van data op magnetische tape.

In een reinigingsmachine wordt de band onder spanning langs *tissue*-rolletjes geleid. Op deze manier worden losse en plakkerige deeltjes van de tape verwijderd. Deze deeltjes kunnen immers het contact tussen de videoband en de afleeskop onderbreken, wat resulteert in witte of zwarte lijnen (*drop-outs*). De plakkerige emulsie kan ook resten achterlaten op de mechanische geleiderolletjes, waardoor de band niet langer vlot door de afspeelapparatuur loopt.

PACKED: Waarom achten jullie voor 1” reiniging niet noodzakelijk?

We hebben geen reinigingsmachine voor 1”-banden.

Onze testen hebben uitgewezen dat dit ook niet noodzakelijk is. We hebben onze Sony-player voor 1” C tapes speciaal voor dit BOM-VI digitaliseringsproject gekocht. Toen ik het apparaat kocht, heb ik een test gedaan met een zwaar bepoederde band, en de weergave van het signaal op deze band was vlekkeloos. Het 1”-systeem maakt gebruik van zo’n brede videoband en kent een zo’n hoogwaardige verwerking van het videosignaal, dat het geen last heeft van een beetje stof. Ik heb daarnet bijvoorbeeld een test gedaan met een andere band, één van 22 jaren oud, en de weergave was perfect. Voor de uiteindelijke weergave van het signaal zou de reiniging van de tape – als dit al zou kunnen – geen visuele verbetering opleveren.

We zullen wel de apparatuur zelf iets vaker moeten reinigen.

PACKED: Hanteren jullie voor de masters van de werken uit jullie eigen collectie ook een bewaringstemperatuur van 19° C en een relatieve vochtigheidsgraad van 40%? Vaak wordt dit immers wel aangeraden als de ideale omstandigheden voor de bewaring van bv. raadplegingskopieën. Maar voor de langetermijnbewaring van de masters wordt dan een bewaringstemperatuur aangeraden van 10°C en een relatieve vochtigheidsgraad van 25%.³⁴

Hier bestaat discussie over. Theoretisch gezien kan men met koude opslag (zelfs met behulp van invriezing) materiaal langer bewaren, maar de risico’s worden dan groter.

Het probleem is dat er geen drager bestaat die geschikt is voor langetermijnbewaring... Niet zozeer omwille van de houdbaarheid van de tape zelf, maar wel omwille van de verandering van de technologische omgeving. Het is vooral de afspeelapparatuur die uitsterft. Je kan dan misschien wel banden in goede conditie bewaren maar als na vijftig jaar de geschikte apparatuur niet meer beschikbaar is, heeft de goede bewaring van de tapes geen zin gehad. Dit is een risico.

Als je de tapes in een koudere omgeving bewaart, moet je ook een soort overgangsruijme hebben zodat de tapes langzaam terug op temperatuur kunnen komen. Anders krijg je condensatie. Bij een lagere vochtigheidsgraad, riskeer je ook allerlei bijverschijnselen zoals statische lading waardoor je stof kunt aantrekken. Dit zijn risico’s waarmee je rekening moet houden bij de bepaling van de bewaringsomstandigheden.

Het belangrijkste element in de bewaringsomstandigheden is de constantheid. Het zijn de temperatuur- en vochtigheidsschommelingen die het schadelijkst zijn voor het materiaal.

PACKED: Laten we terugkeren naar het digitaliseringsproces. Cruciaal in het digitaliseringsproces zijn de goede aansluitingen van de verschillende apparaten. Kun je hierover iets vertellen?

Ja, er bestaan verschillende videosystemen.

³⁴ Bijvoorbeeld in de TAPE-publicatie *Audio and video carriers* van Dietrich Schüller (zie: http://www.tape-online.net/docs/audio_and_video_carriers.pdf) of het onderdeel over videopreservering van IMAP in de *EAI Online Resource Guide for Exhibiting, Collecting & Preserving Media Art* (zie: <http://resourceguide.eai.org/preservation/singlechannel.html>)

Formaten zoals ¾" U-Matic LB, Betamax,³⁵ VHS en Video8³⁶ werkten met *composiet* video, een kleursignaal. Dit composiet videosignaal bevat zowel informatie over de helderheid (luminantie) als de kleur (chrominantie) van het beeld. Latere systemen als U-Matic HB, U-Matic SP, Hi-8 en S-VHS³⁷ werken met *component* video. Deze *component* videosystemen nemen het videosignaal op in twee componenten. Het luminatie- en het chrominantiesignaal worden apart op de tape geschreven. Dit resulteert in een scherper beeld en met een betere kleurscheiding dan bij de oudere *composiet* systemen. Bij de overdracht van het signaal moeten speciale kabels³⁸ worden gebruikt om de voordelen van dit systeem te benutten. Halfweg lanceerde Sony en Panasonic een tweede generatie *component* formaten (o.a. Betacam) waarbij het videosignaal wordt opgebouwd uit drie elementen: één voor de helderheid en twee voor de kleurinformatie. De kwaliteit van deze latere videoformaten is superieur aan de vroegere formaten. Ze lijden ook veel minder generatieverlies bij het kopiëren.

Alle videorecorders hebben een *composite_monitor* uitgang, de zogenaamde *video out*. Als deze aansluiting wordt gebruikt voor signaaloverdracht bij digitalisering, worden echter de voordelen van de *component* systemen teniet gedaan. Het is dus zeer belangrijk dat de apparaten op de correcte manier worden aangesloten.

PACKED: De afspeeltoestellen worden met de best mogelijke verbindingen.aangesloten op Time Base Corrector (TBC) en op de audio mixer? Kun je verduidelijken waarom die TBC wordt gebruikt?

De reden waarom we een TBC gebruiken is dat de meeste oudere videosignalen niet stabiel genoeg zijn om goed te worden opgenomen met moderne videoapparaten. Een TBC corrigeert onder andere de *timing* van het videosignaal, en geeft het een *frame* later (1/25 seconde) in een stabiele *frame rate* weer door. Tegelijkertijd kun je met een TBC de *gain*,³⁹ het *black level*,⁴⁰ de chrominantie en de kleurfase aanpassen.

Het belangrijkste verschil tussen de TBC's die we in het NIMk gebruiken, schuilt in de in- en uitgangen voor het videosignaal. De één is *component*, de ander is *composiet*. Of *U-dub*, een TBC die enkel *U-matic dub* aankan. De TBC die we het meest gebruiken is AVS EOS standard convertor.⁴¹ Dit is een standaard convertor. De AVS kan zowel *composiet*, *component* en **A/C**⁴² aan.

Maar sommige instabiele signalen, zeker van de tapes uit het ½"-tijdperk, leveren problemen op bij gebruik van een moderne TBC. De moderne TBC houdt er geen rekening mee dat er zo'n grote fluctuaties in een videosignaal kunnen optreden. Maar dan kunnen we een ander type TBC gebruiken die deze extreem instabiele videosignalen wel aankan. De reactie van elektronica op bepaalde fluctuaties kan erg verschillen. In het ergste geval kunnen we ook een M-10 mixer⁴³ gebruiken. Dit toestel maakt het videosignaal niet echt mooier want er gaat een deel van het signaal verloren. Maar als het signaal van een band alleen nog met behulp van een M-10 mixer kan worden weergegeven, dan beter dit dan geen beeld.

PACKED: En wat is hierna de volgende stap in het werkproces?

De te digitaliseren band wordt gestart zodat de video- en audiosignalen kunnen worden afgesteld.

Eerst wordt de apparatuur afgeregeld met behulp van eventueel op de band aanwezige testsignalen. Hierna wordt waarna de band op verschillende posities wordt gekalibreerd met behulp van een

³⁵ Betamax was een analogo videoformaat dat gebruikt maakte van een 1/2" tape in een cassette, Betamax werd door Sony ontwikkeld voor de niet-professionele markt. Ondanks zijn betere kwaliteit verloor het de concurrentieslag met het VHS-formaat dat werd ontwikkeld door JVC.

³⁶ Video8 werd ontwikkeld als een niet-professioneel formaat, en bood een kwaliteit die vergelijkbaar was met die van VHS Het niet-stabiele formaat werd vaak gebruikt in kleine camcorders.

³⁷ Alhoewel S-VHS-cassettes er gelijkaardig uitzien als VHS-cassettes leverden zij een betere kwaliteit voor zowel beeld als geluid. Het S-VHS-formaat is nooit echt doorgebroken.

³⁸ Zoals een DUB- of een S-Video (Y/C) kabel,

³⁹ Gain is het videoniveau

⁴⁰ black level is het zwartniveau

⁴¹ AVS eos

⁴² A/C

⁴³ M-10 mixer

waveform monitor, een vectorscope en een *audio peakmeter*. Indien blijkt dat signalen zich boven of onder de afgesproken (EBU)niveaus⁴⁴ gaan, worden de diverse parameters bijgesteld. Het originele signaal wordt met behulp van twee identieke studio monitors ook optisch vergeleken met het gecorrigeerde signaal. Indien duidelijk is dat bepaalde niveaus door de maker/kunstenaar intentioneel laag of hoog zijn gehouden zal hiermee rekening worden gehouden. Over het algemeen zal het programma of werk in zijn geheel worden gedigitaliseerd met de instellingen die we op deze manier hebben verkregen.

Er wordt gelet op het zwartniveau (*black level*), het videoniveau (*video gain*) en de kleur verzadiging (*chroma gain* of *saturation*) van het videosignaal. Ook wordt naast de kleurfase de kleurverschuiving (*chroma delay*) afgeregeld zodat de helderheids- en kleursignalen gelijk zijn gepositioneerd.

Indien de videosignalen slecht worden weergegeven doordat signalen zijn verzwakt, of ooit verkeerd zijn gekopieerd, kan - zoals ik reeds zei - worden gebruik gemaakt van verschillende types TBC, elk met hun eigen specifieke manier van signaalverwerking.

PACKED: En hoe wordt de klank overgezet?

Stereo-signalen worden rechtstreeks overgezet naar de corresponderende kanalen van het nieuwe formaat. Mono-signalen worden overgezet naar twee kanalen van het nieuwe formaat.

Een *audio delay unit*⁴⁵ zorgt ervoor dat de audio- en videosignalen weer synchroon zijn na de bewerking van het videosignaal. Zoals ik reeds zei, zorgt een TBC voor een kleine vertraging van het videosignaal. Het klanksignaal moet dus ook in gelijke mate worden vertraagd.

PACKED: Hoe wordt dan de TBC en de audiomixer aangesloten op de rest van de apparatuur?

De uitgangen van het video- en audiosignaal worden naar de Digital Betacam recorder (DVW 500P) gevoerd. Deze machine verwerkt de analoge signalen tot een hoogwaardige SDI-stream. De SDI-uitgang wordt aangesloten op het Mpeg/AVI werkstation. Dit HPxw8400 werkstation is uitgerust met 2TB aan 'striped' disks en een PCI Express slot. Op dit PCI Express slot is de Multibridge Pro aangesloten die de SDI-stream verwerkt tot uncompressed AVI files. Dit AVI formaat (uncompressed YUV 10 bit 4:2:2) resulteert in ongeveer 93 GB per uur video. De SDI-uitgang van de Multibridge Pro is op zijn beurt ook aangesloten op de meetapparatuur en de studio monitor zodat het proces 'live' kan worden gecontroleerd. Ook de files zelf kunnen steekproefsgewijs worden gecheckt.

Optioneel zouden we het videosignaal met behulp van de Snell & Wilcox CPP1000⁴⁶ ook nog kunnen filteren op ruis en videoartefacten, maar dit doen we voor dit project niet. De reden hiervoor is dat een dergelijke filtering niet wordt beschouwd als een integrale conserveringshandeling. Het is immers een ingreep die onomkeerbaar is.

PACKED: Worden er bij het digitaliseren aantekeningen gemaakt, als er bv. vreemde dingen worden opgemerkt of onverwachte verwikkelingen zijn?

Ja, dergelijke dingen moeten natuurlijk worden geregistreerd. Anders gaat de informatie verloren, en moet misschien iemand het in de toekomst opnieuw uitzoeken. Alle informatie over de bron (het origineel) en de informatie over het nieuwe digitale videobestand wordt geregistreerd. Deze gegevens behoren tot de zogenaamde metadata.

PACKED: Bezorgen jullie deze informatie nadien aan de eigenaars van de banden?

Ja, ik neem aan van wel. Het lijkt me goed om dit bij elkaar te houden.

We moeten op dit moment wel nog beslissen hoe we de gegevens gaan registreren. We hebben van de eigenaars een xls-document gekregen met hierop verschillende gegevens als jaartallen, lengte, origineel

⁴⁴ De niveaus die als standaard zijn vastgelegd door de European Broadcasting Union.

⁴⁵ Een *audio delay unit* is een apparaat dat het audiosignaal vertraagt.

⁴⁶ Snell & Wilcox CPP1000

formaat, opmerkingen, ... We zouden onze observaties hieraan kunnen toevoegen. Maar we kunnen ook onze speciale databank gebruiken die hiervoor allerlei velden heeft. Er worden een tiental gegevens opgeslagen. Onze ervaring leert dat je hiermee alle noden dekt.

PACKED: Op welke drager bezorgen jullie dan nadien de videobestanden aan het IBBT die de bestanden zal ingesten in BOM-VI Demonstrator en nadien ook kopieën zal doorgeven aan de eigenaars?

Per werkdag zullen de digitale videobestanden zonder compressie worden gekopieerd naar een LTO-4 datatape. Deze datatapes worden na afloop aan het IBBT bezorgd.

PACKED: Wat gebeurt er met de NTSC-banden⁴⁷? Worden zij getranscodeerd naar het PAL-systeem⁴⁸?

Nee, er zal geen *transcodage* gebeuren. Ook transcodage wordt niet beschouwd als een integere conserveringshandeling. Het is immers, net als filtering, een ingreep die onomkeerbaar is.

PACKED: In België is het moeilijk geworden om voor ¾" U-matic en de verschillende 1"-formaten nog operationele afspeelapparatuur te vinden. Hoe is de situatie in Nederland?

We zijn een beetje een eiland. Ik zie het in Nederland verder ook nergens. Daarom is het ook goed dat we er zijn.

Wat het 1" C formaat betreft, hebben we dus zeer recent een Sony BVH 2000PS- toestel gekocht dat nog in zeer goede staat is. Dergelijke apparaten zijn nog heel erg moeilijk te vinden.

Van toestellen voor ¾" U-matic hebben we zelf nog een voorraad. We krijgen ook nog regelmatig deze toestellen van mensen of instituten die gaan verhuizen of moeten opruimen. Maar het is duidelijk dat de apparatuur steeds zeldzamer zal worden. De staat van de apparaten zal ook verslechteren, en de onderdelen zullen steeds moeilijker te verkrijgen worden.

Als je de conservering van je collectie ernstig neemt, moet je geen jaren meer wachten met de digitalisering van deze formaten. Het zal steeds moeilijker en duurder worden.

PACKED: Is het een kwestie van enkele jaren vooraleer deze formaten definitief in onbruik zullen raken?

Het digitaliseren van ¾" U-matic zal misschien over 10 jaar nog wel kunnen, maar de vraag is dan: tegen welke kostprijs, moeite en risico's? Dit is één van de belangrijke redenen waarom digitalisering hoogdringend is. En dit geldt zeker ook voor het 1" formaat. Dat S.M.A.K., MuHKA, AMSAB en het Stadsarchief Antwerpen het BOM-VI project aanwenden om hun oude formaten te digitaliseren, is een heel goede beslissing.

PACKED: Er wordt aangeraden om na digitalisering de oude videobanden niet onmiddellijk weg te gooien, maar ze nog een tijdje te bewaren. Is dit een goed advies?

Ja, zeker voor kunstcollecties..

Deze banden nog enkele jaren bewaren zorgt ook niet voor grote extra kosten. Je kunt de banden best nog een paar jaren bewaren tot je zeker bent dat je de juiste beslissingen hebt genomen tijdens het digitaliseringsproces.

⁴⁷ NTSC (National Television Systems Committee) is de Amerikaanse standaard voor het videokleursysteem. Het maakt gebruik van 525 beeldlijnen die worden gescand aan een snelheid van 30 beelden per seconde.

⁴⁸ PAL (Phase Alternate Line) is de Europese standaard voor het videokleursysteem. Het maakt gebruik van 625 beeldlijnen die worden gescand aan een snelheid van 25 beelden per seconde.

Het klinkt misschien een beetje arrogant, maar de methode die wij hier hanteren voor digitalisering is, met de apparatuur die nog beschikbaar is, de best mogelijke methode. De afgeleverde kwaliteit zal in de toekomst niet beter worden. In het beste geval zal de kwaliteit gewoon dezelfde blijven.

PACKED: Eén goede reden om in dit geval de banden nog een tijd te bewaren, lijkt mij het risico dat schuilt in de opslag van de bestanden. Tapeless opslag is iets waarmee vooral kunstmusea nog weinig ervaring hebben.

Als je daar een verkeerde keuze maakt en de digitalisering nog eens moet opnieuw doen, heb je inderdaad de banden nodig.

Maar ik zie ook nog een tweede reden. De videotape heeft in kunstcollecties ook een waarde als object. De videotape is immers een object waarop men vaak sporen terugvindt van de hand van de kunstenaar, bijvoorbeeld in het handgeschreven etiket op de doos of de cassette. Niet enkel het videosignaal zelf, maar ook dit heeft een waarde.

PACKED: Een derde reden voor de bewaring van de banden zou kunnen zijn dat je ze als museum bewaart bij wijze van referentie. Als je afscheid neemt van de oude banden en de bijhorende afspeelapparatuur, kun je ook nooit meer tonen hoe het werk er oorspronkelijk uitzag.

Dit klopt. Ook dit is bij kunst belangrijk, zeker bij installatiekunst waarin de apparatuur een onderdeel uitmaakt van de fysieke opstelling van het werk.

We hebben al eerder afscheid moeten nemen van de oude weergaveapparatuur: monitoren en projectoren die werkten met beeldbuizen. De oude beeldbuismonitoren die we nu nog gebruiken hebben zijn maar 10 à 12 jaar oud. De beeldbuismonitoren van bijvoorbeeld 20 jaar geleden hebben we niet meer.

Ook vanuit een kunsthistorisch oogpunt kan het zeker belangrijk zijn om de kleine moeite te nemen om de originele banden te bewaren. Misschien wil een kunstenaar of een curator het werk ooit toch nog op de oorspronkelijke manier vertonen.

PACKED: Wat zijn de meest voorkomende problemen met oude magnetische dragers als 1", ¾" U-matic en VHS? Kleverige afzetting (*sticky shed*), schimmel, ...?

Met schimmel krijgen we gelukkig niet vaak te maken. Voor beschimmelings moeten de banden zeer slecht en vochtig worden bewaard.

Het grootste probleem vindt zijn oorsprong in de chemische samenstelling van de videoband zelf. Componenten van een tape, zoals de drager en de bindingslaag, zijn vatbaar voor chemische verandering doorheen de tijd. Dit veroorzaakt vooral kleverigheid, zeker bij ½" *open reel* banden. Het videosignaal staat meestal nog wel goed op de band, maar de bandloop in het afspeelapparaat wordt door het chemische proces belemmerd. Hierdoor kun je sommige banden niet meer in zijn geheel afspelen.

PACKED: Kun je deze kleverigheid verwijderen door de banden te reinigen?

Ja, we reinigen de banden. We hebben een RTI reinigingsmachine voor ¾" U-matic, VHS en Betacam SP. En voor ½" *open reel* banden hebben we zelf een reinigingsmachine gemaakt. De meest kleverige banden worden vijf tot acht keer gereinigd vooraleer ze geen zwart meer afgeven en weer vlot door het afspeelapparaat lopen. Door deze reiniging is wel de magnetische informatie nog niet verdwenen.

PACKED: Soms hoor je ook wel eens van videolabo's dat tapes worden 'gebakken'. Doen jullie dit?

Nee, deze methode hebben we nog niet gebruikt. Met de droge poetsmachines van RTI die wij die hebben is dit niet nodig. Wij halen enkel de videoband met enige druk langs *tissue*.

De methode van het ‘bakken’ spreekt natuurlijk tot de verbeelding. Bakken klinkt een beetje overdreven. Men moet gedurende 24 uur of zo de band tot 40°C verwarmen. Hierdoor verdwijnt de vochtigheid. Daarna loopt de band terug soepeler door het afspeelapparaat. Maar dit ‘bakken’ mag je maar één keer doen, tenminste volgens de methode die ik in de jaren '90 heb leren kennen via iemand van videoconservering van de NOB.⁴⁹

PACKED: Verdwijnt de informatie die is opgeslagen op de banden doorheen de tijd?

Niet snel.

Wel is de interpretatie van de informatie anders is bij moderne apparatuur. Een videomonitor accepteerde vroeger signalen die minder stabiel waren en gaf toch nog een mooi beeld weer. Een moderne TBC of een digitale recorder heeft een veel preciezer signaal nodig voor een goede weergave. In vergelijking met de moderne apparatuur konden de signaalfunctuities vroeger veel groter zijn.

Er is dus niet zozeer een verloop van het signaal maar eerder een verandering van normen voor een signaal. De oorzaak van het feit dat oude signalen niet meer kunnen worden geïnterpreteerd en weergegeven door moderne apparatuur, ligt eerder in de industrie dan in de drager zelf. Het signaal zelf is meestal nog aanwezig in de drager. Het probleem schuilt vooral in de incompatibiliteit met de afspeel- en weergaveapparatuur.

PACKED: En wat met het fysieke verval van de apparatuur zelf?

Ja, er is ook een verval van de apparatuur én van de onderdelen waaruit de apparaten zijn samengesteld: niet enkel de snaren en het rubber maar ook de elektronische onderdelen. Doorheen de tijd veranderen deze elektronische onderdelen door het chemisch proces ook van waarde.

De grootste bedreiging schuilt eigenlijk in het verval en het in onbruik raken van de apparatuur.

PACKED: Ook de kennis die nodig is voor het onderhoud van de oude machines verdwijnt. Hoe onderhouden jullie de apparatuur?

Enkel het klein onderhoud doen we zelf. Voor de rest doen we beroep op externe experts. Voor de moderne apparatuur is dit geen probleem. Maar ook voor bijvoorbeeld het 1"-toestel kennen we een specialist die zowel beschikt over de nodige kennis als onderdelen.

Zelf vervangen en wisselen we geen onderdelen tussen apparaten. Omdat we nog voldoende oude apparaten hebben waaruit we kunnen kiezen, hoeven we dit ook niet te doen.

Voor het ½" *open reel* formaat zou het niet slecht zijn om de apparaten aan te passen. Sony doet dit ook. Het systeem wordt veranderd omdat het transport van de band in het afspeelapparaat veel te zwaar is. Het systeem kan worden verbeterd. Sommige geleiderolletjes zijn gefixeerd en zouden beter ook mee draaien opdat het transport van de band doorheen het afspeelapparaat wat lichter zou verlopen. Dit kun je aanpassen. Omdat we gelukkig nog weinig ½" *open reel* banden moeten digitaliseren, hebben we hier tot nu toe weinig aandacht voor gehad

PACKED: De open reel banden van de Nederlandse collecties hebben jullie door middel van de eerste en tweede conserveringsronde reeds gedigitaliseerd?

Ja, in de eerste conserveringsronde hebben we ze overgezet naar Betacam SP en in de tweede conserveringsronde hebben we vervolgens deze Betacam SP banden overgezet naar digital Betacam.

⁴⁹ NOB (of het Nederlands Omroepproductie Bedrijf) was een Nederlands bedrijf dat faciliteiten voor televisieproducties leverde. Het is in 1988 ontstaan uit de verzelfstandiging van het *Facilitair Bedrijf* van de NOS. In 2002 werd een aantal onderdelen verkocht en is de rest van de onderneming opgesplitst in een drietal nieuwe bedrijven: DutchView, Ciris en NOB Cross Media Facilities. Ook NOB Cros Facilities is nadien verkocht en noemt nu Technicolor Nederland.

Het eigenlijke overschrijven van de *open reel* banden hebben we dus reeds in de jaren '90 gedaan. Dit was een vreselijke klus. Het overschrijven van een *open reel* band heeft een bewerkingstijd van 5 op 1, en duurt dus dubbel zo lang als het overschrijven van een ¾" U-matic band.

PACKED: Hoe gebeurt bij jullie de opname van een nieuw individueel werk, of zelf een nieuwe deelcollectie?

De beschrijving en de *intake* gebeurt door de distributie- en de collectieafdeling van het NIMk. Zij nemen, na een selectieprocedure, nieuw werk aan van kunstenaars.

Op verzoek van mijn afdeling moet er dan een bepaalde master worden afgeleverd. De kunstenaar levert aan wat hij kan, liefst een formaat dat past in onze productieomgeving. Er worden momenteel zeer diverse formaten afgeleverd. De drager is steeds minder tape. Steeds vaker ontvangen we videobestanden. Hier hebben we grotere servers voor.

Dit betreft enkel onze eigen collectie, de actieve collectie. Maar zoals ik reeds zei, bewaren we ook de videocollecties van een aantal andere instellingen. Sommige van deze instellingen kopen werken aan voor hun collecties, en brengen dan maandelijks één of twee tapes. Dit wordt geregistreerd.

PACKED: Worden de nieuwe banden die worden opgenomen geïnspecteerd?

Nee, zij worden niet stelselmatig geïnspecteerd.

Wat er wel gebeurt met de banden is dat ze jaarlijks worden omgespoeld. In de praktijk wordt er vaak een DVD-kopie van de banden gemaakt en dan is er een vorm van controle.

PACKED: Het jaarlijks omspoelen is iets waar controverserig over bestaat...

Het is altijd beter om de banden regelmatig om te spoelen, maar je moet dit uiteraard wel goed doen. Omspoelen doe je niet met een oud apparaat dat een kras kan veroorzaken.

In sommige systemen spoelt de band lichtjes langs de afleeskop. Hierop is de band voorzien. Als de machine in goede staat is, is dit niet schadelijk voor de band, hoogstens voor de afleeskop zelf.

PACKED: Je zou kunnen zeggen dat iedere keer de band langs de afleeskop loopt er een risico op beschadiging is, of dat er een kleine hoeveelheid partikels van de bovenlaag wordt geschaafd.

Dit geldt dan toch vooral voor apparaten die zich in slechte staat bevinden. Ook een heel nieuwe afleeskop kan wel eens een beetje scherp zijn, wat van de bovenlaag meenemen en hierdoor vuil worden.

Videosystemen zijn ontworpen om honderden keren eenzelfde band te kunnen afspelen. Lichtjes langs de afleeskop spoelen zou nooit een negatief effect mogen hebben voor de band.

Maar ik begrijp de controverse. Het omspoelen is ontstaan bij het omspoelen van audiotapes die als ze lang op het rek bleven staan, gingen doormagnetiseren. Doordat de magnetische informatie door de band heen trok, ontstond er dus een echo. Dit werd voorkomen door de banden jaarlijks om te spoelen.

PACKED: Maar videobanden blijken geen last te hebben van dit doormagnetiseren... Waarom is het dan vandaag nog belangrijk om de banden regelmatig om te spoelen?

Ten eerste om te voorkomen dat de banden kunnen verklevan, en ten tweede om de spanning weer gelijk over de band te verdelen en dus schade door trek- en rekkracht op band te voorkomen. Deze spanning ontstaat vooral als een band slecht wordt bewaard en aan temperatuurschommelingen onderhevig is. De spanningen treden op aan de binnenkant van het spoel omdat de tape onder invloed van de omgevingsfactoren uitrekt en krimpt.

Het jaarlijks spoelen is, wat mij betreft, een aanrader om het te doen, maar het zorgt wel voor een hoop werk als je een grote collectie hebt.

PACKED: Er wordt ook steeds aangeraden om banden rechtop te bewaren. Waarom?

De randen kunnen beschadigd raken door het afzakken van de tape van de spoel. De band kan op sommige plaatsen gaan rusten en verkreukelen, vooral aan de randen. In sommige systemen ligt aan de rand van de banden veel belangrijke informatie, zoals de tijdscode.

PACKED: Hoe vermijden jullie bij de verschillende conserveringsprojecten overlapping? In de verschillende collecties zitten ongetwijfeld werken die eenzelfde titel hebben en identiek zijn, of die eenzelfde titel hebben en niet-identiek zijn.

In de eerste conserveringsronde is dit niet op voorhand bekeken. Er zijn dus allerlei werken dubbel overgezet. Iedere collectie is apart overgezet. Hierdoor zijn werken die in meerder collecties zaten, ook meerder keren overgezet.

Bij de tweede conserveringsronde hebben we in afspraak met de participerende instellingen wel op voorhand een zogenaamde *doublurecollectie* aangelegd. Uiteindelijk is enkel het beste exemplaar van een bepaald werk overgezet naar digital Betacam en de nieuwe conserveringsmaster is toegankelijk voor alle instellingen die het werk bezitten. Een dergelijke werkwijze zullen we ook hanteren in onze derde conserveringsronde. De doublures zijn dus vermeden door afspraken te maken met de collectiehouders. Voor de instellingen is het economisch belangrijk om hieraan mee te doen. Op deze manier is voor alle collecties ook de beste versie beschikbaar.

PACKED: Zitten alle gegevens dan ook in een centrale databank? Of vermijden jullie overlapping door afzonderlijke lijsten met elkaar te vergelijken?

Er komt veel papierwerk bij kijken, maar ook databanken. Het is vooral een kwestie van manueel vergelijken.

Er zijn een viertal factoren die aangeven of het om eenzelfde werk gaat: de titel, de lengte, kleur/zwart-wit, film of video, ...

Tijdens het conserveringsproces zelf kan dan nog blijken dat er bepaalde vaststellingen van overlapping niet kloppen. Eerdere beslissingen kunnen dan worden herzien.

PACKED: Zijn er naast het vermijden van doublures nog andere lessen getrokken na de eerste conserveringsronde?

Ja, in de eerste fase is er geen montage gedaan.

Tijdens de eerste conserveringsronde hebben we werken van allerlei minder vertrouwde formaten (bv. de 1/2" *open reel*) overgezet naar Betacam SP. Hierbij gebeurde het regelmatig dat bijvoorbeeld na vijf minuten de afleeskop vuil was en dat we het kopieerproces moesten onderbreken. Het was vaak onmogelijk om een werk in zijn geheel in één keer goed over te zetten. Dit lukte vaak enkel in stukken.

Het proces moest vaak worden onderbroken om de afleeskop te reinigen. Nadien werd dan opnieuw gestart met een zekere overlap. Om later alles terug netjes aan elkaar te zetten overlapte de kop van het tweede stuk met de staart van het eerste volgende stuk. We hebben natuurlijk wel in een databank geregistreerd welke werken geheel zijn overgezet, en welke werken in stukken. Van deze laatste werken hebben we ook de tijdscores van de verschillende delen genoteerd.

In de tweede conserveringsronde hadden we een opstelling die kon worden gestuurd op basis van de tijdscode, en konden we de werken waarbij dit soort problemen zich tijdens de eerste ronde hadden voorgedaan, op basis van de tijdscores weer in hun oorspronkelijke vorm aan elkaar monteren. Maar dit gebeurde vrij zelden. Het ging om minder dan 2% van de werken.

PACKED: Nog andere lessen die jullie hebben getrokken?

In de eerste fase zijn we iets vergeten: bij videoprocessing via een TBC loopt het videosignaal een vertraging op. Het signaal komt dan één *frame* later aan en hierdoor gaat het audiosignaal voorlopen. Na de eerste conserveringsronde liep de audio dus één beeldje voor.

In de tweede fase hebben we dan een *audio delay unit* gebruikt en hebben we een extra *frame* kunnen inhalen. We hebben het audiosignaal dus twee *frames* vertraagd om het weer *lipsync* te krijgen.

PACKED: Zijn er uit de tweede conserveringsronde, de overzetting naar digital Betacam ook lessen te trekken voor de volgende, derde, conserveringsfase?

Uit de eerste conserveringsronde zijn er duidelijk lessen getrokken voor de tweede conserveringsronde, voor de overschrijving naar digital Betacam. Maar uit de tweede conserveringsronde daarentegen zijn er weinig lessen te trekken.

Mijn inziens zijn er tijdens de tweede ronde geen fouten gemaakt en zijn er dus ook geen harde lessen te trekken. We moeten vooral zo doorgaan.

Maar de derde conserveringsronde zal wel worden gekenmerkt door een andere workflow: één van digital Betacam tape naar een digitaal bestandsformaat. Het wordt een meer klinisch werkproces. De analoge formaten zijn allemaal al eerder gekalibreerd en gedigitaliseerd naar digital Betacam.

PACKED: Deze tussenstap met behulp van digital Betacam is in Vlaanderen voor de collecties van S.M.A.K., MuHKA, AMSAB en Stadsarchief niet gemaakt. Hier gaan we van een analogoos tapeformaat naar het digitaal bestandsformaat.

Deze workflow is nieuw voor ons. We hebben wel testen gedaan. Maar we zijn zelf benieuwd hoe het werk voor de hele verzameling tapes zal verlopen.

Met de opstelling van Betacam SP naar digital Betacam beschikten we over montageapparatuur. Je kon dan zeggen “dit is mijn startpunt en het gaat daar mis, ik pik het later wel weer even op.” Met het creëren van digitale videobestanden is dit niet mogelijk. Deze workflow is anders is dan de vorige. Maar misschien zul je af en toe achteraf toch nog een bestand moeten monteren, of een bestand opnieuw moeten renderen, ...

PACKED: We hebben daarstraks gesproken over de veroudering van apparatuur die resulteert het in onbruik raken en in fysiek verval. Net als in de buitenwereld verouderd ook de apparatuur in jullie studio snel. Op een gegeven moment moeten jullie ongetwijfeld ook de analoge piste opgeven. Heb je enige idee hoelang je de huidige apparatuur nog in stand moet houden om te voorkomen dat er werken verloren gaan in overstap naar het *tapeless* tijdperk?

We zitten zelf in een luxesituatie omdat we voor onze eigen collectie het werk dat oorspronkelijk is gemaakt op analoge videoformaten, bijna allemaal hebben veilig gesteld op digitale tapeformaten die makkelijker te encoderen zijn. Maar er zijn in Nederland nog andere collecties, en zeker ook in België en de rest van Europa. We verlenen deze digitaliseringsdiensten graag, maar voor de digitalisering van de eigen collectie hoeven we - op en paar uitzonderingen na - niet bang te zijn.

Maar het beheren van collecties blijft mensenwerk. We hebben net een documentatiekast opgeruimd en hebben enkele banden gevonden die als master worden beschouwd en ook reeds moesten zijn geconserveerd.

Ik zou zeggen dat de analoge apparatuur zeker nog vijf jaar operationeel moet blijven. Hoe langer hoe beter. Het is een fantastische voorziening. Maar het moet bemand worden door personeel met kennis, en het moet betaalbaar blijven.

PACKED: Jullie hebben pas een onderzoek (Playout) afgerond ter voorbereiding van jullie derde conserveringsronde. Wat zijn de grootste vragen die voorlopig nog onbeantwoord zijn gebleven?

Het laatste grote vraag betreft de opslag van de digitale videobestanden. Opslag op datatapes is een betrouwbare en betaalbare oplossing, maar we zoeken naar een vorm van hybride opslag waarbij



opslag op datatapes wordt gecombineerd met opslag op een server. Dit lijkt ons ook de beste manier om de bewaring te kunnen controleren, en is dus de veiligste vorm van opslag.

Een belangrijk probleem met de opslag op servers is dat de harde schijven voortdurend moeten draaien, en ze dus veel energie verbruiken en weinig milieuvriendelijk zijn. Wij voorzien dat we een opslagcapaciteit nodig hebben van 100 TB, en met harde schijven die continue draaien is dit milieutechnisch niet verantwoord. De markt is nog niet zover om schijven aan te bieden die kunnen rusten. Deze ontwikkeling wacht we nog af.

Wat er hiernaast nog openstaat is de berekening van de bewerkingstijd. De ervaring die we nu opdoen door het leveren van diensten in het kader van BOM-VI zullen ons helpen de berekening van de bewerkingstijd verder te verfijnen.

PACKED: En wat heeft jullie onderzoek naar het gebruik van de codec opgeleverd?

De eindconclusie is dat we van de industrie afhankelijk blijven. Er is geen *open source* codec die goed genoeg wordt ondersteund. Het is de industrie die de meeste middelen heeft om nieuwe dingen te ontwikkelen en die moeten we volgen.

De codec die we gebruiken is de V-210. Hier zitten we aan vast. Dit is de codec waarmee de Blackmagic *capture card* werkt. Het is een redelijk veel gebruikte codec die o.a. ook door Sony wordt ondersteund

We zullen dus goed moeten blijven opvolgen of hardware ook in de toekomst onze codec zal blijven ondersteunen. Gelukkig gaat het hier niet om compressie. Maar de codec bepaalt bijvoorbeeld wel de rangschikking van de data. Zodra je ziet aankomen dat de codec in onbruik raakt, kun je zonder verlies de data transcoderen naar een andere codec.

PACKED: Wat met *digital born*-materiaal? Kunstenaars leveren jullie niet langer hun nieuwe werken op analoge videobanden maar op digitale videobanden en waarschijnlijk ook steeds vaker op harde schijven.

Ons tweede conserveringsproject waarbij we de analoge banden hebben gedigitaliseerd, is dus reeds bijna tien jaar geleden afgerond. De analoge tijdperk is voor ons dus afgesloten.

Voor de DV-formaten hebben we nog geen conserveringsstrategie ontwikkeld. We hebben wel de geruststellende vaststelling dat het DV-formaat een *open source* formaat is, en dat je dus DV-formaten kunt bewaren en ten allen tijde kunt blijven afspelen.

De DV-formaten zijn formaten waarbij compressie wordt gebruikt. We gaan ervan uit dat we deze formaten niet zullen opblazen naar het *uncompressed* AVI-formaat dat we zullen gebruiken voor de werken die oorspronkelijk op analoge formaten zijn gemaakt. De DV-codec is bruikbaar, en de vereiste opslagcapaciteit is kleiner dan voor het *uncompressed* .AVI-formaat. Er hoeft geen conversie te gebeuren.

PACKED: Wil dit zeggen dat de werken op miniDV die hier door kunstenaars zijn gedeponeerd altijd zijn bewaard op miniDV? Of zijn ze overgezet naar een digitale Betacam?

Ja, de originele miniDV-cassettes zijn bewaard als masters. Maar daarnaast zijn er submasters gemaakt, eerst op Betacam SP en nadien op digital Betacam.

De originele miniDV-cassettes zijn er dus nog. Pas recent hebben we bedacht dat we deze bandjes zeer goed moeten bewaren zodat ze in goede staat blijven en ze in de nabije toekomst kunnen worden gebruikt om er door middel van *capturing* een *tapeless* videobestand van te trekken.

PACKED: En de werken die door kunstenaars zijn bezorgd op een harde schijf? Worden zijn op een server bewaard?

Ja, zij worden op een server bewaard, en er worden ook submasters op digital Betacam van gemaakt.



Maar voor werken in een High Definition-resolutie gaat het kopiëren naar digital Betacam niet meer. Deze bestanden blijven gewoon op de server staan. Deze server breidt zich alsmat uit. Maar we hebben ook een RAID-systeem en ook een back-up op tape. Alle bestanden in de partitie *master files* worden als master beschouwd. Van deze werken bestaat er dus geen fysiek tastbare master meer. Het gaat hier niet om een groot aantal werken, maar het aantal groeit.

PACKED: Hier stelt zich dan voor jullie de vraag: blijven we deze masters bewaren op een server of zetten we ze op datatape?

Ik heb een opslag voor montagebestanden en een file server met masterbestanden. De werkwijze die ik heb bedacht is jaarlijks te bekijken of we de bestanden die op deze locaties staan nog daadwerkelijk gaan gebruiken. Indien dit niet het geval is, kunnen we ze naar datatape wegschrijven.

PACKED: Deze twee pistes, met enerzijds de overzetting van analoge en digitale banden naar tapeless bestanden en anderzijds de bewaring van de tapeless geboren bestanden, moeten ooit in elkaar overvloeien en één geheel worden.

Ja, dit moet uniform worden. Maar de formaten zullen zich, vanwege de resolutieverschillen, waarschijnlijk niet vermengen. Eén en hetzelfde videoformaat wordt het nooit. Het zullen aparte formaten blijven. Maar de collectie met zijn verschillende formaten moet (o.a. dankzij het gebruik en de databank) wel een eenheid worden.

6 Verliesloze compressie in een productieomgeving

6.1 Inleiding

Dagelijks kijkt de gemiddelde Vlaming 165 minuten naar een zender op de televisie [1]. Dat een selectie van dit materiaal als cultureel erfgoed van ons land kan gezien worden, is geen twijfel over. Om deze grote hoeveelheid videomateriaal efficiënt te bewaren wordt compressie toegepast. Videocompressie zorgt voor het verkleinen van de videobestanden met een minimale visuele impact op het beeldmateriaal. Om deze gecomprimeerde videobestanden te bewaren kunnen drie verschillende strategieën overwogen worden, nl:

1. *Common preservation format*: In deze strategie worden videobestanden bij het binnenhalen in het archiveringssysteem omgezet naar een gemeenschappelijk formaat. Elk videobestand dient bijgevolg slechts een enkele keer omgezet te worden naar het gebruikte archiveringsformaat.
2. *Emulatie*: Met deze strategie wordt het oorspronkelijk videobestand behouden. Een omzetting naar een meer gebruikelijk formaat wordt dan verwezenlijkt als de mediabestanden worden opgevraagd. Voor elk coderingsformaat moet er dus steeds een geschikt decoderingstoestel beschikbaar blijven.
3. *Migratie*: Met deze strategie wordt het videobestand telkens omgezet naar het meest courante formaat. Als apparatuur voor een bepaald bestandsformaat niet meer ondersteund gaat worden, dan wordt het videomateriaal omgezet naar een recenter formaat. Dit heeft tot gevolg dat bestanden steeds toegankelijk zijn met een recent formaat. Voor een efficiënte ontsluiting van het beeldmateriaal is dit dus de aangewezen methode.

Migratie lijkt een aangewezen strategie voor valoriseerbare archieven omdat ontsluiting van met beeldmateriaal efficiënt kan verlopen. Waar bij migratie rekening mee moet gehouden worden is kwaliteitsverlies van het compressieformaat. Bij de migratiestap kan er gekozen worden tussen verliesloze en verlieshebbende compressie. Bij verliesloze compressie treedt er geen verandering op van het beeldmateriaal, maar bij verlieshebbende compressie heeft elke migratiestap kwaliteitsverlies tot gevolg.

In dit onderzoek wordt de meerkost van de bandbreedte van een verliesloze compressie vergeleken met de bandbreedte van de standaard compressiemethoden in een productieomgeving. De resultaten hiervan laten toe de impact op de vereiste opslagcapaciteit in te schatten bij de afweging van een geschikt formaat (verliesloos of verlieshebbend) voor lange termijn archivering.

Voor zowel SD als HD resolutie zullen representatieve videostreamen gecodeerd worden met enerzijds een standaard compressiemethode gebruikt in een productieomgeving en anderzijds een state-of-the-art verliesloze compressiemethode.

De videostreamen hebben de volgende resoluties:

1. Voor SD: PAL (720 x 576, 25 beelden per seconde)
2. Voor HD: 720p50 (1280 x 720, 50 beelden per seconde)
3. 1080i25 (1920 x 1080, 25 beelden per seconde)

Voor de videostreamen gecomprimeerd zoals in een productieomgeving is de volgende set van relevante codecs geselecteerd:

Voor SD:

1. DV25 (4:2:0, 8 bit, Intra)
2. SMPTE D10 (4:2:2, 8 bit, Intra)
3. Digital Betacam (4:2:2, 10 bit, Intra) (kunst sector)

Voor HD:

1. DNxHD (4:2:2, 8 bit, Intra) – Avid post productie formaat
2. AVC Intra en JPEG2000 (4:2:2, 10 bit, Intra) – Panasonic P2 camera formaat, respectievelijk Thomson Grass Valley Infinity camera formaat
3. XDCAMHD (4:2:2, 8 bit, long GOP) – Sony camera formaat
4. DVCProHD (4:2:2, 8 bit, Intra, Horiz. subsampling) – Panasonic P2 camera formaat

De verliesloze codecs waarmee vergeleken zal worden zijn:

1. H.264/AVC [1]
 - a. Bewegings gecompenseerde blok gebaseerde codec.
 - b. Intra (I) en inter (P, B) predictie.
 - c. <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/>
2. Motion JPEG2000
 - a. Wavelet-gebaseerde codec.
 - b. Enkel intra (I) predictie.
 - c. <http://www.jpeg.org/jpeg2000/>
3. FFV1
 - a. Codec gebaseerd op variabele lengte codering of aritmetische codering.
 - b. Enkel intra (I) predictie.
 - c. <http://www.ffmpeg.org/>
4. 7-Zip
 - a. LZMA gebaseerde bestandscompressie.
 - b. <http://www.7-zip.org/>

De verliesloze codecs zullen volgens de overeenkomstige technische parameters van de video compressiestructuur ingesteld worden (zie Appendix A – chroma subsampling, bitdiepte, scanning formaat, resolutie, intra- en interframe parameters zoals GOP grootte, intraperiode).

6.2 Test sequenties

De metingen werden uitgevoerd op 9 testsequenties van EBU (http://www.ebu.ch/en/technical/hdtv/test_sequences.php). Deze sequenties zijn zowel in de HD-resoluties 720p50 als 1080i25 beschikbaar. Om een SD-resolutie van deze sequenties te bekomen werden deze geschaald en uitgesneden met DVS Clipster (<http://www.dvs.de/products/video-systems/clipster.html>). Aan de testset voor 720p50 resolutie werden 3 sequenties van de Tour de France toegevoegd. Naar de testsequenties wordt in de tekst verwezen aan de hand van een nummer. Deze nummer en een beschrijving van de verschillende sequenties kunnen terug gevonden worden in Appendix B.

6.3 Resultaten

6.3.1 SD

6.3.1.1 DV25

Oorspronkelijke bitrate: 25,146 Mbps
Resultaten van de 9 testsequenties:

	Gemiddeld	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FFV1	60,2	63,9	56,8	53,7	52,6	72,3	66,9	63,0	73,5	39,4
Motion JPEG2000	62,9	68,6	61,5	55,8	55,2	74,5	68,6	64,4	71,8	46,0
7z LZMA	73,4	79,4	75,1	67,6	69,5	83,2	80,1	69,4	86,5	50,2

Gemiddeld wordt de bandbreedte met een factor 2,6 verhoogd om verliesloze codering mogelijk te maken. In het optimale geval is een factor 2,4 reeds genoeg voor verliesloze bewaring.

6.3.1.2 D10

Een met D10 gecomprimeerde video stream heeft bitsnelheden van 30, 40 of 50 Mbps.

	Average	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FFV1	77,0	78,8	70,1	68,9	66,6	91,5	86,3	80,4	99,5	50,7
Motion JPEG2000	79,4	84,2	76,0	71,4	69,8	93,3	86,9	82,3	93,6	56,9
7z LZMA	94,2	100,9	95,8	88,1	88,4	106,5	102,9	89,7	113,2	62,4
H.264/AVC 4:4:4 interlaced	104,5	116,3	101,2	87,5	85,7	132,7	113,5	106,0	128,3	69,2
H.264/AVC 4:4:4	105,8	112,6	99,6	89,8	87,5	135,4	116,1	108,6	132,7	70,3

In de veronderstelling dat het videomateriaal met 50Mbps is opgeslagen, dan is slechts een factor van 1,5 in bandbreedte nodig om de videofragmenten verliesloos op te slaan. Bij gebruik van de bestandscompressiemethode 7zip is een bandbreedteverhoging met een factor 1,9 nodig.

6.3.1.3 Digital Betacam

Oorspronkelijke bitrate: 90Mbps

	Average	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
Motion JPEG2000	140,5	143,1	136,7	135,9	131,4	151,7	149,8	142,2	158,0	115,6
7z LZMA	174,4	193,0	190,6	173,1	180,5	195,5	197,5	167,2	211,6	140,8

Een factor 1,6 in bandbreedte is mogelijk bij gebruik van Motion JPEG2000 en een factor 2 is nodig als de video stream wordt ge-zipped.

6.3.2 HD

Enkel een overzichtstabel wordt weergegeven voor de HD resoluties. Alle individuele resultaten kunnen worden teruggevonden in het meegeleverde resultatenblad.

720p50

Configuratie	Oorspr. bandbreedte [Mbps]	Beste verliesloze codec	Verliesloze bandbreedte	Factor
DNxHD	120	FFV1 en Motion Jpeg2000	307,1	2,6
AVC Intra 100	112	Motion Jpeg2000	480,3	4,3
XD-CAM HD	50	FFV1 en Motion Jpeg2000	307,1	6,1
DVCPro HD	100	FFV1 en Motion Jpeg2000	213,3	2,1

1080i25

Configuratie	Oorspr. bandbreedte [Mbps]	Beste verliesloze codec	Verliesloze bandbreedte	Factor
DNxHD	120	FFV1 en Motion Jpeg2000	408,4	3,4
AVC Intra 100	112	Motion Jpeg2000	716,3	6,4
XD-CAM HD	50	FFV1 en Motion Jpeg2000	408,4	8,2
DVCPro HD	100	FFV1 en Motion Jpeg2000	281,6	2,8

Voor de verliesloze bewaring van DVCPro HD videomateriaal is de minste extra opslagruimte nodig (factor 2,1 of 2,8). Met DVCPro HD is er namelijk voor gekozen om een lagere resolutie te nemen en een hogere kwaliteit. De extra bandbreedte die dus nodig is om verliesloos op te slaan is dus lager dan bij de andere compressiemethoden. Voor AVC Intra 100 kan de hogere factor verklaard worden door de 10 bit bitdiepte. De 2 extra bits ten opzichte van het andere 8 bit videomateriaal, bevatten over het algemeen veel ruis en dus ongecorrleerde data. Deze extra 2 bits worden dus moeilijk gecomprimeerd door verliesloze compressiesystemen.

De verliesloze opslag van XD-CAM HD vraagt de grootste capaciteitstoename omdat dit een compressie is die gebruik maakt van inter predictie. Voor verlieshebbende compressie levert inter predictie goede resultaten, maar voor verliesloze compressie niet. Normaal zegt men dat P-beelden 50% kleiner zijn dan I-beelden en dat B-beelden zelfs 75% kleiner zijn dan I-beelden. Bij verliesloze compressie zijn de verhoudingen ongeveer 5% reductie voor P-beelden ten opzichte van I-beelden en 10% reductie voor B-beelden ten opzichte van I-beelden. Verder neemt de verliesloze compressie van 1080i25 materiaal meer opslag in ten opzichte van 720p50. Dit is te verklaren zoals DVCPro HD. 720p50 wordt met een hogere kwaliteit opgeslagen ten opzichte van 1080i25 waardoor er minder extra bandbreedte nodig is om dit verliesloos op te slaan. Verder zijn de gebruikte videocodecs allemaal progressieve compressiemethoden, waardoor de interlaced videobeelden minder efficiënt gecomprimeerd worden. H.264/AVC geeft in deze test geen representatieve resultaten omdat de software geen 4:2:2 videomateriaal ondersteunt. De H.264/AVC-standaard ondersteunt dit wel, dus voor een representatieve verliesloze inter-codering zal gewacht moeten worden tot dit wel in de referentiesoftware ondersteunt wordt.

6.4 Conclusie

Dit onderzoek geeft de meerkost weer van verliesloze compressie ten opzichte van het bewaren van de videostroom in het originele formaat. Als de beslissing wordt genomen om de videodatabank om te zetten naar recente formaten zonder verlies van gegevens dan geeft dit onderzoek de meerkost die zal nodig zijn om de data op te slaan. In geen enkel geval wordt er vergeleken met het transcoderen naar een verlieshebbend formaat.

Voor een SD resolutie moet er rekening gehouden worden met een uitbreiding van de data met een factor 1,8. Een omzetting van een volledige databank met verouderde SD formaten naar een verliesloze databank zal slechts 1,8 keer meer plaats innemen vergeleken met de oorspronkelijke databank.

Voor een 720p50 resolutie is er gemiddeld 4,2 keer meer opslagruimte nodig vergeleken met de oorspronkelijke bestanden. Voor de formaten DNxHD en DVCProHD wordt een factor van 2,3 bekomen voor een verliesloze opslag.

De verliesloze compressie van een 1080i25 resolutie vereist de hoogste capaciteit voor verliesloze opslag. Een factor 5,3 is gemiddeld nodig, maar bij omzetting van DNxHD of DVCProHD is slechts een factor 3,1 nodig.

De videogebaseerde compressietechnieken (Motion JPEG2000 en FFV1) doen het gemiddeld 20% beter dan de bestandsgebaseerde compressietechnieken (7-zip).

Als we Motion JPEG2000 en FFV1 nog vergelijken dan bieden ze beide dezelfde compressie factor, maar enkel Motion JPEG2000 biedt de flexibiliteit om alle mogelijke formaten (8 bit en 10 bit) op te slaan. Dit geldt ook voor de H.264/AVC-standaard, maar software voor al deze configuraties was niet beschikbaar.



6.5 Appendix A – Technische parameters van gecodeerde videobeelden.

- *Kleurruimte en chroma subsampling*

De meest gebruikte kleurruimte in videocompressie is YCbCr/YUV omdat deze zeer nauw aansluit bij de eigenschappen van het HVS (Human Visual System). Het menselijk oog is gevoeliger voor luminantie dan voor chrominantie componenten waardoor chroma subsampling wordt toegepast. 4:2:2 en 4:2:0 zijn de meest voorkomende chroma subsampling schema's en deze worden geïllustreerd in Fig. 1 en Fig. 2. 4:2:2 subsampling wordt vaak gebruikt als er nog een post processing stap toegepast moet worden op de beelden. In dit subsampling schema zijn er voor elke vier luminantie waarden twee Cb en twee Cr-waarden aanwezig. Dit wordt verkregen door de horizontale resolutie van de chrominantiewaarden te halveren. 4:2:0 subsampling wordt vooral bij de distributie van de videobeelden toegepast. Deze subsampling wordt gerealiseerd door de resolutie van de chrominantiewaarden zowel te halveren in de horizontale als in de verticale richting.

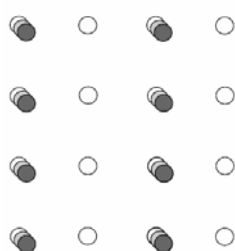


Fig. 1: 4:2:2

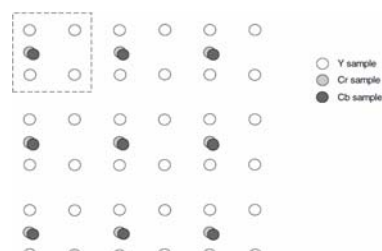


Fig. 2: 4:2:0

DVCProHD gebruikt bovenop de 4:2:2 subsampling nog een extra subsampling op het volledige beeld. De resolutie wordt bij gebruik van deze codec aangepast overeenkomstig met Tabel 1.

	Originele resolutie	DVCProHD resolutie
720p	1280 x 720	960 x 720
1080i	1920 x 1080	1440 x 1080

Tabel 1: Resolutie DVCProHD

- *Bitdiepte*

Bitdieptes van zowel 8 als 10 bit komen voor in een broadcastomgeving. Wanneer een hoge kwaliteit noodzakelijk is en er nog post-processing stappen toegepast worden op de video, dan is 10 bit de geprefereerde bitdiepte.

- *Scanning formaat*

Videostreamen kunnen opgedeeld worden in twee scanning formaten, nl. progressief (p) en interlaced (i). Bij progressieve scanning wordt elk beeld in zijn geheel verwerkt. Bij interlaced scanning wordt het videobeeld opgedeeld in twee stukken. De ene helft bestaat uit alle even lijnen, de andere helft bestaat uit alle oneven lijnen. Op het beeld worden eerst de oneven lijnen weergegeven en na 20ms (1/50s of 50 halve beelden per seconde) worden de even lijnen weergegeven. Het verschil tussen progressief en interlaced wordt schematisch weergegeven in Fig. 3.

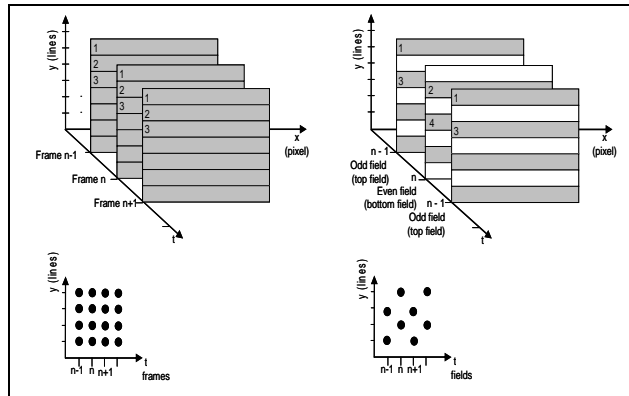


Fig. 3: Links = progressief formaat , Rechts = interlaced formaat .

- *Spatiale resolutie en frame rate*

De spatiale resolutie en de frame rate bepalen samen de video resolutie. In een broadcasting omgeving worden volgende frame rates gebruikt: 60Hz, 50Hz, 30Hz, 25Hz en 24Hz. 60Hz wordt vooral gebruikt in de Verenigde Staten en Azië en 50 Hz vooral in Europa, het Midden Oosten en Afrika.

- *Intra (I) en inter (P, B) predictie.*

In een broadcast omgeving vinden we inter predictie (P- en B-beelden) vooral terug bij de contributie en de distributie. Inter predictie is zeer geschikt als het netwerk of het opslagmedium beperkt is en als er enkel lineair gewerkt wordt (lineair opnemen in de studio of afspelen in de woonkamer).

In de productieomgeving wordt vooral intra predictie (I-beelden) toegepast. Elk beeld wordt onafhankelijk gecomprimeerd zodat het editeerwerk overeenkomt met editeerwerk op een ongecomprimeerde video.

6.6 Appendix B - Test sequences







Overzicht van de test sequenties

Het testmateriaal komt voor in drie verschillende resoluties: PAL, 720p50 en 1080i25. In Tabel B1 worden de verschillende karakteristieken opgesomd.

Formaat	Progressief / Interlaced	Resolutie	Frame-rate	Color format / bit depth
PAL	Interlaced	720x576	50 fields/s	YUV422 of YUV420 / 8 bits
720p50	Progressief	1280x720	50 frames/s	YUV422 / 8 of 10 bits
1080i25	Interlaced	1920x1080	50 fields/s	YUV422 / 8 of 10 bits

Tabel B1: Karakteristieken van de verschillende formaten gebruikt tijdens onze metingen.

Een overzicht van de testsequenties wordt gegeven in Tabel B2-B4

Nr	Sample	Naam	Beschrijving
1		Treno_B	<p>Trein beweegt van links naar rechts, Tijgers, kaartjes en bloempot draaien rond (opgenomen in 1080i25 en herschaald/uitgesneden naar PAL resolutie met DVS Clipster)</p>
2		Flowerclose_B	<p>Bloemen en een tekening op papier. Het papier draait rond (opgenomen in 1080i25 en herschaald/uitgesneden naar PAL resolutie met DVS Clipster)</p>
3		Veginuts_B	<p>Paprika en appel draaien rond op een bord (opgenomen in 1080i25 en herschaald/uitgesneden naar PAL resolutie met DVS Clipster)</p>
4		Ana_B	<p>Dame met bloemen. Zeer weinig beweging. (opgenomen in 1080i25 en herschaald/uitgesneden naar PAL resolutie met DVS Clipster)</p>
5		Crowdrun_L	<p>Grote groep joggers (van film)</p>
6		Dancer_H	<p>Dansende Braziliaanse dame met een vlag (SW conversie van 1080p50 met IRT software)</p>












7		Wide_H	Voetbal match (SW conversie van 1080p50 met IRT software)
8		Olyflags_B	Mensen die zwaaien met vlaggetjes, panning camera (opgenomen in 1080i25 en herschaald/uitgesneden naar PAL resolutie met DVS Clipster)
9		Graphics_B	Render van Cinema 4D (opgenomen in 1080i25 en herschaald/uitgesneden naar PAL resolutie met DVS Clipster)

Table B2: PAL: test sequenties.

Nr	Sample	Naam	Beschrijving
1		Treno_E	Trein beweegt van links naar rechts, Tijgers, kaartjes en bloempot draaien rond (opgenomen in 720p50)
2		Flowerclose_I	Bloemen en een tekening op papier. Het papier draait rond (opgenomen in 720p50)

3		Ana_E	Dame met bloemen. Zeer weinig beweging.(opgenomen in 720p50)
4		Crowdrun_M	Grote groep joggers(van film)
5		Dancer_I	Dansende Braziliaanse dame met een vlag (SW conversie van 1080p50 met Pronto2K DVS)
6		Wide_I	Voetbal match (SW conversie van 1080p50, met Pronto2K DVS)
7		Olyflags_G	Mensen die zwaaien met vlaggetjes, panning camera (HW conversie van 1080i25, Indigo Crystal converter)
8		Graphics_E	Render van Cinema 4D (opgenomen in 720p50)












9		Tour1	Tour de France (opgenomen in 720p50)
10		Tour2	Tour de France (opgenomen in 720p50)
11		Tour3	Tour de France (opgenomen in 720p50)
12		Tour4	Tour de France (opgenomen in 720p50)

Table B3: 720p50 test sequenties.

Nr	Sample	Naam	Beschrijving
1		Treno_B	Trein beweegt van links naar rechts, Tijgers, kaartjes en bloempot draaien rond (opgenomen in 1080i25)

2		Flowerclose_B	Bloemen en een tekening op papier. Het papier draait rond (opgenomen in 1080i25)
3		Veginuts_B	Paprika en appel draaien rond op een bord (opgenomen in 1080i25)
4		Ana_B	Dame met bloemen. Zeer weinig beweging. (opgenomen in 1080i25)
5		Crowdrun_L	Grote groep joggers (van film)
6		Dancer_H	Dansende Braziliaanse dame met een vlag (SW conversie van 1080p50 met IRT software)
7		Wide_H	Voetbal match (SW conversie van 1080p50 met IRT software)



8		Olyflags_B	Mensen die zwaaien met vlaggetjes, panning camera (opgenomen in 1080i25)
9		Graphics_B	Render van Cinema 4D (opgenomen in 1080i25)

Table B4: 1080i25 test sequenties.

[1] H. Schwarz, D. Marpe, and T. Wiegand, "Overview of the scalable video coding extension of the h.264/AVC standard," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 17, no. 9, pp. 1–18, september 2007.

7 Bewaring door middel van transcoding in een productieomgeving

7.1 Inleiding

Dagelijks kijkt de gemiddelde Vlaming 165 minuten naar een zender op de televisie [1]. Dat een selectie van dit materiaal als cultureel erfgoed van ons land kan gezien worden, is geen twijfel over. Om deze grote hoeveelheid videomateriaal efficiënt te bewaren wordt compressie toegepast. Videocompressie zorgt voor het verkleinen van de videobestanden met een minimale visuele impact op het beeldmateriaal. Om deze gecomprimeerde videobestanden te bewaren kunnen drie verschillende strategieën overwogen worden, nl:

4. *Common preservation format*: In deze strategie worden videobestanden bij het binnenhalen in het archiveringssysteem omgezet naar een gemeenschappelijk formaat. Elk videobestand dient bijgevolg slechts een enkele keer omgezet te worden naar het gebruikte archiveringsformaat.
5. Emulatie: Met deze strategie wordt het oorspronkelijk videobestand behouden. Een omzetting naar een meer gebruikelijk formaat wordt dan verwezenlijkt als de mediabestanden worden opgevraagd. Voor elk coderingsformaat moet er dus steeds een geschikt decoderingstoestel beschikbaar blijven.
6. Migratie: Met deze strategie wordt het videobestand telkens omgezet naar het meest courante formaat. Als apparatuur voor een bepaald bestandsformaat niet meer ondersteund gaat worden, dan wordt het videomateriaal omgezet naar een recenter formaat. Dit heeft tot gevolg dat bestanden steeds toegankelijk zijn met een recent formaat. Voor een efficiënte ontsluiting van het beeldmateriaal is dit dus de aangewezen methode.

Migratie lijkt een aangewezen strategie voor valoriseerbare archieven omdat ontsluiting van met beeldmateriaal efficiënt kan verlopen. Waar bij migratie rekening mee moet gehouden worden is kwaliteitsverlies van het compressieformaat. Bij de migratiestap kan er gekozen worden tussen verliesloze en verlieshebbende compressie. Bij verliesloze compressie treedt er geen verandering op van het beeldmateriaal, maar bij verlieshebbende compressie heeft elke migratiestap kwaliteitsverlies tot gevolg. De ernst van het kwaliteitsverlies na herhaaldelijk hercoderen wordt hier geformuleerd.

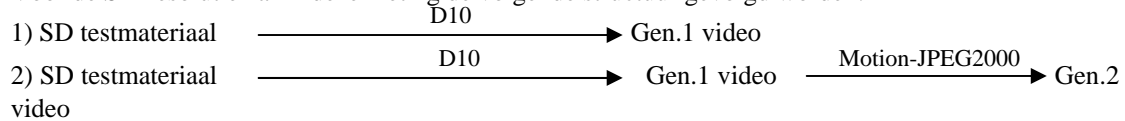
7.2 Vertrekkende van een bestaand archief

In een bestaand videoarchief zijn de videobestanden reeds gecomprimeerd in een verlieshebbend formaat. Daar de kwaliteit al gereduceerd is moeten er andere beslissingen genomen worden dan wanneer er vertrokken wordt van een gescande film.

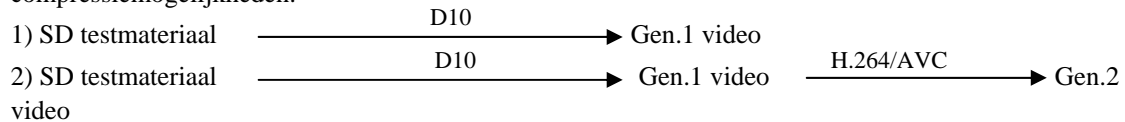
7.2.1 Meetopstelling

Voor de metingen die volgen wordt er verondersteld dat het archief is opgebouwd uit videomateriaal in het D10-formaat wanneer gesproken wordt over standaard definitie (SD) materiaal en in het XDCAMHD-formaat wanneer hoge definitie (HD) materiaal wordt gebruikt. De metingen werden uitgevoerd op 9 testsequenties van EBU (http://www.ebu.ch/en/technical/hdtv/test_sequences.php) . Naar de testsequenties wordt in de tekst verwezen aan de hand van een nummer. Deze nummer en een beschrijving van de verschillende sequenties kunnen terug gevonden worden in Appendix B.

Voor de SD-resolutie zal in deze meting de volgende structuur gevolgd worden:

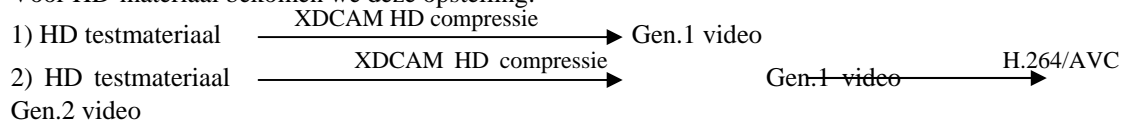


Motion-JPEG2000 compressie wordt gebruikt als voorstelling voor de huidige compressiemogelijkheden.



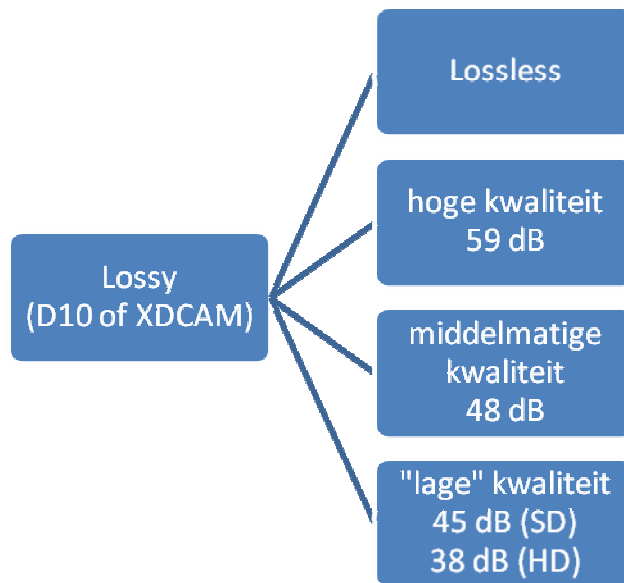
Door een optimale configuratie van de H.264/AVC compressie beschouwen we deze meting als het toekomstbeeld. Bandbreedte-eigenschappen van toekomstige compressiestandaarden worden hiermee voorspeld.

Voor HD-materiaal bekomen we deze opstelling:



In zowel de SD als de HD opstelling is de eerste opstelling (1) een voorstelling van het originele materiaal. (1) is dus het originele materiaal zoals deze in het archief voorkomt. (2) is het scenario waarbij de collectie wordt omgezet naar een state-of-the-art formaat. Hier kan de vraag gesteld worden wat het extra verlies is om bestaand D10 materiaal te hercoderen naar een recenter formaat . Voor de meting wordt het recenter formaat ingesteld met hoge kwaliteit zodat we een toekomstbeeld krijgen. De gebruikte compressietools in de H.264/AVC stap zijn namelijk zo geavanceerd dat deze de komende jaren nog niet volledig benut zullen worden.

Voor elke opstelling worden de gevolgen van drie kwaliteitskeuzes overwogen. Het bestaande archief zou tegen zeer hoge kwaliteit opgeslagen kunnen worden. Deze near-lossless kwaliteit heeft een PSNR van 59dB en deze waarde wordt verklaard in sectie 3. Een tweede configuratie heeft een PSNR van 48dB en als lage kwaliteit wordt dezelfde kwaliteit genomen als het formaat dat reeds gebruikt wordt. Voor D10 komt dit op een PSNR van 45dB en voor XDCAMHD op 38dB.



Figuur 1 Links: Formaat van het bestaande archief. Rechts: keuzemogelijkheden voor het nieuwe format na migratie.

7.2.2 Resultaten

Voor elke sequentie wordt het kwaliteitsverlies en de bandbreedte winst weergegeven bij een overgang van een Lossy archief naar een hoog kwalitatief archief.



Figuur 2 Vertrekkende van een lossy archief wordt er gemigreerd naar een hoog kwalitatief archief.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gemiddeld
BB lossless	84,2	76,0	71,4	69,8	93,3	86,9	82,3	93,6	56,9	79,4
BB na 59 dB	59,5	55,3	57,0	58,8	93,9	84,8	67,6	107,4	34,9	68,8
PSNR na 59 dB	42,7	45,6	46,8	46,7	43,5	42,3	43,8	40,6	47,9	44,4
verschil PSNR	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1

Tabel 1: Bandbreedte(BB) en kwaliteit (PSNR [dB]) na een omzetting van D10 SD materiaal naar H.264/AVC met hoge kwaliteit.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gemiddeld
BB lossless	84,2	76,0	71,4	69,8	93,3	86,9	82,3	93,6	56,9	79,4
BB na 59 dB	80,8	72,9	65,5	65,5	88,8	82,0	77,7	88,8	49,8	74,6
PSNR na 59 dB	44,0	45,6	46,0	46,6	41,7	42,9	44,0	41,1	48,1	44,4
verschil PSNR	1,2	-0,1	-1,0	-0,4	-1,9	0,6	0,1	0,4	0,1	-0,1

Tabel 2: Bandbreedte(BB) en kwaliteit (PSNR [dB]) na een omzetting van D10 SD materiaal naar Motion JPEG2000 met hoge kwaliteit.

Als een omzetting van een bestaand archief naar een hoog kwalitatief archief wordt overwogen, moet er rekening mee gehouden worden dat het verschil in opslagkost met een verliesloze codering minimaal is. De dag van vandaag kan er voor SD-materiaal 5Mbps bespaard worden ten opzichte van de 80 Mbps voor een verliesloze codering. In de toekomst zal er tot 10 Mbps bespaard kunnen worden en telkens is er slechts een verlies van 0.1dB aan kwaliteit. Een echte besparing ten opzichte van verliesloze codering is er niet, maar de kwaliteit wordt behouden doorheen het migratieproces.

Bij een HD resolutie is het resultaat lichtjes afwijkend. In Tabel 3 kan gezien worden dat er 30% bandbreedte bespaard kan worden door op een hoge kwaliteit te comprimeren. Dit is echter met de H.264/AVC compressie en deze resultaten zijn beter dan het huidige haalbare scenario. Voor de toekomst lijkt hier dus een mogelijkheid te zijn.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gemiddeld
BB lossless	398,8	360,3	353,5	448,5	392,7	401,1	370,8	245,8	171,3	349,2
BB na 59 dB	190,0	185,3	235,6	230,6	324,1	261,5	263,9	301,2	144,9	237,5
PSNR na 59 dB	36,5	39,7	42,4	41,2	34,1	34,3	35,6	32,0	46,1	38,0
verschil PSNR	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0

Tabel 3: Bandbreedte(BB) en kwaliteit (PSNR [dB]) na een omzetting van XDCAMHD-materiaal naar H.264/AVC met hoge kwaliteit.



Figuur 3 Vertrekkende van een lossy archief worden vier iteraties uitgevoerd tegen hoge kwaliteit.

De kwaliteitsafname van 0,1 dB lijkt verwaarloosbaar, maar een effectieve kwaliteitsafname na vier iteraties werd ook onderzocht. Voor deze meting werd er afgewisseld tussen een blok gebaseerde codering en een wavelet gebaseerde codering. Deze afwisseling representeert een echte overgang naar telkens een nieuwe codering.

Uit de resultaten blijkt dat er een effectief verlies is van gemiddeld 0,5dB per iteratie. Na vier iteraties kon er nog steeds geen enkel verschil met de oorspronkelijke video opgemerkt worden.

Wanneer de beelden met een hoge kwaliteit gearchiveerd moeten worden is het aangewezen deze met een verliesloze codering te bewaren.



Figuur 4 Vertrekkende van een lossy archief wordt er gemigreerd naar een middelmattig kwalitatief archief.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gemiddeld
BB lossless	84,2	76,0	71,4	69,8	93,3	86,9	82,3	93,6	56,9	79,4
BB na 48 dB	28,0	23,3	25,4	24,0	49,6	44,4	35,1	55,1	4,1	32,1
PSNR na 48 dB	42,3	44,9	46,2	45,6	43,2	41,7	43,1	40,2	46,7	43,8
verschil PSNR	-0,5	-0,8	-0,8	-1,4	-0,4	-0,6	-0,8	-0,4	-1,3	-0,8

Tabel 4: Bandbreedte(BB) en kwaliteit (PSNR [dB]) na een omzetting van D10 SD materiaal naar H.264/AVC met gemiddelde kwaliteit.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gemiddeld
BB lossless	84,2	76,0	71,4	69,8	93,3	86,9	82,3	93,6	56,9	79,4
BB na 48 dB	59,3	51,8	47,8	44,4	69,1	62,2	59,3	65,6	28,3	54,2
PSNR na 48 dB	42,7	44,0	44,5	44,7	40,8	41,8	42,8	40,2	45,7	43,0
verschil PSNR	0,0	-1,7	-2,5	-2,3	-2,8	-0,5	-1,1	-0,5	-2,3	-1,5

Tabel 5: Bandbreedte(BB) en kwaliteit (PSNR [dB]) na een omzetting van D10 SD materiaal naar Motion JPEG2000 met gemiddelde kwaliteit.

In Tabel 5 kan opgemerkt worden dat als een archief wordt bewaard met een PSNR van 48dB er 25Mbps aan opslagkost kan bespaard worden. Dit komt overeen met een kostenverlaging voor opslag van 30% met de huidige beschikbare technologie. Een kostenbesparing voor opslag van 60% zou kunnen gerealiseerd worden in de toekomst (Tabel 4). Met deze keuze gaat wel een PSNR daling van 1,5dB voor elke iteratie gepaard.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gemiddeld
BB lossless	398,8	360,3	353,5	448,5	392,7	401,1	370,8	245,8	171,3	371,4
BB na 48 dB	83,3	76,7	95,1	93,6	156,8	110,9	108,2	136,8	24,2	98,4
PSNR na 48 dB	36,5	39,5	42,3	41,1	34,0	34,2	35,5	32,0	45,6	37,9
verschil PSNR	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,6	-0,2

Tabel 6: Bandbreedte(BB) en kwaliteit (PSNR [dB]) na een omzetting van XDCAMHD- materiaal naar H.264/AVC met gemiddelde kwaliteit.

Voor HD-sequenties kan er 74% bandbreedte bespaard worden door een middelmattige kwaliteit te nemen. De besparing die met HD sequenties behaald kan worden is significant te noemen. Daarbij komt dat de daling in kwaliteit beperkt blijft tot 0,2dB. Voor HD-resoluties is het dus aangewezen het videomateriaal met een lossy kwaliteit te bewaren.



Figuur 5 Vertrekkende van een lossy archief worden vier iteraties uitgevoerd tegen middelmattige kwaliteit.

Bij gebruik van afwisselend blok gebaseerde en wavelet gebaseerde compressie werd opgemerkt dat er voor elke iteratie 0,8dB aan kwaliteit werd ingeboet. Visueel werd er slechts een klein beetje ruis vastgesteld na 4 iteraties.

Voor beelden met een SD-resolutie die met een gemiddelde kwaliteit bewaard moeten worden is het op dit moment aangewezen om deze verliesloos te bewaren. Voor de HD-resolutie kan een verlieshebbende codering overwogen worden.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gemiddeld
BB lossless	84,2	76,0	71,4	69,8	93,3	86,9	82,3	93,6	56,9	79,4
BB na 45 dB	17,6	6,4	8,3	9,0	34,6	34,0	23,7	45,2	1,6	20,0
PSNR na 45 dB	41,8	43,4	44,6	43,9	42,2	41,2	42,4	39,8	44,5	42,6
verschil PSNR	-0,9	-2,3	-2,4	-3,1	-1,4	-1,1	-1,5	-0,8	-3,5	-1,9

Tabel 7: Bandbreedte(BB) en kwaliteit (PSNR [dB]) na een omzetting van D10 SD materiaal naar H.264/AVC met “lage” kwaliteit.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gemiddeld
BB lossless	84,2	76,0	71,4	69,8	93,3	86,9	82,3	93,6	56,9	79,4
BB na 45 dB	44,4	36,6	29,6	28,2	56,5	47,8	44,4	56,5	20,7	40,5
PSNR na 45 dB	41,7	42,8	42,8	43,2	40,3	41,1	41,8	39,9	44,2	42,0
verschil PSNR	-1,0	-2,8	-4,1	-3,8	-3,3	-1,2	-2,1	-0,8	-3,8	-2,5

Tabel 8: Bandbreedte(BB) en kwaliteit (PSNR [dB]) na een omzetting van D10 SD materiaal naar Motion JPEG2000 met “lage” kwaliteit.

In dit scenario wordt het videomateriaal bewaard met dezelfde kwaliteit waarmee deze opgenomen is door de camera. Voor elke iteratie wordt er dus met dezelfde kwaliteitsinstelling als de camera gehercomprimeerd. In de resultaten is te zien dat met de huidige technologie (Tabel 8) er 50% bandbreedte bespaard kan worden vergeleken met verliesloze compressie. Voor het eerst daalt de bandbreedte ook onder de oorspronkelijke bandbreedte van de D10 compressie (50 Mbps). Daarbij komt wel dat de kwaliteit daalt met 2,5dB. In de toekomst zou zelfs tot 75% van de bandbreedte gereduceerd kunnen worden (Tabel 7).

Voor de HD-resolutie merken we opnieuw een drastische bandbreedtedaling. In Tabel 9 kan je opmerken dat er 81% van de bandbreedte vergeleken met verliesloze compressie kan bespaard worden. Het kwaliteitsverlies dat hiermee gepaard gaat is slechts 0,4dB.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gemiddeld
BB lossless	398,8	360,3	353,5	448,5	392,7	401,1	370,8	245,8	171,3	371,4
BB na 45 dB	60,3	51,0	61,4	62,2	122,9	83,1	78,9	103,3	5,3	69,8
PSNR na 45 dB	36,4	39,3	42,2	40,9	34,0	34,2	35,4	31,9	44,2	37,6
verschil PSNR	-0,2	-0,4	-0,2	-0,3	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	-2,1	-0,4

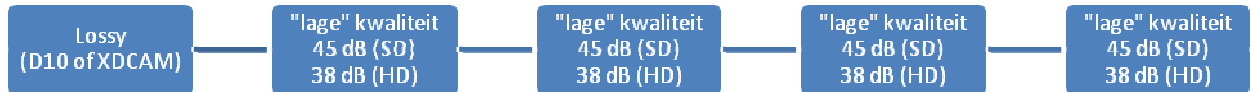
Tabel 9: Bandbreedte(BB) en kwaliteit (PSNR [dB]) na een omzetting van XDCAMHD-materiaal naar H.264/AVC met “lage” kwaliteit (45dB).

De oorspronkelijke kwaliteit van de XDCAMHD compressie is echter lager, nl. 38dB en daardoor zijn de metingen ook herhaald voor een compressie naar 38dB (zie Tabel 10).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gemiddeld
BB lossless	398,8	360,3	353,5	448,5	392,7	401,1	370,8	245,8	171,3	371,4
BB na 38 dB	14,4	2,4	1,8	6,6	37,8	31,7	18,0	46,8	2,7	18,0
PSNR na 38 dB	35,4	36,9	41,0	38,8	33,6	33,5	34,6	31,5	43,1	36,5
verschil PSNR	-1,2	-2,7	-1,4	-2,5	-0,5	-0,9	-1,0	-0,5	-3,2	-1,5

Tabel 10: Bandbreedte(BB) en kwaliteit (PSNR [dB]) na een omzetting van XDCAMHD-materiaal naar H.264/AVC met “lage” kwaliteit (38dB).

Als de kwaliteit gelijk aan de oorspronkelijke kwaliteit wordt genomen zien we dezelfde fenomenen als in de SD-resolutie terugkomen. De kwaliteit daalt ook hier rond de 1,5dB voor elke iteratie.



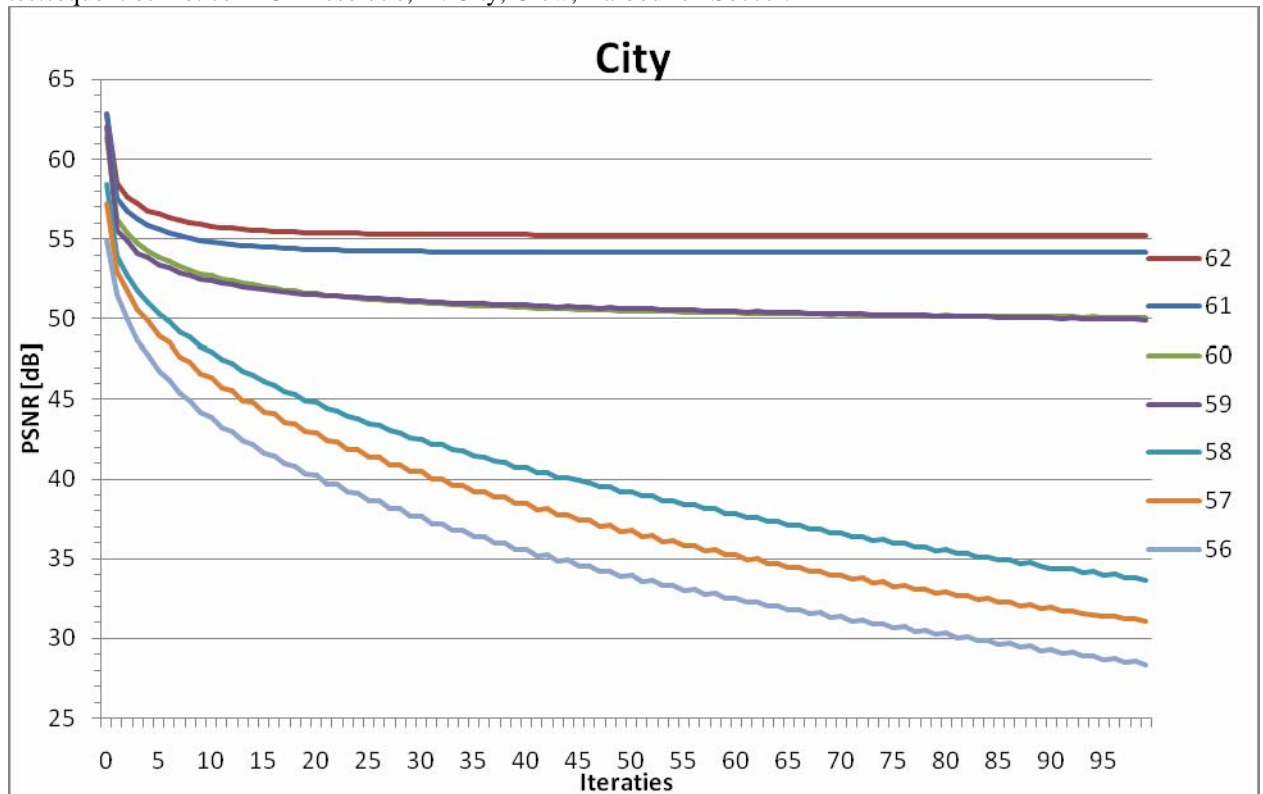
Figuur 6 Vertrekkende van een lossy archief worden vier iteraties uitgevoerd tegen lage kwaliteit.

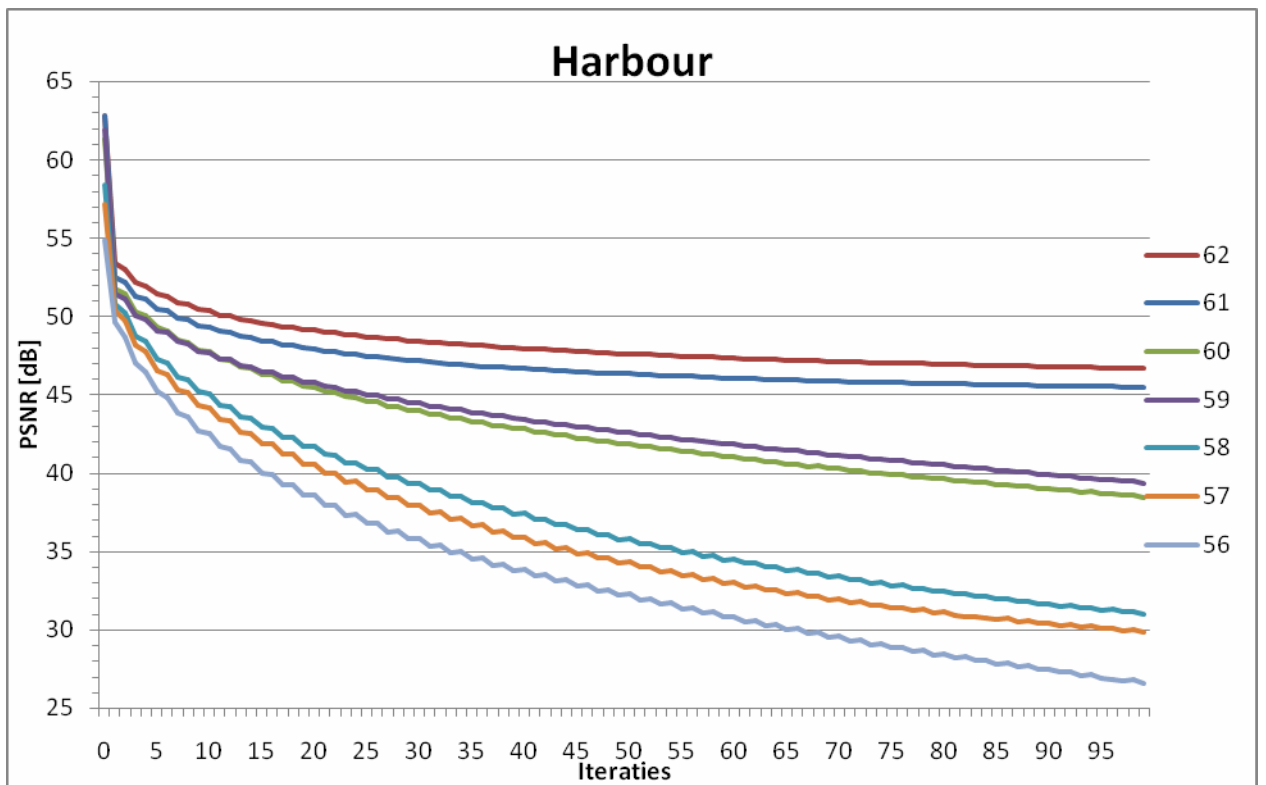
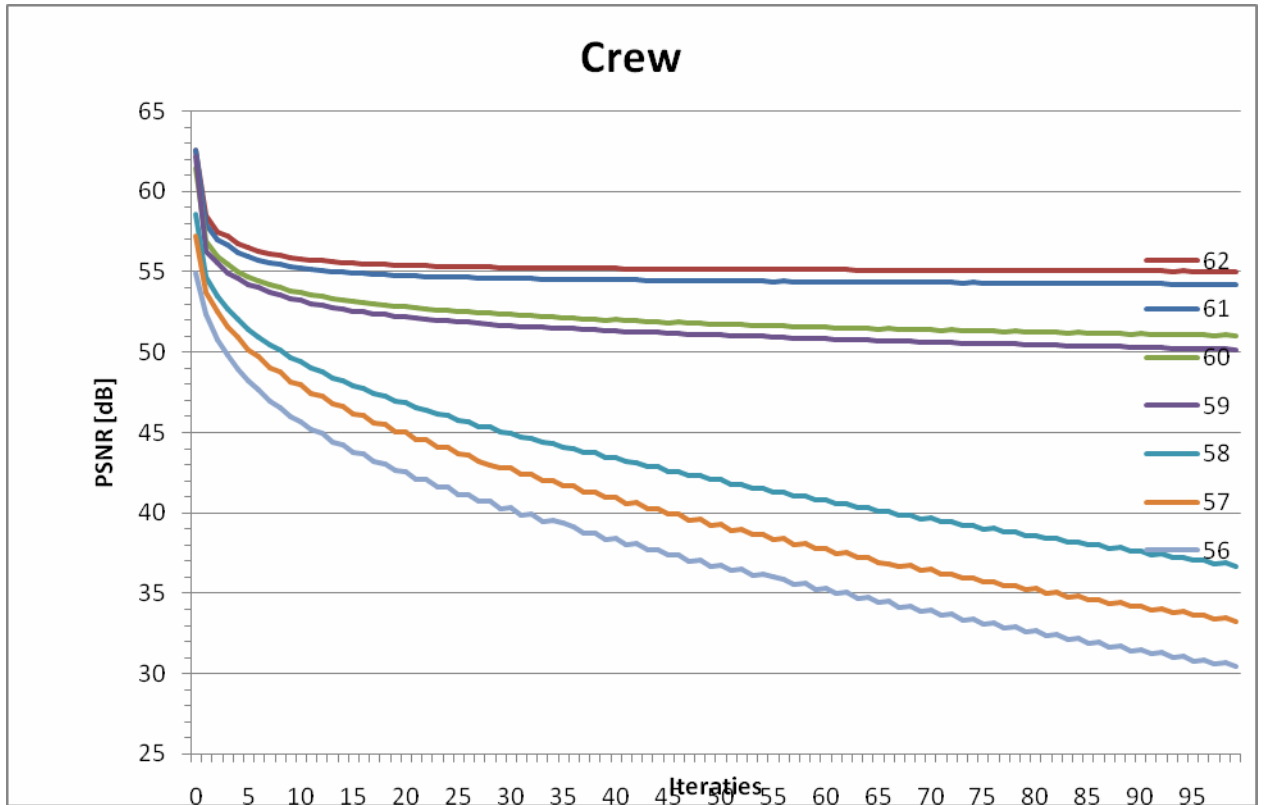
Wanneer vier iteraties na elkaar werden uitgevoerd werd een gemiddelde PSNR-daling van 1dB vast gesteld. Dit is optimistischer dan de resultaten van de enkelvoudige iteratie. De visuele controle van de beelden onthulde wel een grote hoeveelheid ruis aanwezig in de beelden. Doordat de ruis reeds na vier iteraties duidelijk was, is het niet aangewezen deze configuratie toe te passen. De conclusie van deze meting is dan ook dat er in geen enkel geval met dezelfde kwaliteit gehercodeerd mag worden, omdat dan de kwaliteit zelfs na slechts vier iteraties opvallend is gedaald.

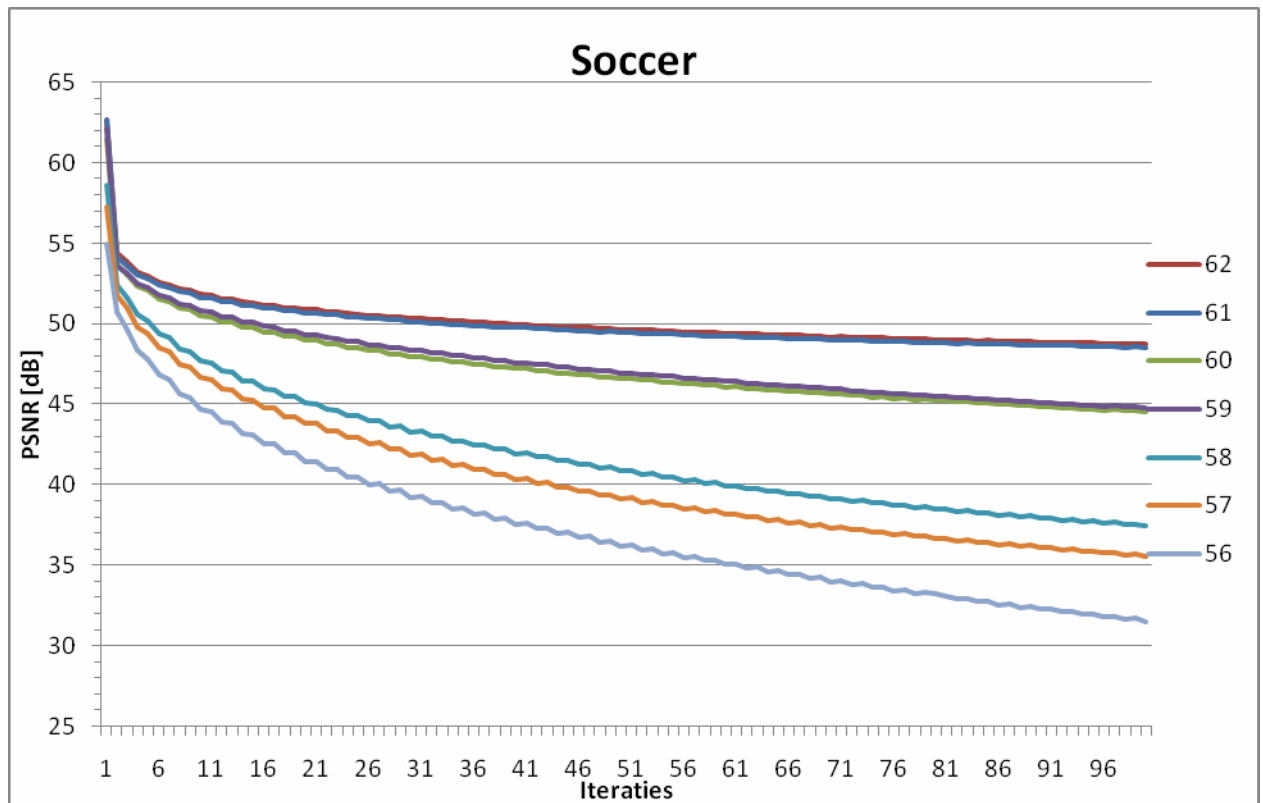
7.3 Kwaliteitsverlies bij herhaaldelijk coderen

In deze meting wordt bepaald vanaf welke kwaliteit er een drastische daling in kwaliteit blijft bestaan na herhaaldelijk coderen van videomateriaal.

In de volgende grafieken is het kwaliteitsverlies te zien na herhaaldelijk coderen van een videostream. Voor de meting werd er afwisselend een H.264/AVC en een Motion JPEG2000 codering toegepast. Beide coderingen werden ingesteld zodat eenzelfde PSNR bekomen werd. Gedurende elke iteratie wordt de videostream, bekomen uit een vorige iteratie, met eenzelfde kwaliteit gecodeerd. Door het resultaat van de vorige codering terug te coderen met eenzelfde kwaliteit zal er een groter kwaliteitsverlies ten opzichte van het origineel ontstaan. De metingen werden uitgevoerd op vier testsequenties met een 4CIF resolutie, nl. City, Crew, Harbour en Soccer.







Een spectaculaire kwaliteitsdaling valt op te merken in de eerste iteraties. Na vier iteraties is er gemiddeld een daling van 7,82dB. In de grafieken valt op te merken dat wanneer er een lagere kwaliteit dan 59dB wordt genomen de kwaliteit sterker afneemt vergeleken met een hogere kwaliteit. Voor de bandbreedte vergelijkingen zullen dus enkel kwaliteiten hoger dan 59dB in rekening gebracht worden.

7.3.1 Bandbreedteverschil verliesloos en verlieshebbend

In Tabel 11 is de bandbreedte weergegeven in functie van de kwaliteit voor de verschillende sequenties.

	city	crew	harbour	soccer
lossless	6,50	5,79	6,52	5,52
62	5,62	4,75	5,15	4,22
61	5,56	4,70	5,09	4,18
60	5,49	4,65	5,04	4,14
59	5,42	4,60	4,98	4,10

Tabel 11: Bandbreedte in Mbps voor verschillende testsequenties met verschillende kwaliteit.

7.3.2 Conclusie

Deze meting bevestigt de resultaten uit het vorige hoofdstuk in verband met de codering van verschillende iteraties met een hoge kwaliteit. De vermindering in opslagkosten is minimaal vergeleken met verliesloze compressie. In de grafieken kon ook opgemerkt worden dat tot de kwaliteit van 59dB er slechts een geringe daling in kwaliteit was tussen verschillende iteraties. Vanaf 58dB daalde de kwaliteit veel sneller over de verschillende iteraties.

7.4 Conclusie en verder onderzoek

Als een bestaand archief wordt gemigreerd naar een nieuwe compressiemethode dan is er een kwaliteit-kost afweging die gemaakt moet worden. Bij de overgang moet er zeker een hogere kwaliteit gekozen worden dan de kwaliteit waarmee de huidige bestanden opgeslagen staan. Als dezelfde kwaliteit wordt genomen is er al na vier iteraties een duidelijke ruisvorming op de beelden. Wanneer de kwaliteit van de opeenvolgende iteraties telkens 48dB of 59dB (PSNR) genomen wordt dan is het resultaat na ettelijke jaren nog steeds aanvaardbaar. Er dient wel opgemerkt te worden dat wanneer de kwaliteit 48dB of 59dB genomen wordt de bandbreedte steeds hoger zal liggen dan deze van het oorspronkelijke archief. Als een archief wordt gemigreerd naar een nieuw formaat dan zal de kost voor opslag steeds stijgen, want als dat niet het geval is zal de kwaliteit reeds op korte termijn visueel gedaald zijn.

Als een kwaliteit van 48dB genomen wordt voor elke iteratie van het migratieproces dan zijn er slechts een gering aantal visuele artefacten na verschillende iteraties. Voor een SD resolutie is de bandbreedtebesparing met deze keuze niet enorm. Het zal dus meer van andere eigenschappen afhangen of deze keuze al dan niet gemaakt wordt. Voor een HD resolutie is de bandbreedtebesparing significant (74%), waardoor deze configuratie wordt aangewezen.

Voor zowel de SD als de HD-resolutie is het niet aangewezen om deze te migreren met een PSNR van 59 dB omdat de kostenvermindering ten opzichte van verliesloze compressie eerder beperkt is. Materiaal dat veel historische waarde heeft en dus met hoge kwaliteit op lange termijn bewaard moet worden, kan best met verliesloze compressie opgeslagen worden.

Voor de bepaling van de migratiestrategie is het belangrijk om de kwaliteit van het reeds gearchiveerde materiaal te kennen. Zorg er steeds voor dat de kwaliteit van de migratiestappen voldoende hoger is dan de originele kwaliteit.



7.5 Appendix - Test sequences







Het testmateriaal komt voor in drie verschillende resoluties: PAL, 720p50 en 1080i25. In Tabel B1 worden de verschillende karakteristieken opgesomd.

Formaat	Progressief / Interlaced	Resolutie	Frame-rate	Color format / bit depth
PAL	Interlaced	720x576	50 fields/s	YUV422 of YUV420 / 8 bits
720p50	Progressief	1280x720	50 frames/s	YUV422 / 8 of 10 bits
1080i25	Interlaced	1920x1080	50 fields/s	YUV422 / 8 of 10 bits

Tabel B1: Karakteristieken van de verschillende formaten gebruikt tijdens onze metingen.

Een overzicht van de testsequenties wordt gegeven in Tabel B2-B4

Nr	Sample	Naam	Beschrijving
1		Treno_B	Trein beweegt van links naar rechts, Tijgers, kaartjes en bloempot draaien rond (opgenomen in 1080i25 en herschaald/uitgesneden naar PAL resolutie met DVS Clipster)
2		Flowerclose_B	Bloemen en een tekening op papier. Het papier draait rond (opgenomen in 1080i25 en herschaald/uitgesneden naar PAL resolutie met DVS Clipster)

3		Veginuts_ B	Paprika en appel draaien rond op een bord (opgenomen in 1080i25 en herschaald/uitgesneden naar PAL resolutie met DVS Clipster)
4		Ana_B	Dame met bloemen. Zeer weinig beweging.(opgenomen in 1080i25 en herschaald/uitgesneden naar PAL resolutie met DVS Clipster)
5		Crowdrun_ L	Grote groep joggers (van film)
6		Dancer_H	Dansende Braziliaanse dame met een vlag (SW conversie van 1080p50 met IRT software)
7		Wide_H	Voetbal match (SW conversie van 1080p50 met IRT software)
8		Olyflags_B	Mensen die zwaaien met vlaggetjes, panning camera (opgenomen in 1080i25 en herschaald/uitgesneden naar PAL resolutie met DVS Clipster)

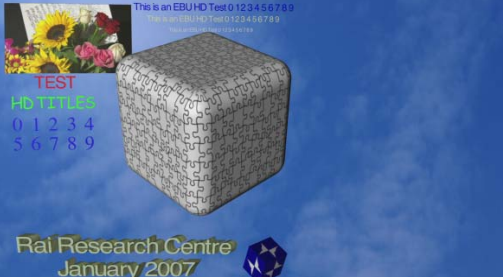




9		Graphics_ B	Render van Cinema 4D (opgenomen in 1080i25 en herschaald/uitgesneden naar PAL resolutie met DVS Clipster)
---	---	----------------	---

Table B2: PAL: test sequenties.

Nr	Sample	Naam	Beschrijving
1		Treno_E	Trein beweegt van links naar rechts, Tijgers, kaartjes en bloempot draaien rond (opgenomen in 720p50)
2		Flowerclose_I	Bloemen en een tekening op papier. Het papier draait rond (opgenomen in 720p50)
3		Ana_E	Dame met bloemen. Zeer weinig beweging.(opgenomen in 720p50)
4		Crowdrun_M	Grote groep joggers(van film)












5		Dancer_I	Dansende Braziliaanse dame met een vlag (SW conversie van 1080p50 met Pronto2K DVS)
6		Wide_I	Voetbal match (SW conversie van 1080p50, met Pronto2K DVS)
7		Olyflags_G	Mensen die zwaaien met vlaggetjes, panning camera (HW conversie van 1080i25, Indigo Crystal converter)
8		Graphics_E	Render van Cinema 4D (opgenomen in 720p50)

Table B3: 720p50 test sequenties.

Nr	Sample	Naam	Beschrijving
1		Treno_B	Trein beweegt van links naar rechts, Tijgers, kaartjes en bloempot draaien rond (opgenomen in 1080i25)

2		Flowerclose_B	Bloemen en een tekening op papier. Het papier draait rond (opgenomen in 1080i25)
3		Veginuts_B	Paprika en appel draaien rond op een bord (opgenomen in 1080i25)
4		Ana_B	Dame met bloemen. Zeer weinig beweging. (opgenomen in 1080i25)
5		Crowdrun_L	Grote groep joggers(van film)
6		Dancer_H	Dansende Braziliaanse dame met een vlag (SW conversie van 1080p50 met IRT software)
7		Wide_H	Voetbal match (SW conversie van 1080p50 met IRT software)



8		Olyflags_B	Mensen die zwaaien met vlaggetjes, panning camera (opgenomen in 1080i25)
9		Graphics_B	Render van Cinema 4D (opgenomen in 1080i25)

Table B4: 1080i25 test sequenties.

[1] Studiedienst van de Vlaamse Regering, Centrum voor Informatie over de Media vzw (CIM)-Audimetrie/Vlaamse Radio- en Televisieomroep (VRT)-studiedienst, Evolutie van de kijktijden per zender en in het totaal, Jan 2009

8 Video quality analysis in a realistic broadcast archival scenario

Video quality analysis leads to a motivated choice between a number of different HD/SD video compression options in the archival of old video material

8.1 Introduction

This deliverable delves deeper into one of the many aspects of the BOM Vlaanderen project: the choice of the right compression scheme when moving legacy video material into a digital archive. We explore a number of video quality analysis techniques to be used when having to choose the right compression format (or the right video resolution) for archive. To be able to explore these choices from a realistic archive setting, i.e. using a multitude of archive samples representative of the real situation, we joined forces with the archive department of VRT, who are studying the digital archives setting in preparation of a large scale migration (the DIVA project). This allowed us access to the archive and digitization/scanning tools while VRT could benefit from the conclusions of the study. We selected archive samples on a number of different carriers (analog and digital Betacam, film) and tried to determine the optimal archival scenario given a number of preconditions (in terms of allowed video compression formats).

With the DIVA Project, the VRT wants to convert a part of its archive to files. The archive consists hundred of thousands of hours of video and audio material, stored in different formats. Converting the archive is necessary because some of the original carriers (film, DAT cassettes) are degrading physically. Conversion to file will give VRT users the benefit that the material will be better and faster accessible for production re-use.

But as with every archive conversion, the choice of the right format to store the material is quite important, as this choice is quite irreversible: the original material is degrading and it involves a lot of manual work to convert the archive again. For the VRT video archive, material is stored on different carriers, depending on the age of production and the type of production. There is material on several types of film (16mm, 35mm, color., black-and-white, ...), on several types of analog as well as digital video cassettes. These carriers (original material) by themselves introduce different video qualities, but also the type of production (e.g. camera used, post-production tools used) influences the source video quality.

By converting the archive, DIVA also wants to give the different users in VRT production areas a better access to the archive. When the material is available in the file-based production tools and databases of the VRT, users can embed quite easy archive video material in new productions. From an archive point-of-view, the quality of the source archive material should be maintained as good as possible.

Archive material is now (most of the time) in SD formats. We chose to view the material on an HD television, because this upconversion will also take place in normal viewing conditions.

8.2 VRT video archive and formats

The VRT video archive has material archived on several carriers, used throughout the years. The DIVA project has made a selection out of the archive material, and in this selection, these carrier and/or video formats are used:

8.2.1 Tape formats

Name	Information	Bandwidth	Used from/until	# of pieces
Betacam SP	Analoge betacam cassette	-	1986- ±1995	
Betacam SX	Digitale betacam cassette; MPEG-2 4:2:2; general production	18 Mbit/s	1996 - 2005	118 000
Digibeta	Digitale betacam cassette ; high quality production	90 Mbit/s	1993 - now	110 000

8.2.2 Film formats

Name	Information	Used from/until	# of pieces
35mm pos zw	Film	1953 - ±1970	
35mm neg zw	Film	1953 - ±1970	
35mm pos kl	Film	1953 - ±1970	
35mm neg kl	Film	1953 - ±1970	
16mm pos zw	Film	1953 - ±1985	
16mm neg zw	Film	1953 - ±1985	
16mm pos kl	Film	1953 - ±1985	
16mm neg kl	Film	1953 - ±1985	

8.2.3 File formats

Name	Information	Bandwidth	# of pieces
DV25	Codec used for news production at VRT; DCT compression; intra codec; used in 4:2:0 chroma subsampling mode	25 Mbit/s	86 000
D10	Aka Sony IMX 50; MPEG-2 4:2:2; intra codec	50 Mbit/s	11 000

8.2.4 1" reel

Name	Information	Info	Used from/until	# of pieces
1"	Tapes van het 1" archief	Composite	1983 - ±1995	50 000

8.3 Film already archived to Digital Betacam

8.3.1 Description

A lot of film material has already been archived to Digital Betacam tapes. This work has been done throughout the years on the Thomson Shadow telecine at VRT. For the DIVA project, these tapes now have to become available for most VRT users in a file-based system.

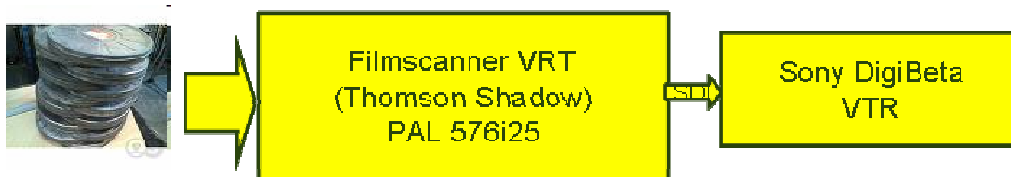
We want to be sure that when we re-use the material in the file-based world, video quality is maintained. We have two practical possibilities for file compression: D10 and DV25. To make quality comparison with the original material (in this case Digital Betacam) possible, we started converting the DigiBeta tapes lossless into uncompressed files.

We want to compare the original material quality with D10 and to DV25 compression formats. Doing this comparison will

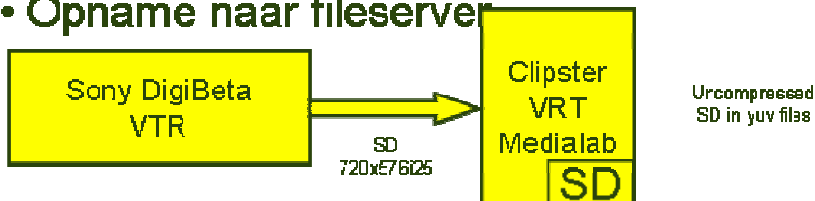
- give us the quality difference between compressed tape format (DigiBeta) and file formats
- give us the quality difference between D10 and DV25 file formats

We used following setup to generate different encoding formats:

• Filmscannen



• Opname naar fileserver



• Generatie D10 / DV25 files

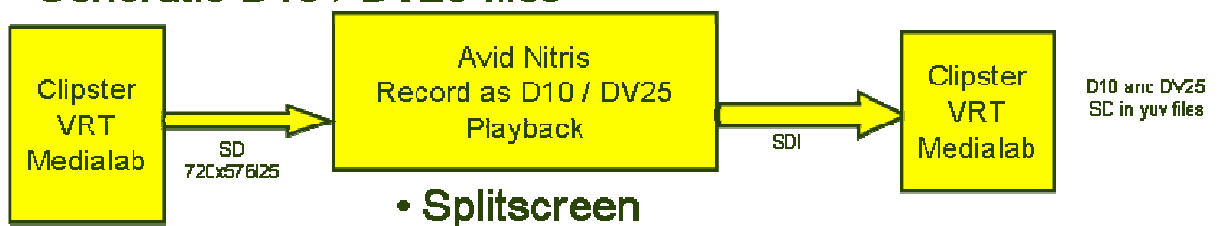


Figure 7: Film -> DigiBeta -> D10 and DV25

This results in 3 different files of the same video sequence:

- 1) 'Source material': film, scanned and stored on DigiBeta, recorded in uncompressed yuv files
- 2) 'DV25' material: film, scanned and stored on DigiBeta, recorded in uncompressed yuv files, recorded into DV25 4:2:0 on Avid and then recorded into uncompressed yuv files again
- 3) 'D10' material: film, scanned and stored on DigiBeta, recorded in uncompressed yuv files, recorded into D10 4:2:2 on Avid and then recorded into uncompressed yuv files again

The choice of recording the D10/DV25 again into uncompressed files is done because of making the comparison easy between the source material and the different compressions.

8.3.2 Quality comparison of D10 – DV25 and DigiBeta

Format	Tape ref.	Title	Remarks	Production Year	Tape recording year	Comparison name
Dbcm	ARC056810	Jaaroverzicht 63	Copy from film	1963	2008	Jaar 1963
Dbcm	EXT.030820.2	Beentje buiten: Haspengouw	Copy from film	1974	2006	Haspengouw
Dbcm	EXT.060713.2	Boeketje Vlaanderen	Copy from film	1986	2007	Boeketje
Dbcm	EXT.080128.2	De man die zijn haar kort liet knippen	Copy from film	1965	2008	Haarkort
Dbcm	EXT.030801.2	Scheldezichten	Copy from film	2003	2006	Schelde
Dbcm	EXT.040402.5	Bruxelles en ballade	Copy from film	1982	2006	Bruxelles

We used the video material in different encoding formats stored on the Clipster server to calculate difference measures between the formats. We performed three measurements: PSNR (peak signal-to-noise ratio), SSIM (structural similarity measure) and viewing tests.

8.3.2.1 PSNR

The Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) for a video frame is calculated through the Mean Squared Error (MSE) :

$$MSE_{frame} = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \|R(i, j) - I(i, j)\|^2$$

where :

$R(i, j)$ = pixel value for reference image on row i , column j ;

$I(i, j)$ = pixel value for impaired image on row i , column j ;

n = number of pixels in the horizontal direction;

m = number of pixels in the vertical direction.

$$PSNR_{frame} = 20 \times \log_{10} \left(\frac{MAX_R}{\sqrt{MSE_{frame}}} \right)$$

where :

MAX_R = maximum possible pixel value.

The Peak Signal to Noise Ratio for a video sequence is calculated through the overall MSE for the sequence :

$$MSE_{videosequence} = \frac{1}{T} \frac{1}{mn} \sum_{t=0}^T \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \|R(i, j, t) - I(i, j, t)\|^2$$

where :

$R(i, j, t)$ = pixel value for reference image frame t on row i, column j ;

$I(i, j, t)$ = pixel value for reference image frame t on row i, column j ;

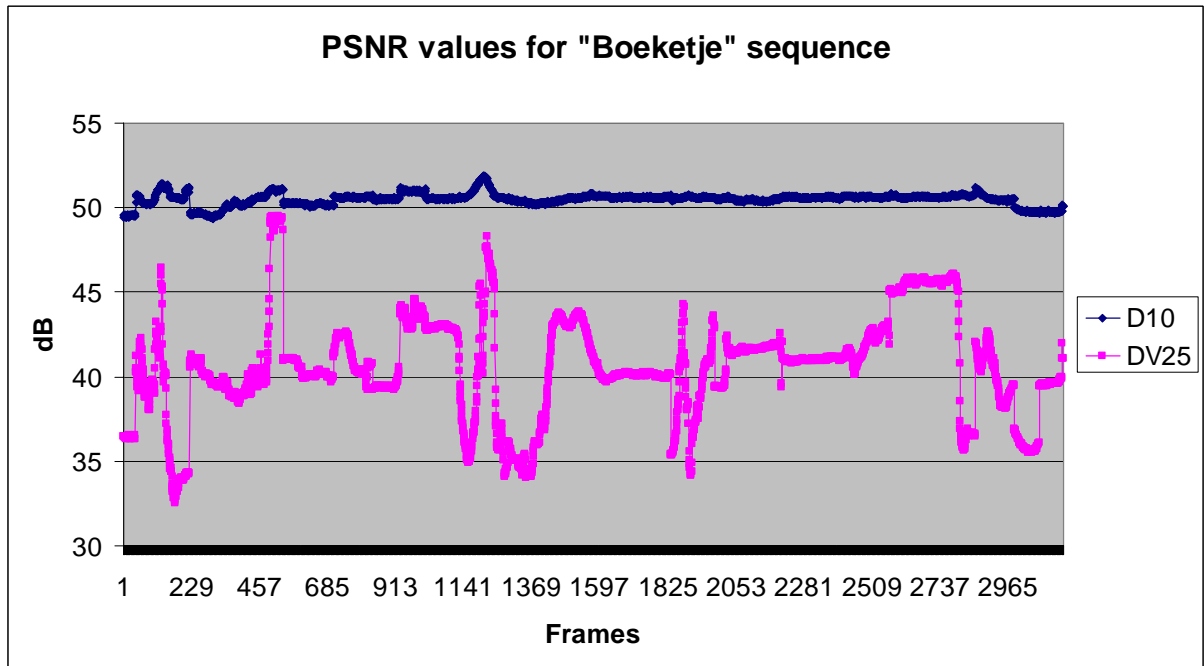
T = number of frames in the video sequence.

$$PSNR_{videosequence} = 20 \times \log_{10} \left(\frac{MAX_R}{\sqrt{MSE_{videosequence}}} \right)$$

Note on maximum possible pixel value MAX_R :

The maximum possible pixel value MAX_R is open for interpretation. The default color encoding for SDI signals uses 10 bit sampled video. However, the ranges 0-3 and 1020-1023 are reserved words and may never be used in the video data stream. Furthermore, the preferred values for the luminance (Y') channel range from 64 to 940 and those for the chroma channels (C_B , C_R) range from 64 to 960. We have (arbitrarily) chosen the most widely spread definition: $MAX_R = 2^b - 1$, where b is the bit depth of the samples.

In the next figure, you find the framebased PSNR values for the 'Boeketje' sequence. A higher PSNR value is due to the fact that there is less pixel-to-pixel difference with the Source material. We see that D10 has an average PSNR of about 10dB higher compared to the material compressed in DV25. So D10 has a better correlation compared to the original Betacam material.



8.3.2.2 SSIM

The Structural SIMilarity (SSIM) index is a method for measuring the similarity between two images. The SSIM index is a full reference metric, in other words, the measuring of image quality based on an initial uncompressed or distortion-free image as reference. SSIM is designed to improve on traditional methods like PSNR and MSE, which have proved to be inconsistent with human eye perception.

The SSIM separates the task of similarity measurement between two (greyscale) images I, I' into three comparisons: luminance, contrast and structure combined as

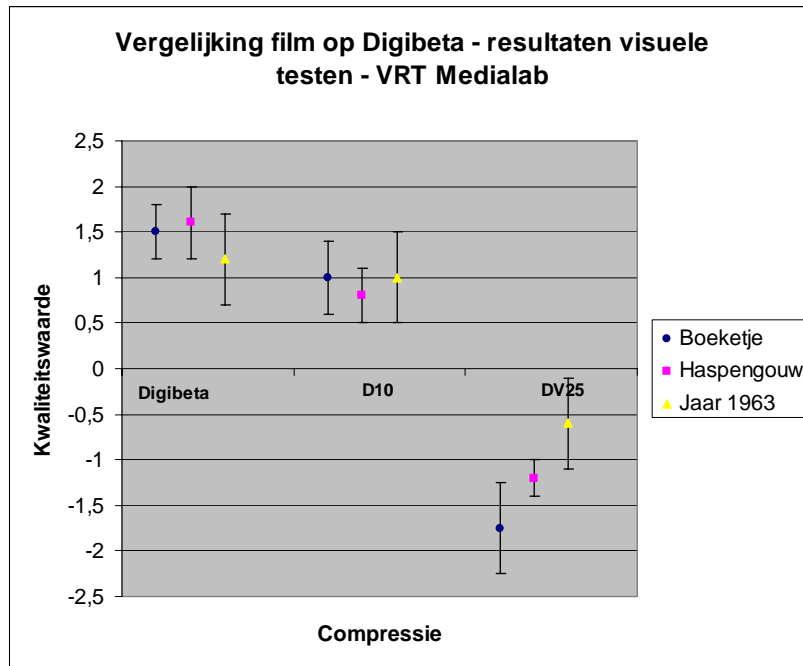
$$\text{SSIM}(I, I') = [l(I, I')]^\alpha \cdot [c(I, I')]^\beta \cdot [s(I, I')]^\gamma.$$

Note that the SSIM ranges between 0 and 1 where total image resemblance results in an SSIM of 1.

8.3.2.3 Visuele testen

A double-stimulus experiment, where two sequences are shown in split-screen mode simultaneously, was performed. In the experiment the viewers were asked to score the similarity of the video sequences, on a discrete scale of "0" to "5", as well as the preference of one sequence over the other in overall quality, on a scale of "-2" to "+2" ("-2" meaning a preference for the leftmost sequence, "+2" meaning a preference for the rightmost image). All possible combinations for the same scene were presented, with each sequence once on the left-hand side on screen and once on the right-hand side, resulting in 18 pairs to score. All viewers had to go through a training phase where the range of possible image distortions and degradations were shown in order to tune their scaling. The entire experiment, training included, took about 30 minutes per subject on average.

Once the scores were gathered, a multidimensional scaling (MDS) framework was applied to process the data. We will only explain the general idea about this framework in this paper. In essence, what happens is that from the similarity data gathered, through an iterative maximum likelihood (ML) procedure, the input samples $i = 1, 2, 3$ (source material, D10 and DV25) are represented by points x_1, x_2, x_3 in a (multidimensional) perceptual space and arranged in such a way that the distance between the points in that space corresponds linearly to the perceived image similarity. Subsequently, the preference data is treated in a similar way, resulting in an attribute axis in the perceptual space in such a way that the orthogonal projection of the points onto the attribute axis results in the ordering of the stimuli conforming to the attribute. In our experiment, we are determining and projecting onto an overall preference in quality-axis.



A statistical analysis of the qualitative data also resulted in the confidence intervals plotted as the error bars and corresponding to the 95% confidence intervals over all subjects participating in the experiments. In other words, the small error bars indicate the the position of the points in the perceptual space are highly reliable and that all viewers did agree.

Looking at the results, we see that people rate Digital Betacam and D10 with the best score or video quality and DV25 with the worst score. Taking into consideration the confidence intervals, we also see that qualification between D10 and Digibeta is not always possible. Nevertheless we see the ranking in video quality: DV25 < D10 < Source material.

8.4 Tape Formats

8.4.1 Description

In the eighties and nineties, a lot of material has been produced on video tape formats. The VRT video archive consists of about 230 000 video tapes. For the DIVA project, these tapes now have to become available for most VRT users in a file-based system.

We have several tape formats in the VRT archive: Betacam SP, Betacam SX and Digital Betacam. See 8.2.1 for some more information about these tape formats.

8.4.2 Quality comparison of D10 – DV25 and DigiBeta: PSNR and visual

PSNR calculations done on several samples of Betacam SP, SX and Digital Betacam tapes all indicate a difference of 5 to 10 dB between DV25 and D10, compared to the original tape format.

In the visual tests, one remarkable result was that the DV25 encoding of some Betacam SP cassettes lead to extremely bad video quality. Between every frame there was a noticeable color difference. In video material with large coloured objects (e.g. graphic animations), this caused flickering of the video playout in DV25 version. This flickering was not noticeable in D10 version. Looking at the original tape, we noticed an error already in the original material: every other line had a colour deviation. So the quality of the archive source material was not okay, but the DV25 compression made this worse due to its use of 4:2:0 colour subsampling.

8.5 Film material

8.5.1 Description

The VRT archive contains a large number of film reels. Part of the DIVA project is dedicated to digitizing the film stock and making the material available in a file based production infrastructure. This production architecture is moving gradually toward high definition television production. This section tries to answer the question whether it is useful to scan the film in HD resolution as compared to using SD resolution. The VRT archive department made a selection of typical quality movie sequences (see table below).

Format	Tape ref.	Title	Remarks	Production Year	Tape recording year	Comparison name
35mm pos b/w	V570908-F	Restaurant	Good contrast	1963	1963	Restaurant
16mm neg b/w	JD.147-I	Water Wegenwerken	+ Mirror L/R	1956	1956	Wegenwerk_n
16mm pos b/w	FD.2240-2	Premiere	Grey tones		1961	Premiere_2
16mm pos b/w	V780914	W. De Clercq		1978		DeClercq
16mm neg col	VT870608.3A	Blikvanger (Martine Tanghe)	26	1987		Tanghe_2

The selected film material was scanned both in SD resolution (PAL 576psF25) and HD resolution (1920x1080 25 psF) using a Thompson Spirit Datacine. Colour correction was performed using a Pogle Platinum system. The scan results were stored in uncompressed form on the Clipster workstation (♣ and ♠). These sequences were subjected to video compression. For the SD version, the D10 codec was selected (♣) (given its superiority compared to the DV25 codec, see above). For the HD version, the DNxHD codec was selected (♣), at a bitdepth of 8 bits and a bitrate of 120 Mbps. To compare the use in a HD production scenario, the SD material was subsequently upconverted to 1080psF25 using a high quality real-time upconverter (♣, Axon HXH20). To appreciate the effect of the D10 compression, the upconverter was also used on the uncompressed SD scan sequences (♣).

8.5.2 Quality comparison

Since the process of HD and SD scanning result in different picture resolutions, different colour correction was applied, the SD and HD colour spaces are different, the source pictures are deemed to be too different to allow sensible PSNR results to be extracted. Instead, we opted to make a number of split screen comparisons to allow video quality differences to be evaluated by a number of expert viewers.

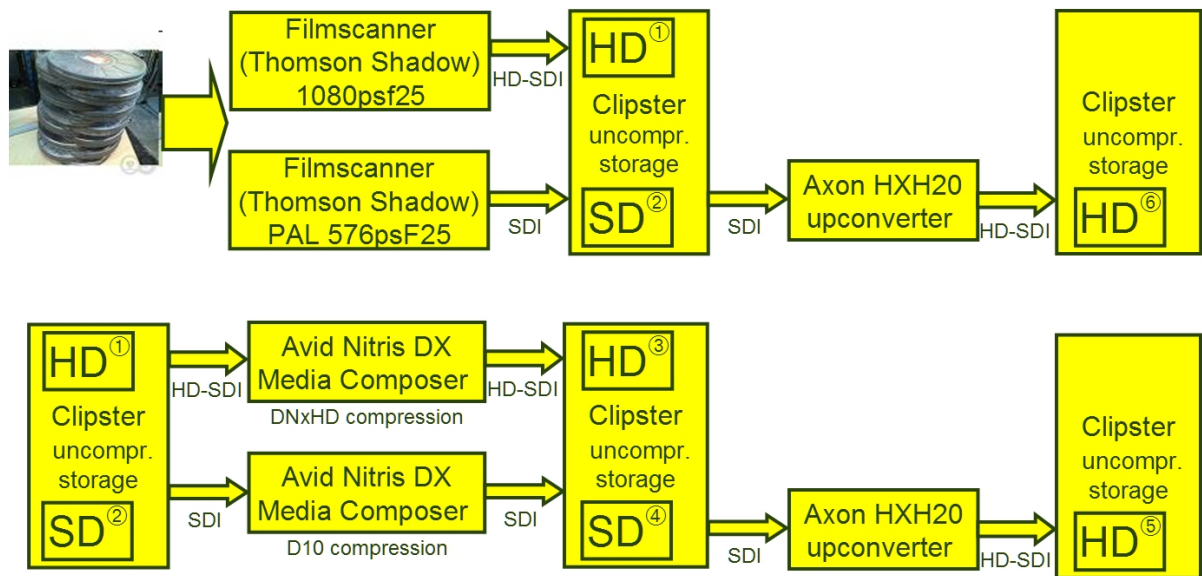


Figure 2: Filmscanning and subsequent video processing

A number of comparisons were made:

- the uncompressed HD material was compared with the upconverted uncompressed SD material to investigate the effect of SD scanning combined with upconversion;
- the upconverted uncompressed SD material was compared to the upconverted, D10 compressed SD material to investigate the effect of the D10 compression;
- the DNxHD compressed HD material was compared with the upconverted, D10 compressed SD material to investigate the combined effect of SD scanning, upconversion, D10 and DNxHD compression;
- the uncompressed HD material was compared with the upconverted, D10 compressed SD material to investigate the combined effect of SD scanning, upconversion, D10 compression.

The first comparison shows no discernible degradation of the picture quality other than a very faint blurring of the whole picture and a clearly visible blurring of the film grain in still images. The second, third and fourth comparison do not show any discernible video quality degradation compared to the first comparison.

Given that the upconversion would ideally be performed in a file based workflow (as opposed to the live upconversion performed by the Axon unit) and that the resulting HD material would probably be made available in the post production system in a compressed form (such as DNxHD with parameters identical to those specified above), one could surmise that this worst case comparison scenario is the most realistic one in a file based scenario. In this scenario, the actual used material would in both cases have 1 extra generation of DNxHD compression applied, a compression step that has proven to result in no loss of video quality in the third comparison.

As a consequence, we can conclude that for the film material under study, one can safely choose an SD scanning resolution and subsequent D10 compression without perceptibly deteriorating the video quality (other than a loss of sharpness of the movie grain).

Note that the upconversion is a critical step in the SD process: tests show that using e.g. the standard upconversion on playout by an Avid Media Composer

system results in a clearly perceptible video quality degradation (blurring). It is assumed that a file based upconversion utility is available with a quality performance equal to that of high quality realtime converters such as the one used in our tests.

9 CAPEX and OPEX of current and future storage technologies

9.1 Introduction: storage need

	SD	HD			Proxy
	DV25	DNxHD 2.2	HDCAM	HDCAM-SR	
Mb/s	28,95	220	144	440	1,5
1h video (in GB)	13,0	99,0	64,8	198,0	0,7
Transfer 1h video in seconds over Gb/s	111	843	551	1685	6

The table above gives a rough overview of storage needs and transfer times for a couple of standard and high definition formats. A proxy browse format takes a lot less space.

Uncompressed standard definition is comparable to DNxHD2.2 regarding needs.

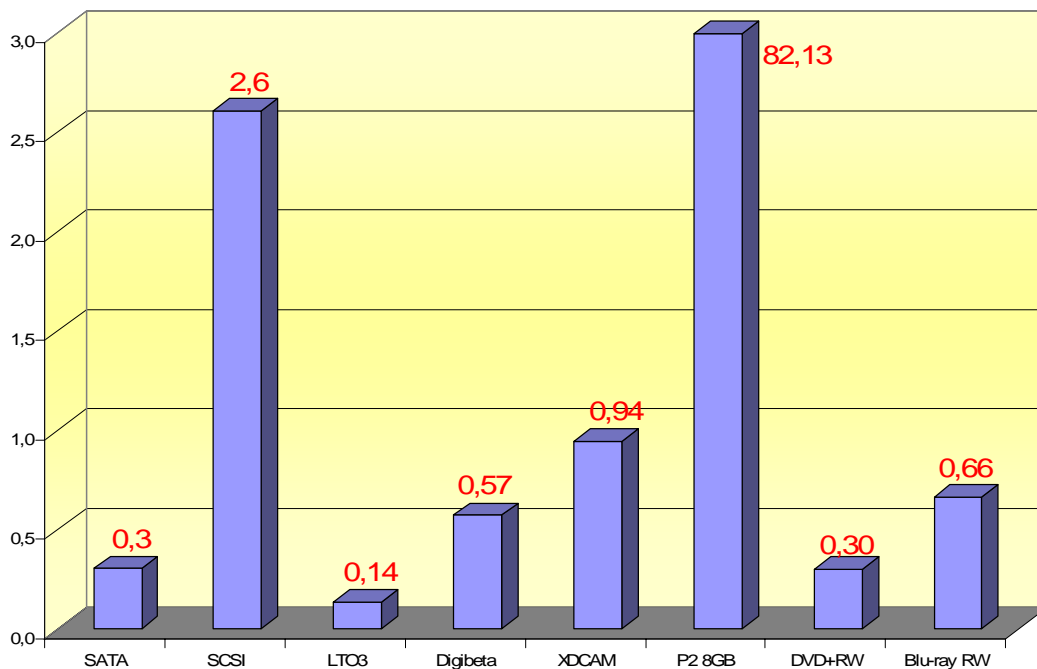
From this it is also clear that 1Gb/s networks are too slow for handling high definition video.

9.2 Cost of storage media

In what follows we will compare the cost per GB of some typical media and for multiple years.

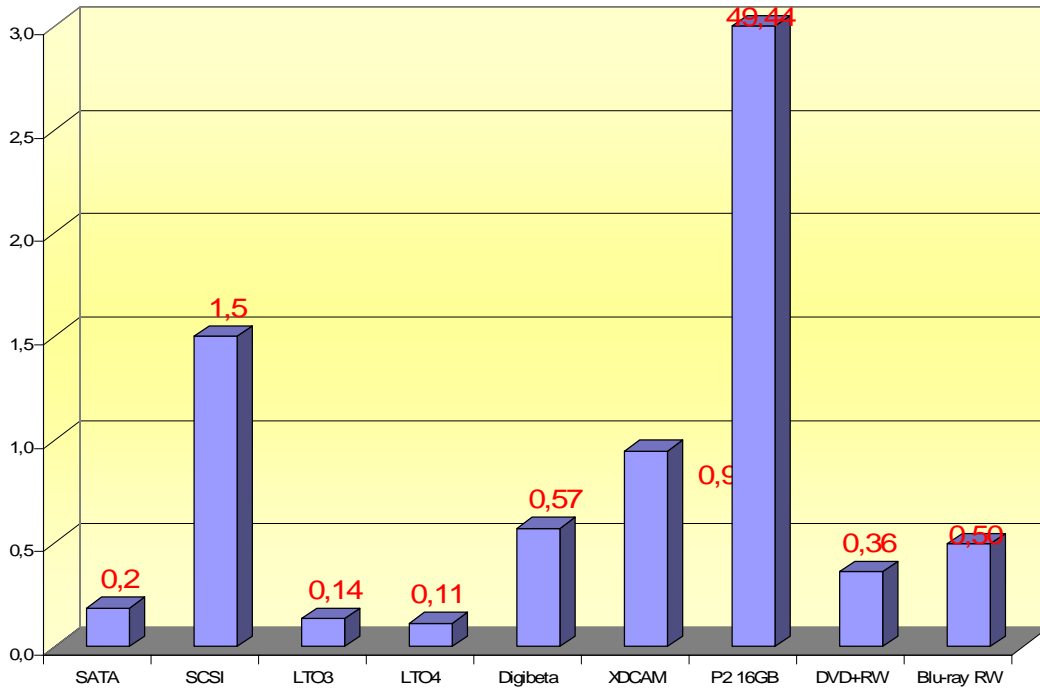
This is done by iLab.t making this overview for the last 3 years, so it is provided by gathering the prices our selves, not some study found on the web. For the disk price, we have numbers for the last 10 years, all based on purchases in the lab ! (prices without VAT)

9.2.1 2007: price per GB



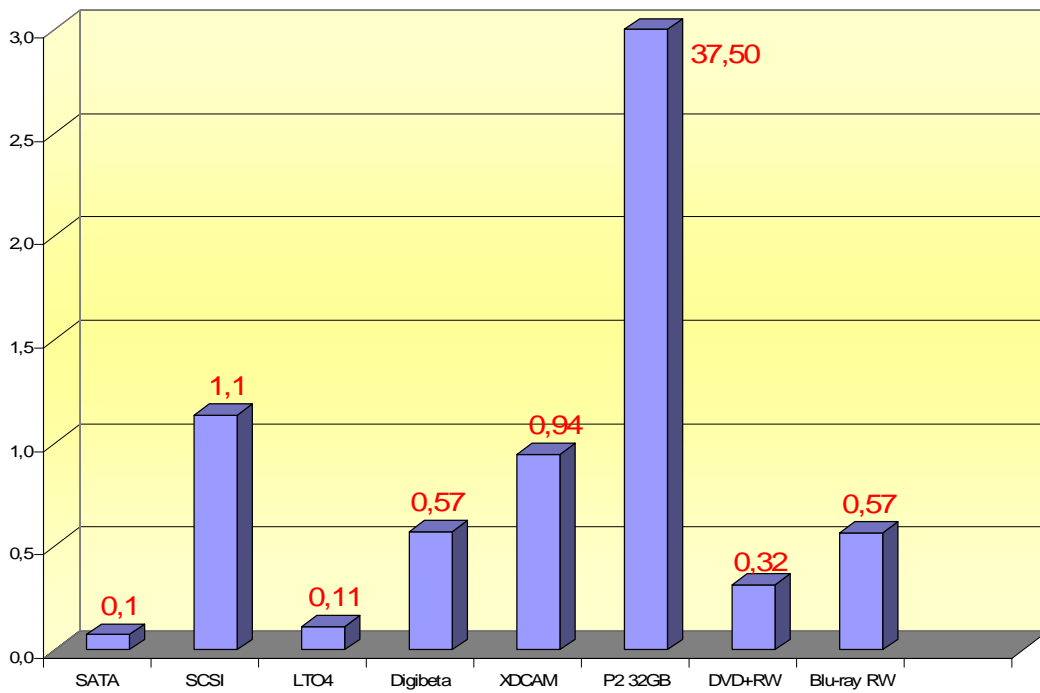
	Max Capacity	€/GB
SATA 2000	75	7,4
SCSI 2000	73	17,4
SATA 2007	750	0,3
SCSI 2007	300	2,6

9.2.2 2008: price per GB



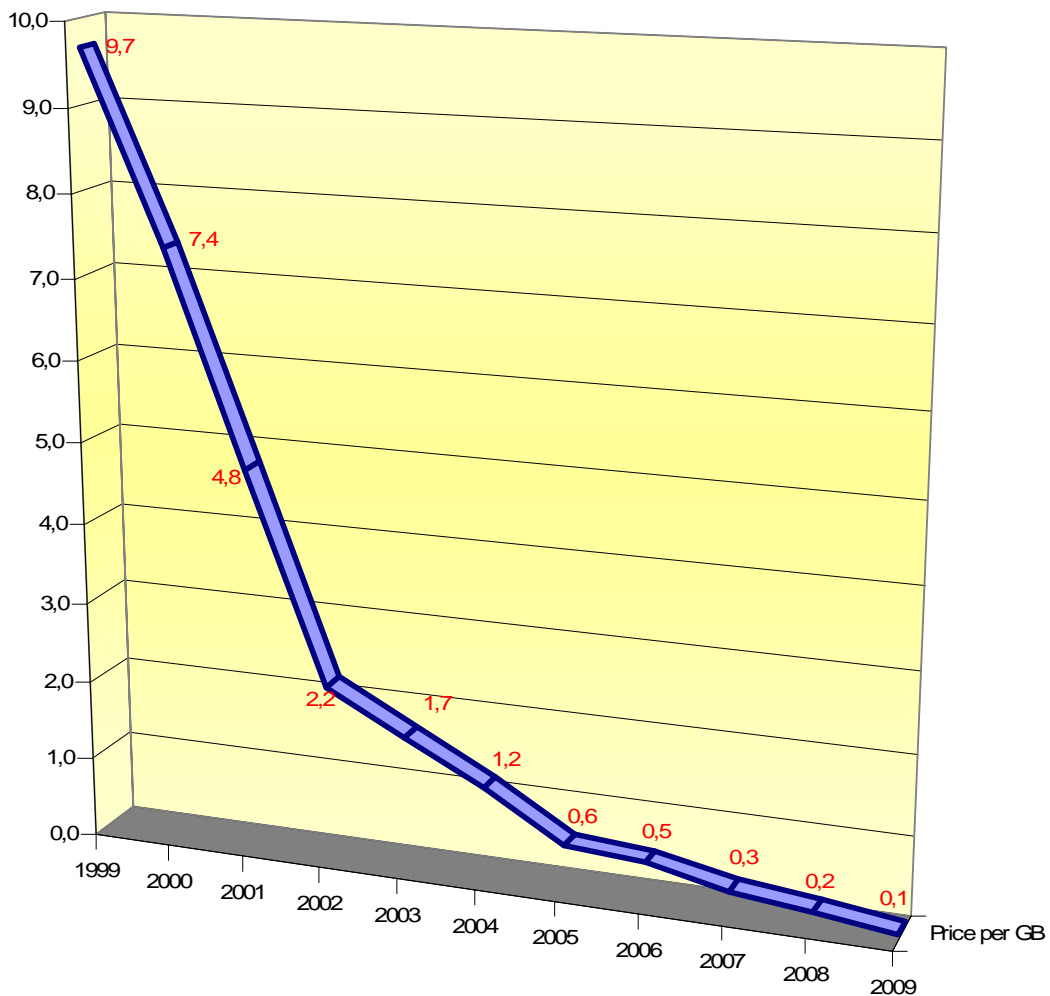
	Max Capacity	€/GB
SATA 2000	75	7,4
SCSI 2000	73	17,4
SATA 2008	1000	0,2
SCSI 2008	300	1,5

9.2.3 2009: price per GB



	Max Capacity	€/GB
SATA 2000	75	7,4
SCSI 2000	73	17,4
SATA 2009	2000	0,1
SCSI 2009	300	1,1

9.2.4 (S)ATA Disk price per GB 1999-2009



9.2.5 Price evolution

What we saw in the previous figures was:

- The prices per GB of disks and P2 cards decrease significantly over the years. The others remain mostly the same
- LTO3 and LTO4 has almost the same price per GB although LTO3 tapes contain 400GB uncompressed data and LTO4 tapes contain 800GB data
- 2009 is the first year where the SATA disk price per GB is equal or even lower than the LTO price per GB

- Disks have a typical power consumption of 10W per disk, which means a cost of about 20 euro in a year. Besides this, one needs also a server to put the disks in and coolers to get the temperature stable.
- Tape robots for LTO tapes (e.g. the Spectralogic T950 used at IBBT), consume little energy (e.g. the T950 is around 285 W), but this is independent of the number of LTO slots in use (e.g. the T950 can be extended up to 10500 tapes).

Let's do a comparison for the BOM-VL demonstrator. There is 140TB data.

	net capac	number of disks	power disks	power server	total	price per year	price per year per TB
storage server	12	16	160	100	260	569,4	47,45
total storage	140	186,67	1866,67	1166,67	3033,33	6643	47,45
T950 170 tapes	140				285	624,15	4,46
T950 1 frame	760				285	624,15	0,82
T950 8 frames	8400				285	624,15	0,07

Figure 2: Comparison power consumption and electricity price per year (note that one has to cool also in case of disks, e.g. airco of 3kW)

A typical storage server with SATA disks (2 disks in RAID0 for operation system, 14 disks * 1TB in RAID6, net capacity 12 TB) consumes about 260W, which means 569 euro/year approx. for electricity consumption. This means 47,45 euro per TB per year. For 140TB, this is approx. 6600 euro per year. Cooling cost still has to be added !

On the other hand, the T950 robot at IBBT with 4 drives consumes about 285W, which means that with the config at IBBT 4,46 euro/TB/year (170 tapes). If we put more tapes in our existing robot (up to 950 tapes), it decreases to 0,82 euro per TB per year. And we can also put more frames (extra investment, but same power consumption), which would decrease the price to 0,07 euro per TB per year.

So it is obvious that the SATA disk price per TB (CAPEX, capital expenditure) is the same or lower than LTO4, but in a practical setup the power consumption makes a lot of difference (OPEX, operational expenditure).



Figure 3: A Spectralogic T950 robot with 1 extra frame at the right (total about 950+1100 tapes)

9.2.6 Future storage

The near future of storage will be that prices per GB of SATA disks and LTO tapes will further decrease (LTO5 with 1.6TB raw capacity is planned for 2010). The power consumption will be key ("Green IT"), especially for archiving applications. The archiving period for LTO tapes stands for

about 15-30 years. One of the limited disadvantages of LTO tapes is the access time: it takes about 2-3 minutes to put the right tape in the right drive and seek to the right byte. The read/write speed is however faster than disks (120MB/s for LTO4 vs. 60MB/s for SATA) which makes it especially for big videofiles (30GB and more per hour) ideally suited.

It would be ideal if one could put SATA disks in a robot (disks are powered off) and with the same mechanism as LTO tapes are transported to drives, disks could be transported to 'power/data slots' where they would start and be available. The price per TB would then be equal, but the disks would have a much faster access speed. It has to be researched though if many spinups and spindowns of disks have an impact on the life cycle of the disk. Spectralogic has 'disk packs', but it contains a number of disks in a raid configuration, you can not simply but standard disks in the robot.

On the other hand, in future new technologies or systems may be used.

Two interesting ones:

- MAID (massive array of idle disks): eg 112 disks in 4U rack space (same question if disks are turned on and off a lot, what is the lifetime). This is also based on RAID technology, so more than one disk should spin up if some file has to be read
- Solid state memory
 - This will be almost certainly the future technology (see all kinds of memory cards)
 - E.g. Sandisk 3D memory
 - 100 year write-once archival time

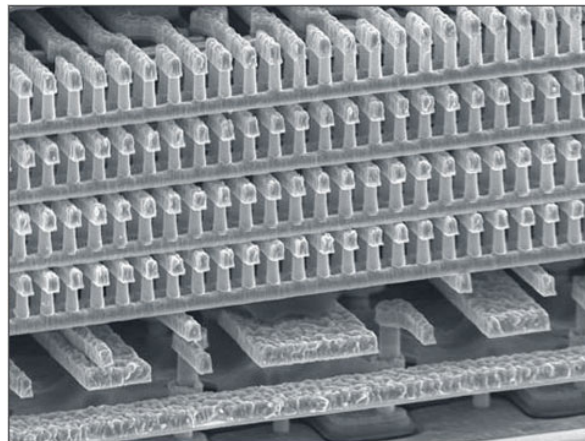


Figure 4: Sandisk 3D memory

Prices are not known of these, but no power consumption when not using the storage seems to be a key factor.

10 Scalability tests for ingest, disclosure and IPMP techniques

10.1 Ingest

Regarding ingest with the flexicart platform (see D.6.1), the numbers are as follows:

The VRT platform ingests at about 1400-1500 hours per month (with 2 flexicarts and 4 VTRs), while the videohouse platform ingests at about 700-800 hours per month (with 1 flexicart and 2 VTRs, but mostly full tape ingest). As such the digitising platform is can run at about 150-200 hours of tape ingest per week per flexicart with 2 VTRs. However if tapes have to be cut up in small items, it takes a lot longer (almost 2-3 times longer as the VTR should seek a lot more).

These files were transferred over Belnet at 1Gb/s from Brussels to Gent. This 1Gb/s was okay, but almost at maximum use for the two ingest platforms.

These MXF files could be processed by 2 transcoding servers and 1 LTO4 drive at IBBT.

File ingests (if digital files are delivered) are a lot faster of course as they just can be copied over the network.

10.2 Disclosure

The web interface and search were evaluated with the Spirent Avalanche platforms and can handle about 100 simultaneous searches per second per search server. However the platform is fully scalable and servers could be added very easily while scaling at 100 simultaneous searches per second.

The browse format is now about 1.2Mb/s which means that with a 1Gb/s, a maximum of 800 simultaneous streams can be supported. Bandwidth to the archive is critical (both for ingest from remote platforms and for using).

10.3 IPMP techniques

These techniques have not been researched yet due to time constraints and the complex right issues (WP4).

11 Conclusion

This the final deliverable of WP6, the demonstration WP.

In the demonstrator of WP6, there is about 140TB, 7500 hours of video ingested on June 30th, 2009 and there is still content coming, probably ending in about 160TB (of this, about 16 TB uncompressed video content). As 100TB was the target for BOM-VL, this target has been reached.

This deliverable described also the specific needs for video art conservation in an interview with the Nederlands Instituut voor MediaKunst (NIMK). The workflows were also described to digitize old analog formats as UMatric, 1" reels, ...

Further a number of studies was done regarding video encoding and transcoding for archival:

If we want to use lossless compression for **standard definition** instead of lossy compression, about 1.8 more storage is needed. The advantage is that future transcoding can be lossless and quality will never decrease. For **720p50** 4,2 times more storage is needed for lossless encoding, for **DNxHD** and **DVCProHD** 2,3 times more storage is needed. For **1080i25** 3,1-5,3 times more information has to be stored. Video based encoding (Motion JPEG2000 and FFV1) are on average 20% better than file based techniques (7-zip). Motion JPEG2000 and FFV1 have almost the same compression factor, but only JPEG2000 can store 8 and 10 bit formats. Practically, these formats are however not supported on all editing and playout platforms, so before use, they should be transcoded to be workable.

If we have to transcode an archive to a new compression format (e.g. if a codec is not in use anymore or if we want to use less storage in the future), then a quality-cost comparison should be made. If we use lossless compression, then there are no issues, as transcoding is again lossless. With lossy techniques however, it is important that the transcoding is configured well to make quality loss limited. It seems that, with current codecs, transcoding of SD is not so interesting as there is almost no storage gain. For high definition however, storage needs can be decreased by using state-of-the-art codecs (which are then less suited for editing and playout systems).

For multiple old carriers in the VRT archive, a quality analysis was done on the workflows to get files out of film. We can conclude that for the film material under study, one can safely choose an SD scanning resolution and subsequent D10 compression without perceptibly deteriorating the video quality (other than a loss of sharpness of the movie grain).

Note that the upconversion is a critical step in the SD process: tests show that using e.g. the standard upconversion on playout by an Avid Media Composer system results in a clearly perceptible video quality degradation (blurring). It is assumed that a file based upconversion utility is available with a quality performance equal to that of high quality realtime converters such as the one used in our tests.

For archival storage, a CAPEX/OPEX study was done and concluded in the following table which shows the electricity price per year per TB for disk vs LTO tape:

	net capac	number of disks	power disks	power server	total	price per year	price per year per TB
storage server	12	16	160	100	260	569,4	47,45
total storage	140	186,67	1866,67	1166,67	3033,33	6643	47,45
T950 170 tapes	140				285	624,15	4,46
T950 1 frame	760				285	624,15	0,82
T950 8 frames	8400				285	624,15	0,07

It is clear from this, although SATA and LTO prices per TB are almost the same, that the OPEX makes a real difference.

Further on, it seems that the scalability of the ingest process and disclosure will be network bandwidth. About 150-200 hours of tapes can be ingested per week per flexicart with 2 VTRs, but the transfer of this data to the archive itself (e.g. if one thinks of multiple ingest platforms) can become a bottleneck at 1Gb/s. The same for the ingest of files to the archive (e.g. files were delivered on portable disks, LTO tapes, ... to IBBT during the project, but ingest of files over the network was limited due to limited bandwidth). The same issue raises for exporting content out of the archive. Due to a browse format, the archive can be used very easily (although at 800 simultaneous streams a 1Gb/s uplink is also fully used), but if one wants access to the high quality content, network (and bandwidth prices) will be a bottleneck. Certainly for high definition ! 10Gb/s bandwidth links will be no luxury for this.

