

Digitaal Geluidsarchief

Krachtlijnen digitalisering: Standaarden, formaten en dragers

Liesbeth Baaten, 2002 – 2003

Matthias Vandermaesen, 2004



Voorwoord

In 2003 verscheen het rapport *Geluidsarchief, Krachtlijnen conserverings- en digitalisering-beleid*.¹ Dit onderzoek werd gevoerd binnen het stadsarchief Antwerpen. Het resulterende rapport formuleert een aantal krachtlijnen omtrent het digitaliseren van waardevol maar bedreigd geluidsarchief.

Het onderstaande is een extractie en een actualisatie van dit globale onderzoek naar het materieel beheer van geluidsarchieven op digitale wijze.

¹ L. BAATEN, *Krachtlijnen conservings- en digitaliseringsbeleid. Geluidsarchief*, Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2003

Inhoudstafel

VOORWOORD	2
INHOUDSTAFEL	3
1. INLEIDING	4
2. PARAMETERS BIJ HET DIGITALISEREN	5
2.1. <i>Goede afspeelapparatuur</i>	5
2.2. <i>De juiste frequentie en resolutie</i>	5
2.3. <i>Compressie en informatieverlies</i>	6
3. FORMATEN	8
3.1 <i>Geschikt archiveringsformaat?</i>	8
3.2 <i>Overzicht van formaten</i>	12
3.2.1 <i>Officiële standaarden</i>	12
MP3	12
AAC	14
3.2.2 <i>De facto standaarden</i>	16
WAV	16
AIFF/AIFF-C/AIFC	18
AU/SND	20
OGG Vorbis	22
FLAC.....	24
4. DRAGERS	26
4.1 <i>Magnetische dragers</i>	28
Fysieke Standaarden.....	29
Logische standaarden	31
4.2.1 ISO 1001	31
4.2.2 ANSI INCITS 27-1987 (R1998)/ANSI LABEL X3.27	31
4.2.3 IBM Standard Label	33
4.2.4 SIDF (System Independant Data Format).....	33
4.2 <i>Optische dragers</i>	34
4.2.1 Compact Disc	35
Fysieke standaarden	36
Logische standaarden	40

1. Inleiding

Hoewel men de term ‘*archiefdocument*’ associeert met archiefstukken gemaakt uit perkament of papier, is er ook heel wat erfgoed dat op eerder onconventionele dragers wordt overgeleverd. Veel instellingen hebben een analoog geluidsarchief met een grote historische waarde in hun bezit. Onderzoek toont aan dat deze waardevolle archieven zich in een precare toestand bevinden. De dragers waarop analoge informatie bewaard wordt, zijn verre van geschikt voor lange termijn bewaring.

Digitaliseren van dit archiefmateriaal kan een oplossing bieden. Dit laat immers toe om in de toekomst onbeperkt bitstreams te kopiëren zonder noemenswaardig informatieverlies. Bovendien kan men digitaal archief gemakkelijker voor een breed publiek ontsluiten via bijvoorbeeld het internet.

Digitalisering kent ook een schaduwkant. Om een digitaal document te kunnen lezen zijn we niet alleen afhankelijk van de goede werking van de afspeelapparatuur en de kwaliteit van de drager, maar ook van bestandssystemen en softwareapplicaties. In de huidige situatie verouderen digitale formaten en software razendsnel. Het omzetten van oudere digitale documenten naar formaten die met de hedendaagse softwareapplicaties leesbaar zijn, is nodig. Bij elke omzetting kan er echter kwaliteit- en informatieverlies optreden.

Wanneer men overweegt te digitaliseren en leesbaarheid op lange termijn beoogt, is een duidelijke strategie nodig om het in stand houden van de kwaliteit te kunnen garanderen. Het is daarbij van belang onmiddellijk gebruik te maken van een geschikt archiveringsformaat en zorgvuldig de verschillende digitaliseringparameters te documenteren. Alleen dan kan men gedigitaliseerd archiefmateriaal optimaal bewaren en in de toekomst blijven raadplegen.

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van

- a. de verscheidene digitale audioformaten die geschikt zijn voor lange termijn archivering en;
- b. de dragers die in aanmerking komen om digitale audiodocumenten op lange termijn te bewaren.

Kwesties rond doelstellingen, prioriteiten en auteursrechten komen in dit overzicht niet aan bod. Deze worden behandeld in een apart rapport.

De keuze van de verschillende dragers en formaten is gebaseerd op de bevindingen van het DAVID project en de resultaten van L. Baaten.²

² DAVID, Digitaal Archiveren Vlaamse Instellingen en Diensten.

<http://www.antwerpen.be/david/> (3 augustus 2005)

L. BAATEN, *Geluidsarchief. Krachtlijnen conservering- en digitaliseringbeleid*, Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2003.

2. Parameters bij het digitaliseren

Bij het digitaliseren van een analoge opname wil men een zo getrouw mogelijke digitale kopie verkrijgen. Naast een correcte keuze van digitale geluidsdragers en –formaten zijn er een aantal parameters die men in het oog moet houden om een digitale geluidsoptname van optimale kwaliteit te bekomen.³

2.1. Goede afspeelapparatuur

Om analoge geluidsoptnamen digitaal te kunnen omzetten moet men het analoge document optimaal kunnen lezen. Dit is slechts mogelijk met moderne, goed onderhouden apparatuur. Deze keuze is niet zo verwonderlijk aangezien anomalieën die men kan terugvoeren op de afspeelapparatuur, zo veel mogelijk beperkt dienen te worden. Om schade aan de analoge originelen te voorkomen dient de apparatuur regelmatig onderhouden te worden.

De kennis van het oorspronkelijke analoge opnameformaat speelt evenzeer een belangrijke rol. Afspeelparameters zoals *snelheid*, *equalisatie*, etcetera dienen zoveel mogelijk gebaseerd te zijn op de gekende specificaties van het historische formaat. Het is dan ook van belang dat de apparatuur correct wordt geijkt.

Nadat de analoge archiefdocumenten op een correcte manier gedigitaliseerd zijn stelt zich de vraag of de analoge documenten verder bewaard worden. Dit is een vraag waar geen eenduidig antwoord op valt te geven. Indien de archivaris een zekere historische waarde toekent aan de analoge dragers, dan valt het verder bewaren en onderhouden van de afspeelapparatuur eventueel te overwegen naar later onderzoek toe.

2.2. De juiste frequentie en resolutie

Digitaal opnemen van een analoge geluidsgolf houdt in dat men deze geluidsgolf omzet in binaire data. Dit gebeurt in twee stappen. In een eerste stap meet een A/D (Analoog/Digitaal) convertor de amplitude of de sterkte van het signaal. De A/D convertor meet niet het volledige signaal maar in intervallen. Het aantal metingen per tijdseenheid noemt men de frequentie en wordt uitgedrukt in *kilohertz*. Dit noemt men de *samplingrate*. Een waarde van 44,1 Khz geeft aan dat men 44.100 metingen per seconde uitvoert. Het is duidelijk dat hoe hoger de frequentie, hoe kleiner de intervallen tussen de metingen en hoe preciezer het digitale signaal zijn analoge tegenhanger zal benaderen.

In een tweede stap worden de metingen omgezet in numerieke digitale data. Men kiest doorgaans 8, 16 of 24 bits om deze data voor te stellen. Dit noemt men de *sampleresolutie*. De binaire (digitale) voorstelling van data kent een eindige precisie. In een 8 bits sampleresolutie beschikt men slechts over 255 waarden om data voor te stellen, in een 24 bits sampleresolutie beschikt men over 16,7

³ *Standards, Recommended Practices and Strategies. The Safeguarding of the Audio Heritage: Ethics, Principles and Preservation Strategy*, version 2, September 2001. IASA Technical Committee (IASA-TC 03), art 6 <http://www.iasa-web.org/> (3 augustus 2005)

miljoen waarden om data voor te stellen. Dit noemt men de *dynamic range*.⁴ Een hogere samplersolutie resulteert vooral in een betere omzetting van lage toonsignalen.

Samen met het aantal kanalen (1 voor mono, 2 voor stereo) vormen de samplingrate en de samplersolutie de belangrijkste parameters waar men rekening mee moet houden in het digitaliseringproces. Het is duidelijk dat de eindige precisie inherent is aan een digitale opname en een zeker informatieverlies van de oorspronkelijk analoge geluidsgolf betekent. Dit informatieverlies is het kleinst bij een zo groot mogelijke samplingrate en het gebruik van zo veel mogelijk bits bij de opslag van de meetresultaten. De schaduwkant is dat hoe groter de samplingrate en de samplingresolutie, hoe meer data men moet opslaan en hoe groter het digitaal bestand wordt. Zo neemt een één minuut durend gedigitaliseerd (16 bits) stereosignaal (2 kanalen) aan CD kwaliteit (44,1Khz) ongeveer 10Mb opslagruimte in.⁵

2.3. Compressie en informatieverlies

Wanneer men een analogo audiosignaal digitaliseert, stelt de algemene regel dat dit met zo weinig mogelijk informatieverlies gepaard dient te gaan. Een praktijk die veelvuldig voorkomt is het toepassen van een compressiealgoritme op een bitstream zodat die kleiner wordt. Bij het maken van een digitale moederkopie die een zo getrouw mogelijke weergave van het analoge origineel moet zijn is het gebruik van datacompressie af te raden. Wanneer men *lossy compression* (verlieslatende compressie) toepast, wordt gebruik gemaakt van algoritmen die redundante data achterwege laten. De reconstructie van de originele bitstream die gecodeerd werd met dergelijke verlieslatende compressie is verre van gelijk met de originele, ongecomprimeerde bitstream. Tegenover *lossy compression* staat *lossless compression*. Het gebruik van dergelijke compressie garandeert dat de gecomprimeerde bitstream terug in zijn originele staat kan gereconstrueerd worden zonder enig informatieverlies. Lossless compression is minder efficiënt dan lossy compression. Tenslotte creëren zowel lossy als lossless compressie een extra platformafhankelijkheid in.⁶

Doorgaans wordt bij het digitaliseren van analogo geluid het PCM digitaal schema gehanteerd. PCM staat voor *Pulse Code Modulation* en is het standaard binair formaat voor ongecomprimeerde gesampled audiosignalen. Bij PCM zijn twee parameters van belang: de samplingrate en de samplersolutie. Welke waarden men voor deze parameters het beste gebruikt is afhankelijk van de bron. Algemeen wordt aangeraden om een zo groot mogelijke samplingrate en samplersolutie te hanteren. Dit om informatie- en kwaliteitsverlies tot een minimum te beperken. Hoe meer samples men per seconde kan capteren, hoe beter het originele audiosignaal digitaal benaderd kan worden.⁷ Het nadeel is dan weer de grootte van de bitstream. In de praktijk heeft het gebruik van een grote

⁴ Het verschil tussen het hoogste en laagste signaal. In een 16 bit voorstelling bedraagt dit 96dB.

⁵ F. BOUDREZ., *Standaarden voor digitale archiefdocumenten*, Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2001-2004, p. 35 – 36.

<http://www.antwerpen.be/david/website/teksten/DAVIDbijdragen/Standaarden.pdf> (3 augustus 2005)

⁶ IASA, 2001, art. 10.

⁷ F. BOUDREZ., *Standaarden*, 2004, p. 37.3

NINCH, HATII, *The Ninch guide to Good Practice in the Digital Representation and Management of Cultural Heritage Materials*, 2002, VII, Audio/Video Capture and Management.

<http://www.nyu.edu/its/humanities/ninchguide/VII/> (3 augustus 2005)

samplingrate en sampleresolutie weinig zin voor analoge bronnen van lage kwaliteit. Daarom heeft de Audio Engineering Society waarden voor de samplingrate en de sampleresolutie gedefinieerd waarop de digitaliseerder afhankelijk van de kwaliteit van de analoge bron kan terugvallen om tot een optimaal digitaal resultaat te komen.⁸

⁸ AES5-2003: *AES recommended practice for professional digital audio. Preferred sampling frequencies for applications employing pulse-code modulation*, 2003.
http://www.aes.org/standards/b_pub/aes5-2003.pdf (3 augustus 2005)

3. Formaten

Het omzetten van een analoge geluidssignaal in een digitale bitstream is een eerste stap. Om een bitstream digitaal te kunnen opslaan heeft men nood aan *formaten* en *standaarden*. Het formaat is een container waarin het digitaal audiosignaal gecodeerd en opgeslagen wordt. Indien men het formaat niet kent, dan kan men de bitstream onmogelijk decoderen en raadplegen. Een softwareapplicatie die het formaat van de bitstream niet (her)kent, zal deze ook niet kunnen openen en omzetten in menselijk begrijpbare informatie. Er zijn dan ook heel wat standaarden vastgelegd waaraan formaten en applicaties moeten voldoen.

Er bestaat een ruime waaier aan formaten om een digitaal geluidssignaal op te slaan. De functionaliteit van al die formaten is verschillend. De meeste formaten voorzien de mogelijkheid om metadata aan de bitstream te hangen. Digitale geluidsopnamen van eenzelfde analoge bron in het MP3 en het WAV formaat mogen dan wel gelijk klinken wanneer men naar de bitstreams kijkt dan blijken deze te verschillen. MP3 verkleint de originele bitstream immers om de bestandsgrootte kleiner te maken. Heel wat formaten zijn ongeschikt voor digitale bewaring omwille van de manipulatie van de digitale bitstream en het informatieverlies dat daarmee gepaard gaat.

Een ander probleem is de snelle veroudering van digitale technologie. Hedendaagse software heeft een korte levenscyclus. Nieuwe versies van applicaties en formaten volgen elkaar in razendsnel tempo op. Dit stelt een groot probleem naar de leesbaarheid op lange termijn toe. Wie kan immers garanderen dat men over twintig jaar een welbepaald formaat nog zal implementeren in softwareapplicaties?

Tenslotte zijn heel wat formaten *gesloten*. Wat wil zeggen dat hun specificatie slechts bekend is bij de onderneming die het formaat heeft ontwikkeld. Zolang men de specificatie van een bepaald formaat niet vrijgeeft is het zeer moeilijk of zelfs onmogelijk om zelf een softwaretoepassing te schrijven die dit formaat kan interpreteren. Ook hier stelt zich een probleem naar leesbaarheid op lange termijn: we zijn immers afhankelijk van de goodwill van een bepaald bedrijf om op lange termijn het formaat te ondersteunen.⁹

3.1 *Geschied archiveringsformaat?*

De ruime waaier beschikbare formaten brengen twee grote vragen naar voor: wat is een geschikt archiveringsformaat? Welke formaten zijn geschikt voor archiveringsdoeleinden? Vanuit het DAVID project zijn een aantal regels geformuleerd die men kan gebruiken bij de keuze van een geschikt archiveringsformaat.¹⁰

⁹ IASA, 2001, art. 9.

¹⁰ F. BOUDREZ, *Digitaal Archiveren. Richtlijn & advies: 9. Digitaliseren van analoge archiefdocumenten*, p. 2 - 3. <http://www.antwerpen.be/david/website/teksten/Richtlijn9.pdf> (3 augustus 2005)

Een geschikt archiveringsformaat is bij voorkeur een *open standaard*. Een open standaard is een formaat dat door een onafhankelijke standaardorganisatie erkend en onderhouden wordt en vrij geïmplementeerd mag worden. Open standaarden bevorderen bij definitie de uitwisselbaarheid of compatibiliteit. Wanneer een applicatie niet meer beschikbaar is hoeft men deze bestanden niet meteen te converteren. De *specificatie* of de interne structuur van een open standaard is publiek gekend en mag vrij geïmplementeerd worden. Daardoor is het ten allen tijde mogelijk om onafhankelijk van de oorspronkelijke auteur van het formaat, nieuwe softwareapplicaties te maken die dit formaat kunnen lezen.

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen *officiële standaarden* en *de facto standaarden*. Een officiële standaard biedt niet meer garanties voor de leesbaarheid op lange termijn dan een de facto standaard. Officiële standaardisatie en marktevoluties lopen niet altijd parallel. Of een specificatie werkelijk als standaard kan worden beschouwd hangt af van de mate waarin hij wordt geïmplementeerd door softwarefabrikanten en wordt toegepast door eindgebruikers.¹¹

Een ander mogelijk onderscheid dat men kan maken is het verschil tussen *open* en *gesloten* standaarden. In tegenstelling tot open standaarden is een gesloten standaard niet publiek vrijgegeven. Enkel de instantie of het bedrijf die de gesloten standaard beheert is in staat om deze te implementeren in toepassingen. Diezelfde instantie bezit ook de mogelijkheid om eenzijdig de standaard aan te passen. Vaak biedt men de mogelijkheid aan om een licentie op een gesloten standaard aan te schaffen tegen betaling. De licentiehouder krijgt daardoor het recht om zelf een applicatie te schrijven die de standaard implementeert. Dergelijke standaarden noemt men ook wel bedrijfseigen of propriëtaire standaarden. Dergelijke standaarden worden gebruikt om concurrenten uit de markt te spelen. Open standaarden zijn daarentegen wel publiekelijk en vrij verkrijgbaar. Ze worden beheert door een onafhankelijke standaardorganisatie zoals bijvoorbeeld de ISO (International Standards Organisation) Men kan naar eigen goeddunken de standaard implementeren in een eigen toepassing zonder rekening te moeten houden met de auteur. Er bestaan ook hybride standaarden. Dit zijn standaarden die weliswaar vrij te gebruiken zijn maar toch in het beheer van één bedrijf blijven. Een voorbeeld van die laatste is het PDF document formaat. Hoewel de specificatie van PDF vrijelijk te verkrijgen is wordt deze wel eenzijdig beheerd door Adobe.¹² Het is duidelijk dat een open standaard de voorkeur geniet wat betreft archiveren op lange termijn.¹³

Een geschikt archiveringsformaat maakt bij voorkeur geen gebruik van *verlieslatende compressie*. Het gebruiksdoel van een archiveringsformaat is om zoveel mogelijk informatie te bewaren met een minimum aan verlies.

¹¹ F. BOUDREZ, *Standaarden*, 2004, p. 15 – 16.

¹² <http://partners.adobe.com/asn/tech/pdf/specifications.jsp> (3 augustus 2005)

¹³ NINCH, HATII, *The Ninch guide to Good Practice in the Digital Representation and Management of Cultural Heritage Materials*, 2002, VII, Audio/Video Capture and Management.

J. JOCHMANS en P. STRICKX, *Richtlijnen en aanbevelingen voor het gebruik van open standaarden en/of open specificaties bij de federale overheidsbesturen*, Fedict, 2004.

http://www.belgium.be/eportal/ShowDoc/fed_ict/imported_content/pdf/OpenstandaardenNL_FEDICT.pdf?contentHome=entapp.BEA_personalization.eGovWebCacheDocumentManager.nl (3 augustus 2005)

Het formaat moet ook platformafhankelijk zijn. Sommige formaten zijn beperkt tot het platform waarop ze zijn gecreëerd. Onder een platform verstaan we verschillende besturingsystemen en/of hardware waarop men softwareapplicaties kan uitvoeren. Een platformafhankelijk formaat zoals bijvoorbeeld Quicktime is zowel leesbaar op een standaard x86 compatibele PC met Windows als op een Apple iMac met MacOSX als besturingssysteem.

Heel wat formaten hebben de mogelijkheid om metadata toe te voegen aan de bitstream. Zo kent het MP3 formaat het ID3-tag systeem dat toelaat de digitale geluidsopname te beschrijven (auteur, titel, etcetera)¹⁴ Metadata zijn ook een hulpmiddel om de bitstream correct af te spelen: ze bevatten onontbeerlijke informatie over de bitrate, samplingrate, sampleresolutie, etc.

Verder moet het formaat voldoen aan volgende voorwaarden:

- voorzien zijn met een robuust foutopsporing- en verbeteringmechanisme;
- de mogelijkheid hebben tot goed gestructureerde opslag van data;
- in staat zijn essentiële eigenschappen van archiefdocumenten over te brengen in de tijd;
- bewaren van de authenticiteit van de archiefdocumenten;
- autonoom en zelfvoorzienig zijn.¹⁵

Afhankelijk van de doelstellingen kiezen we een geschikt formaat. Wanneer we een digitale moederkopie willen maken, dan moeten we voor een formaat kiezen dat geen gebruik maakt van compressie. Een digitale moederkopie moet immers het analoge origineel kwalitatief gezien zo dicht mogelijk benaderen door zoveel mogelijk informatie digitaal te capteren. Digitale moederkopieën hebben bijgevolg een grote bestandsomvang. Willen we daarentegen een raadplegingkopie maken die via het internet verspreid wordt, dan speelt het bewaren van zoveel mogelijk informatie slechts een secundaire rol. Het doorsturen van grote bestanden is immers duur, tijdsrovend en gebruiksonvriendelijk. Hier gebruiken we best een formaat dat datacompressie toelaat zodat we de beschikbare middelen optimaal kunnen gebruiken.

¹⁴ <http://www.id3.org> (3 augustus 2005)

¹⁵ F. BOUDREZ, *Digitaal Archiveren. Richtlijn & advies: 9. Digitaliseren van analoge archiefdocumenten*, p.3.

Hoewel er nauwelijks een hoorbaar verschil zal zijn tussen een raadplegingkopie en een moederkopie, is het duidelijk dat de keuze van formaat verstrekkende gevolgen heeft voor de te bewaren geluidsopname.



cDAVID Aanbeveling

- *Moederkopie*: cDAVID raadt het gebruik van **het WAV formaat** aan wanneer men een moederkopie creëert. Deze moederkopie dient voor archiveringsdoeleinden (bewaring en reproductie van raadplegingkopieën of nieuwe moederkopieën)
- *Raadplegingkopie*: de keuze van een geschikt distributieformaat dient eerder te beantwoorden aan de wensen en de noden van de eindgebruiker (snel verkrijgen van data) dan aan de rigoureuze eisen van een archivaris. Hoewel formaten zoals **RealMedia** of **Windows Media Audio** hun nut hebben bewezen raadt cDAVID het gebruik van een gestandaardiseerd formaat zoals **MP3** of **AAC** aan.

3.2 Overzicht van formaten

3.2.1 Officiële standaarden

MP3

NAAM	Moving Picture Experts Group – I Layer 3
ONTWIKKELAAR	Moving Picture Experts Group
WAT	<p>MPEG staat voor een verzameling van open standaarden. De Moving Picture Experts Group ontwikkelt standaarden voor digitale audio en video compressie in samenwerking met de ISO of International Standards Organisation. Deze standaarden hebben een uiteenlopende finaliteit maar worden parallel met elkaar ontwikkeld.</p> <p>In casu is <i>MPEG – 1 Audio</i> voor ons belangrijk. Deze is onderverdeeld in 3 lagen of compressieschema's waarvan de hoogste eveneens de meest complexe is. Dit formaat staat bekend als MP3.</p>
STANDAARD	<p>MP3 is een <i>officiële open standaard</i></p> <p>ISO/IEC 13818-3(1998)</p>
COMPRESSIE	<p>MP3 kent een variabele compressie ratio gaande van 1:1 tot 12:1. Een 10Mb PCM gecodeerde bitstream kan omgezet worden naar ca 1Mb MP3 bitstream.</p> <p>MP3 maakt gebruik van verlieslatende compressie. Een MP3 bitstream is daardoor geen 1 op 1 reproductie van een analoge geluidsbron.</p>
METADATA	<p>MP3 maakt gebruik van het ID3 TAG formaat om achteraan een MP3 bestand extra metadata te hangen. De gegevens die men kan toevoegen zijn: titel, artiest, album, genre, jaar en commentaar.</p>
PARAMETERS	Mogelijke opties die bepalen hoe een MP3 bitstream wordt

	<p>opgeslagen of weergegeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Operating mode</i>: Single channel, dual channel, stereo, joint stereo - <i>Sampling frequency</i>: 32kHz, 44,1 kHz en 48kHz - <i>Bitrate</i>: In principe is de gebruiker vrij in het bepalen van een bitrate. De standaard voorziet mogelijke bitrates gaande van 32Kbit/s tot 320Kbit/s
<p>APPRECIATIE</p>	<p>Het MP3 formaat is een verlieslatende open standaard. Het verlies van informatie door de compressie maakt dat dit geen geschikt archiveringsformaat is voor lange termijn bewaring. De mogelijkheid om tot een hoge compressie ratio te komen (12:1) maakt dit formaat echter wel interessant voor gebruik voor on line raadplegingkopieën. De eerder kleine bestandsgrootte van een MP3 gecodeerde bitstream betekent een kleiner verbruik van bandbreedte.</p>
<p>REFERENTIE</p>	<p>F. BOUDREZ, <i>Standaarden voor digitale archiefdocumenten.</i>, Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2003, p. 39.</p> <p>Moving Picture Experts Group http://www.chiariglione.org/mpeg/ (3 augustus 2005)</p>

AAC

NAAM

MPEG-2/4 Advanced Audio Coding

ONTWIKKELAAR

Moving Picture Experts Group

WAT

AAC is de logische opvolger van MPEG-1 layer 3 (MP3). AAC maakt het mogelijk om een verbeterde geluidskwaliteit te verkrijgen aan lagere bitrates. De kwaliteit van een AAC bitstream aan 96 kbps is beter dan die van een MP3 bitstream aan 128 kbps. AAC werd net als MP3 ontwikkeld vanuit MPEG en ISO.

AAC zelf is géén bestandsformaat maar een coderingsschema dat het mogelijk maakt een geluidssignaal om te zetten naar een AAC gecodeerde bitstream. In tegenstelling tot MP3 dat ook nog eens een header met eventuele metadata voorziet, is de keuze van *container* of *framework* om een AAC bitstream en eventuele metadata op te slaan volledig vrij. De twee meest gebruikte containers – die eveneens gestandaardiseerd zijn – zijn ADIF en ADTS.

STANDAARD

AAC is een officiële, open ISO standaard
ISO/IEC 13818-7:2003

COMPRESSIE

AAC maakt gebruik van verlieslatende compressie. AAC kent een ruime waaier aan varianten of *profiles* die elk gebruik maken van eigen compressietechnieken die bovendien niet noodzakelijk compatibel met elkaar zijn.

De officiële standaard voorziet 3 profiles:

- MAIN: Main Profile
- LC: Low Complexity
- SRS: Sample-Rate Scalable (of SSR: Scalable Sample-Rate)

METADATA

De opgenomen metadata in een AAC gecodeerd audiobestand hangen af van de gebruikte container.

- ADIF (Audio Data Interchange File Format). Dit is niets

	<p>meer dan een header aan het begin van een ruwe AAC bitstream. Een ADIF header laat toe volgende velden te beschrijven: copyright, original copy (origineel = 1; kopie van een origineel = 0), type bitstream en de bitrate</p> <ul style="list-style-type: none"> - ADTS (Audio Data Transport Stream). De AAC bitstream wordt onderverdeeld in <i>frames</i>: Elke frame krijgt een eigen ADTS header met velden voor o.a. de sampling-rate en het gebruikte AAC profile.
PARAMETERS	Cfr. MP3
APPRECIATIE	<p>AAC is de logische opvolger van MP3. Net zoals MP3 maakt AAC gebruik van verlieslatende compressie waardoor dit formaat ongeschikt is voor lange termijn bewaring. AAC kan men wel als alternatief voor MP3 gebruiken wanneer men een raadplegingkopie van de opname on line wil aanbieden.</p>
REFERENTIE	<p>F. BOUDREZ, <i>Standaarden voor digitale archiefdocumenten.</i>, Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2003, p. 39.</p>

3.2.2 De facto standaarden

WAV

NAAM

WAVEform Audio Format

ONTWIKKELAAR

Microsoft en IBM

WAT

Het WAV formaat is gebaseerd op het RIFF (Resource Interchange File Format) metaformaat. Een bitstream is binnen het WAV formaat niets meer dan een header in het RIFF formaat gevolgd door opeenvolgende datablokken of 'chunks'. De header bestaat uit de letters RIFF (in ASCII), de grootte van de chunks en de letters WAVE. Dan volgt de 'format subchunk' die het formaat van de audiodata en de 'data-subchunk' beschrijft. De 'format-subchunk' bevat informatie over compressie, aantal kanalen, sample-rate en bit-rate (= sample-rate x aantal kanalen).

Bij compressie worden er nog extra datavelden aan de formatchunk toegevoegd die nodig zijn voor de decompressie.

Na de letters DATA volgen de vermelding van de resterende grootte van de chunk en de feitelijke audiodata.

WAV maakt gebruik van codecs. Zo codeert de PCM-codec de data in ongecomprimeerde PCM terwijl de MP3-codec toelaat om de data in het MP3 compressieschema te coderen. Een WAV bestand gecodeerd met de MP3 codec is géén MP3 bestand! Een codec is immers géén formaat maar eerder een applicatie die toelaat de feitelijke data te coderen en te decoderen.

STANDAARD

WAV is een de facto gesloten standaard. Dit formaat is gebonden aan het IBM compatibele hardware. WAV kan dus niet rechtstreeks afgespeeld worden op bijvoorbeeld Apple computers.

COMPRESSIE

Het gebruik van codecs om de data in de data subchunk te coderen laat al dan niet compressie toe. Het toepassen van de PCM codec laat toe data op te slaan zonder het gebruik van (verlieslatende) compressiealgoritmen.

	Andere (verlieslatende) codecs die binnen het WAV formaat toegepast kunnen worden op de data-subchunk zijn: A-law, μ -law, ADPCM, MP3, etc.
METADATA	De standaard RIFF header binnen WAV voorziet volgende metadata velden: titel, artiest, album, genre, trefwoorden, digitale bron, medium, ingenieurs, digitizer, leverancier, copyright, software en creatiedatum.
PARAMETERS	In een WAV bestand kan men een geluidssignaal opslaan in verschillende sample-rates (gaande van 6kHz tot 192kHz) en in verschillende sample-resoluties (van 8 tot 32 bits) Andere instellingen hangen af van de gebruikte codec.
APPRECIATIE	<p>Door het gebruik van codecs kan het WAV file formaat voor een grote waaier aan doeleinden gebruikt worden. WAV is dan ook een eerder hybride formaat.</p> <p>WAV met de standaard ongecomprimeerde PCM codec kan men gebruiken om een originele bitstream als digitale moederkopie op te slaan. WAV in combinatie met een codec die een verlieslatend compressiealgoritme implementeert – zoals de MP3 codec – is af te raden bij de opbouw van een digitale moederkopie.</p> <p>Het gebruik van codecs waarvan de specificatie niet is vrijgegeven (en die dus propriëtair zijn) is af te raden.</p>
REFERENTIE	F. BOUDREZ, <i>Standaarden voor digitale archiefdocumenten.</i> , Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2003, p. 40 - 41.

AIFF/AIFF-C/AIFC

NAAM	Audio Interchange File Format (Compressed)
ONTWIKKELAAR	Apple Computers
WAT	<p>AIFF werd door Apple ontwikkeld om de uitwisseling van data tussen platformen mogelijk te maken. AIFF wordt voornamelijk gebruikt in professionele omgevingen. AIFF is dan ook gericht op het leveren van een hoge kwaliteit.</p> <p>AIFF is gebaseerd op het door Electronic Arts ontwikkelde IFF metaformaat (EA IFF 85 Standard for Interchange Format Files). Net zoals het WAV formaat bestaat een AIFF bestand uit verschillende chunks (datablokken). Er zijn twee basischunks: de common chunk waarin alle parameters over de geluidsgolf wordt bijgehouden en de sound data chunk met de eigenlijke geluidsdata. Andere chunks zijn optioneel.</p>
STANDAARD	AIFF is een gesloten formaat.
COMPRESSIE	<p>AIFF zelf ondersteunt enkel ongecomprimeerde PCM.</p> <p>Er bestaat ook een variant die compressie toelaat: AIFF-C.</p>
METADATA	De optionele text chunk voorziet plaats voor de titel, naam van de uitvoerder, copyright en annotaties. Apple zelf raadt aan om gebruik te maken van de comments chunk in plaats van het annotaties veld omdat deze veel krachtiger is.
PARAMETERS	<p>De common chunk houdt volgende parameters bij die ingesteld kunnen worden:</p> <ul style="list-style-type: none">- Aantal kanalen- Aantal sample frames in de sound data chunk- De grootte van de samples- De sample-rate

APPRECIATIE

Hoewel AIFF op het eerste zicht geschikt lijkt naar lange termijnbewaring toe (geen compressie, metadata, uitgebreide instelbare parameters) is het door zijn gesloten karakter geen geschikt archiveringsformaat. AIFF kan wel gebruikt worden om raadplegingkopieën van hoge kwaliteit af te leveren voor professioneel gebruik.

REFERENTIE

F. BOUDREZ, *Standaarden voor digitale archiefdocumenten.*, Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2003, p. 42.

AU/SND

NAAM	Access Unit
ONTWIKKELAAR	Sun Microsystems
WAT	<p>Het AU formaat is ontwikkeld door Sun en NeXt. AU en het SND-formaat hebben dezelfde interne structuur. Ze zijn samengesteld uit drie blokken: de header, het annotatieblok en de feitelijke geluidsdata.</p> <p>AU bestanden zijn in grote mate platformafhankelijk. Hoewel ze oorspronkelijk binnen het *NIX (UNIX, Linux, BSD,...) besturingsplatform ontwikkeld zijn, kunnen ze ook op andere platformen ingelezen worden. AU wordt dan ook veel gebruikt als uitwisselingsformaat op het Internet.</p>
STANDAARD	Het AU formaat is een gesloten de facto standaard
COMPRESSIE	Binnen AU kunnen verscheidene codecs toegepast worden om de audiodata te coderen. Doorgaans wordt μ -law compressie gebruikt. Deze codeert de data in 8 bits op logaritmische ipv lineaire wijze. Naast μ -law zijn eveneens A-law en (AD)PCM mogelijk
METADATA	Het annotatieblok laat toe om extra informatie toe te voegen aan het bestaan. Er is geen vaste structuur gedefinieerd voor deze metadata.
PARAMETERS	Het AU/SND formaat biedt ondersteuning voor: <ul style="list-style-type: none">- sampleresolutie (8, 16, 24 en 32 bit)- kanalen
APPRECIATIE	Niet tegenstaande het AU formaat ongecomprimeerde PCM codering van de bitstream toestaat, is het geen geschikt archiveringsformaat omdat het een gesloten de facto standaard

_____ is.

REFERENTIE F. BOUDREZ, *Standaarden voor digitale archiefdocumenten.*,
Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2003, p. 41.

OGG Vorbis

NAAM	OGG Vorbis
ONTWIKKELAAR	Xiph.org http://www.xiph.org
WAT	<p>OGG Vorbis bestaat uit twee delen. Het OGG bestandsformaat dat als container dient voor een met een codec gecodeerde bitstream. Een OGG bestand kan niet alleen audio (vorbis, speex, flac audiocodec) bevatten maar ook bewegende beelden (Theora videocodec).</p> <p>Vorbis is een lossy audiocodec dat een alternatief voor populaire codecs en formaten zoals MP3 en WMA wenst te bieden.</p> <p>OGG Vorbis is open source en patentvrij. Dit in tegenstelling tot MP3 dat door het Fraunhofer instituut is gepatenteerd. Xiph.org gaf OGG en Vorbis vrij in het publieke domein.</p>
STANDAARD	Het OGG formaat is een open de facto standaard
COMPRESSIE	<p>De vorbis audiocodec past lossy compressie toe. Enerzijds is de kwaliteit van vorbis volgens experts beter dan een bitstream die in MP3 gecodeerd werd. Vorbis verhelpt een aantal struikelblokken waar MP3 mee te kampen. Bij lage compressieratio's wordt MP3 gecodeerd geluid als 'metaalachtig' gepercipieerd.</p> <p>Vorbis laat bovendien een grotere compressieratio toe zonder noemenswaardig kwaliteitsverlies.</p> <p>Het is ook mogelijk om de flac audiocodec toe te passen en de bitstream vervolgens in een Ogg container te bewaren.</p>
METADATA	Het OGG formaat voorziet de mogelijkheid om metadata op te nemen in de header. Er is een beperkte metadataset voorzien in de OGG vorbis comment field and header specificatie.

PARAMETERS

Cfr. MP3

APPRECIATIE

Omdat OGG Vorbis lossy compressie toepast is het geen geschikt archiveringsformaat. Het laat wel toe om bitstreams met een hogere ratio te comprimeren zonder noemenswaardig kwaliteitsverlies. Bovendien behoort OGG Vorbis tot het publieke domein. OGG Vorbis is daardoor interessant voor de distributie van gedigitaliseerde opnames via het internet. De ondersteuning van OGG Vorbis kan echter een nadeel vormen.

REFERENTIE

F. BOUDREZ, *Standaarden voor digitale archiefdocumenten.*, Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2003, p. 41.
S.N., *OGG Vorbis I format specification. Vorbis comment field and header specification.*, XIPH.org, 2002.
<http://www.xiph.org/ogg/vorbis/doc/v-comment.html> (2 augustus 2005)

FLAC

NAAM

Free Lossless Audio Codec

ONTWIKKELAAR

Open Source project.

WAT

FLAC is een open source project dat niet alleen de ontwikkeling van een bestandsformaat omvat, maar ook een audiocodec.

Het formaat bestaat uit 4 delen: een 4 byte string “FLAC”, een “streaminfo” metadata block, al dan niet een of meerdere extra metadata blokken en de bitstream in een of meerdere frames onderverdeeld.

De verschillende blokken worden niet interleaved in een FLAC bitstream bewaard

STANDAARD

Het FLAC formaat is een open de facto standaard

COMPRESSIE

FLAC maakt gebruik van lossless compressie. Er wordt gebruik gemaakt van de flac audiocodec. Deze audiocodec kan ook toegepast worden binnen het OGG formaat. Daardoor kan ook OGG een lossless gecompriemeerde bitstream bevatten.

METADATA

FLAC voorziet voornamelijk ondersteuning van technische metadata die nodig is voor het afspelen van de bitstream.

FLAC ondersteunt de Vorbis comment specificatie. Deze is eerder beperkt.

PARAMETERS

Cfr. MP3

APPRECIATIE

Omdat FLAC compressie toepast is het geen geschikt archiveringsformaat. FLAC is een open formaat. Net zoals OGG en Vorbis behoort FLAC tot het publieke domein.

Doordat FLAC lossless compressie toepast is er geen nadelig informatieverlies wat tot een betere geluidskwaliteit leidt. Het

nadeel is dat FLAC gecodeerde bitstreams relatief groot zijn. FLAC leent zich dan ook niet voor de snelle distributie van digitaal geluid via het internet.

REFERENTIE

F. BOUDREZ, *Standaarden voor digitale archiefdocumenten.*, Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2003, p. 41.

FLAC – Free Lossless Audio Format
<http://flac.sourceforge.net> (3 augustus 2005)

4. Draggers

Naast de keuze van een geschikt formaat moet er ook een geschikte geluidsdrager gebruikt worden om de digitale opname op te bewaren. Anders dan bij analoge opnames leidt het verval van een deel van de drager in het slechtste geval tot het onleesbaar worden van het volledige digitale archiefdocument. Veel hangt af van wat er precies verloren gaat. Zo vormen de eerste bits van een document de identificatie van het formaat. Indien deze verloren gaan kan het formaat niet herkend worden en is de bitstream niet begrijpbaar. Indien er informatie in het midden van het bestand verloren gaat dan resulteert dit veelal in een hoorbare hapering. Het is dus van belang om de integriteit van de totale bitstream te vrijwaren.

Op basis van tests waarbij het verouderingsproces versneld wordt, kan men achterhalen wat de *levensduur* van een drager is. Daarbij wordt ook het aantal aangetroffen fouten of anomalieën gemeten. Op basis van die tests kan men de levensduur van een drager voorspellen wanneer deze op de juiste manier wordt bewaard. Tijdens deze tests wordt rekening gehouden met het foutopsporing- en verbeteringssysteem. Voor elk type opslagmedium is het tot op zekere hoogte mogelijk om fouten te corrigeren zodat digitale bestanden leesbaar blijven. Het aantal verbeterbare fouten heeft echter een bovengrens. Wanneer deze overschreden wordt is het digitale geluidsbestand niet meer leesbaar.

Een probleem waar men rekening mee moet houden is de beschikbaarheid van de nodige hard- en software om informatie op een drager te kunnen raadplegen in de toekomst. Dergelijke technologie veroudert doorgaans sneller dan de dragers. In die zin is het bijvoorbeeld irrelevant of een cd-r een levensduur van 100 jaar heeft. De kans is heel groot dat men deze over 10 tot 20 jaar toch niet meer kan lezen omdat men niet meer beschikt over werkende leesapparatuur. De keuze van de drager wordt dus ook bepaald door de beschikbare technologie. Het overzetten van informatie van de ene naar de andere drager zal zich opdringen zodra een bepaalde technologie niet meer beschikbaar dreigt te worden. Door een stabiele drager en een duurzame technologie gebaseerd op standaarden te kiezen kan men de frequentie waarmee men data moet overzetten tussen verschillende types dragers tot een minimum herleiden.¹⁶

Ook hier werden er in het kader van DAVID een aantal richtlijnen geformuleerd.¹⁷

¹⁶ F. BOUDREZ, H. DEKEYSER, *Digitaal archiefbeheer in de praktijk. Handboek*, Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2004, p. 65 – 66.

<http://www.antwerpen.be/david/> (3 augustus 2005)

¹⁷ F. BOUDREZ, H. DEKEYSER, *Digitaal archiefbeheer*, 2004, p. 66.

F. BOUDREZ, *Standaarden*, 2004, p. 68 – 79.

F. BOUDREZ, *Digitaal ArchiVeren. rIchtlijn & aDvies: 9. Digitaliseren van analoge archiefdocumenten*.



cDAVID Aanbevelingen

- cDAVID beveelt het gebruik van **Compact Disc (cd)** aan voor de lange termijn bewaring van gedigitaliseerde archiefdocumenten enerzijds en het ter beschikking stellen van deze documenten anderzijds.
- Bij het schrijven van een audio cd dient men de **IEC-908** standaard toe te passen. Dit gebeurt doorgaans automatisch door de schrijfapplicatie zelf.
- Bij het schrijven van een gegevenscd dient men erop te letten dat de optie: **Mode 1: cd-rom** wordt toegepast door de schrijfapplicatie.
- cDAVID beveelt het gebruik van de **ISO-9660 standaard** aan voor de logische structuur van de cd (bestandsnamen, mappenstructuur,...). De digitaliseerder dient ervoor te zorgen dat deze bestanden volgens deze norm op een cd gebrand worden.
- cDAVID raadt het gebruik van multisessie af. Het toevoegen van data op verschillende tijdstippen betekent een grotere kans op fouten. Beter is het om een cd in één keer te schrijven met de optie **disc-at-once**.
- cDAVID raadt het gebruik van mixed mode af. Het is beter om audiotracks en computerbestanden op **aparte cd's** te bewaren.
- cDAVID raadt aan om **metadata** in de bestanden zelf te bewaren (in de header,...) dit om het gebruik van (losse) externe documentatie (etikettering op de cd, hoes,...) zoveel mogelijk te vermijden.

4.1 Magnetische dragers

Magnetische dragers kan men gebruiken voor de opslag van zowel analoge als digitale informatie. We kunnen verschillende types onderscheiden: *open spoel*, *cassette*, *cartridge*, *diskettes* en *hard disk*. Voor het bewaren van archiefdocumenten op lange termijn komen enkel de eerste drie types in aanmerking. Diskettes en harde schijven hebben immers een beperkte levensduur, zijn kwetsbaar en laten geen platformafhankelijke opslag toe.¹⁸

Ondanks de terughoudendheid die in de jaren '90 heerste rond de duurzaamheid van magnetische dragers, heeft onderzoek uitgewezen dat de uiteindelijke levensduur 10 tot 30 jaar is indien bewaard in optimale omstandigheden.¹⁹

De levensduur van de magnetische dragers is op zich geen probleem. Het verdwijnen van de benodigde afspeelapparatuur door de snelle veroudering van hardware is dat wel. Het heeft weinig zin dragers te bewaren indien de afspeelapparatuur niet meer bestaat. Een oplossing is de data op tijd overzetten naar nieuwe dragers. Het gebruik van fysieke en logische standaarden is hierin cruciaal. Deze standaarden zijn immers ontwikkeld met oog op uitwisseling.



cDAVID Aanbevelingen

- Magnetische dragers zijn bruikbaar als lange termijndrager mits ze voldoen aan volgende voorwaarden²⁰
 - Fysiek standaard: de **passende afspeelapparatuur** is in de toekomst beschikbaar.
 - Logisch standaard: de archiefdocumenten zijn in een **uitwisselbaar bestandssysteem** en **bestandsformaat** opgeslagen.
 - Na opname: **zo hoog mogelijke kwaliteit** want magnetisme neemt af na verloop van tijd waardoor dataverlies kan optreden.
 - **Bewaren** van tapes in **optimale omstandigheden**.
- De manier waarop tapes worden gelezen/geschreven speelt een rol. Tapes die gebruik maken van **helical scan** zijn af te raden. Concreet gaat het om **DDS, DAT** en **Exabyte** tapes die van deze technologie gebruik maken. Deze zijn geen geschikte archiveringdraggers.
- Bij de meeste tapes wordt **hardwarematige datacompressie** toegepast. Dit is het geval bij DLT, LTO, DDS en 3570 compatibele tapes. Compressie strookt niet met de filosofie om zo platformafhankelijk mogelijk te archiveren. Zorg er bij de aankoop van lees- en schrijfapparatuur voor dat dit afgezet kan worden.

¹⁸ F. BOUDREZ, *Magnetische dragers voor het archief*, 2002, p. 2

http://www.antwerpen.be/david/website/teksten/DAVIDbijdragen/magnetische_dragers.pdf (3 augustus 2005)

¹⁹ J. VAN BOGART, *Mag tape life expectancy 10 - 30 years*, Brief aan Scientific American, 13 maart 1995.

<http://palimpsest.stanford.edu/bytopic/electronic-records/electronic-storage-media/bogart.html> (3 augustus 2005)

Fysieke Standaarden

Bij de keuze van een magnetische drager opteert men het best voor een gestandaardiseerd fysiek type. Er bestaan veel officiële en de facto fysieke standaarden voor magnetische dragers. Het is raadzaam dat de archivaris de marktevolutie blijft opvolgen. De levensduur van fysieke standaarden is immers niet oneindig. Magnetische informatie dient tijdig omgezet te worden.

Magnetische tapes vinden hun oorsprong terug in de jaren '50 bij het ontstaan van de eerste commerciële computersystemen. Deze eerste tapes waren allesbehalve duurzaam. In 1953 introduceerde IBM de 726 tape drive. Deze bracht een eerste standaardisatie met zich mee. In 1985 bracht IBM de 3480 Tape Cartridge (square tape) uit. Dit type was compact en had een opslagcapaciteit van 200Mb. Dit formaat kende een aantal veelgebruikte opvolgers. De 3490 Tape Cartridge heeft een opslagcapaciteit van 400Mb en werd opgevolgd door de 3590 MagStar. Deze types ondersteunen achterwaartse compatibiliteit wat het overzetten van data tussen deze types vergemakkelijkt. Nog in 1985 bracht Digital Equipment Company de Digital Linear Tape (DLT) die parallel meerdere sporen op een magnetische tape tegelijk kan inlezen. De DLT heeft een opslagcapaciteit gaande van 2 tot 10Gb. Andere soorten magnetische tape zijn 4mm Digital Audio Tape (DAT), 8mm tape en Quarter Inch Cartridge (QIC). DAT noemt officieel Digital Data Storage (DDS) en werd ontwikkeld door Sony en Hewlett Packard. QIC kan 1 tot 32Gb aan data opslaan. Daarbij wordt gebruik gemaakt van compressie waardoor QIC niet in aanmerking kan komen als geschikte archiveringsdrager.²¹

Hedendaagse veelgebruikte formaten zoals DAT, QIC en 8mm types kunnen een grote hoeveelheid data op een kleine oppervlakte opslaan. Dit is een voordeel tegenover optische media zoals de cd. 1 Tb (Terabyte) aan data zou een kleine 1500 cd's beslaan. Diezelfde hoeveelheid data kan echter ook op 50 DLT tapes. Naar beschikbaar budget toe is het archiveren op DLT goedkoper. Ook het overzetten van DLT kost minder tijd. Deze voordelen wegen echter niet op tegen het feit dat ze daardoor minder duurzaam zijn. Bovendien werden ze niet ontworpen om data op lange termijn te bewaren maar om goedkoop backups bij te houden gedurende een korte termijn.²²

Tenslotte speelt de manier waarop data op een tape wordt bewaard eveneens een rol. We onderscheiden drie modi: *longitudinaal*, *serpentine* en *helical scan*. Vooral helical scan (gebruikt bij DDS, DAT en Exabyte) heeft een aantal belangrijke nadelen vanuit archiveringsperspectief. De helical scan methode om data te lezen en te schrijven vormt een zwaardere belasting voor de tape waardoor deze een kortere levensduur heeft. Bovendien wordt data met een grotere densiteit op het tapeoppervlak opgeslagen wat de kans op fouten vergroot. Tenslotte zijn deze tapes gevoeliger aan temperatuurschommelingen.²³

²⁰ F. BOUDREZ, *Magnetische dragers voor het archief*, 2002, p. 14.

²¹ C. DOLLAR, *Authentic electronic records. Strategies for long-term access.*, Cohasset Publishing, Chicago, 2000, p. 164 – 170

²² C. DOLLAR, *Authentic electronic records.*, p. 167, p. 170.

²³ F. BOUDREZ, *Magnetische dragers voor het archief*, 2002, p. 6 – 7.

Voor een dieper inzicht in de fysieke samenstelling van magnetische tapes, de verschillende opnamemethoden en het verval verwijzen we naar de aanbevelingen van het DAVID project omtrent magnetische dragers. In onderstaande tabel geven we een overzicht van de bestaande types.²⁴

Acroniem	Naam	Voorbeelden	Standaard
DDS	Digital Data Storage	Sony, Hewlett Packard	<i>Officiële Standaard</i> DDS-1 (ISO 11557:1992, ISO 12247:1993); DDS-2 (ISO 13923:1996); DDS-3 (ISO 15521:1998); DDS-4 (ISO 17462:2000)
DLT	Digital Linear Tape	Hewlett Packard, Imation	<i>Officiële Standaard</i> DLT 1 (ISO 13421:1993); DLT 2 (ISO 13962:1995); DLT 3 (ISO 14833:1996); DLT 3-XT (ISO 15895:1999); DLT 4 (ISO 15307:1997); DLT 5 (ISO 15896:1999); DLT 6 (ISO 16382:2000)
3480 compatibel	/	/	<i>De Facto Standaard</i>
LTO	Linear Tape Open (opvolger: Ultrium)	Hewlett Packard, Certance, IBM	<i>De Facto Standaard</i>
QIC	Quarter Inch Cartridge (Travan)	3M	<i>De Facto Standaard</i>

²⁴ F. BOUDREZ, *Magnetische dragers voor het archief*, 2002.

Logische standaarden

Net zoals fysieke standaarden, garanderen logische standaarden tot op een bepaald niveau de lange termijn leesbaarheid en uitwisseling van de computerbestanden. Hoe data op een digitaal opslagmedium wordt opgeslagen en ontsloten, wordt ten dele bepaald door de manier waarop data logisch wordt geordend op de drager. De opslagwijze van digitale data voor archiefdoeleinden dient *platformonafhankelijk* te zijn. Dit wil zeggen dat men de informatie op de drager moet kunnen inlezen ongeacht gebruikte platform. Dit kan door een logisch standaard voor de *bestandenstructuur* en de *labelling* van magnetische banden toe te passen. Deze garandeert dat een magnetische drager leesbaar is op een zo ruim mogelijke waaier aan configuraties (zolang deze eveneens compatibel zijn met de fysieke standaarden).²⁵

Voor archiefdoeleinden wordt de voorkeur gegeven aan labeled tape. Dergelijke tapes bieden de mogelijkheid om gegevens over de data op de tape zelf op te slaan in zgn. labels. Het gaat hier om onder meer: bestandsnamen, opnamemethode, blocklengte (vast of variabel), recordlengte (vast of variabel), data, enz. Unlabeled tapes slaan deze informatie niet op de tape zelf op waardoor deze in externe documentatie moet worden vastgelegd.

DAVID beveelt in zijn richtlijnen het gebruik van volgende standaarden aan: ISO-1001, ANSI INCITS 27-1987 (ANSI Label X3.27), IBM Standard Label, SIDF.²⁶

4.2.1 ISO 1001

ISO 1001 (1986) Information processing -- File structure and labelling of magnetic tapes for information interchange. Deze standaard specificeert het volume, de bestandenstructuur, de karakteristieken van de blocks en de labels die worden gebruikt voor de identificatie van de afzonderlijke datarecords.

4.2.2 ANSI INCITS 27-1987 (R1998)/ANSI LABEL X3.27

ANSI INCITS 27-1987 (R1998), File structure and labeling of magnetic tapes for information interchange. Net zoals ISO-1001 specificeert deze standaard het volume, de bestanden-structuur, etc. om datarecords te kunnen identificeren.

Een volume (een afgesloten geheel datablokken) bestaat uit een opeenvolging van blocks (datablokken) en tape marks. De blocks bevatten afzonderlijke records. Deze blocks en records kunnen een vaste of een variabele lengte aannemen. Tape marks zijn eigenlijk controle blocks die als delimiter (begrenzer) worden gebruikt. Een label heeft een vaste lengte van 80 bytes en neemt de eerste positie van een block in beslag. Er zijn verplichte en optionele labels. Van de verplichte labels kan de gebruiker of de archivaris enkel de *volume header label* invullen. De andere verplichte labels worden door de schrijfssoftware ingevuld.²⁷

²⁵ F. BOUDREZ, *Magnetische dragers voor het archief*, 2002, p. 15.

²⁶ F. BOUDREZ, *Digitaal Archiveren. Richtlijn & advies: 6. Duurzame magnetische dragers*
<http://www.antwerpen.be/david/website/teksten/Richtlijn6.pdf> (3 augustus 2005)

²⁷ F. BOUDREZ, *Standaarden*, 2004, p. 70.

Volume header label

Velden volumelabel	Aantal karakters	Inhoud
Label identifier	3	VOL
Label number	1	1
Volume identifier	6	Tape ID
Volume accessibility	1	Spatie : geen beperking. Elk ander karakter: beperking
Vrije posities	13	/
Implementation identifier	13	Software ID
Owner identifier	14	ID eigenaar/creator
Vrije posities	28	/
Label standard version	1	Standaardversienummer (1,2,3 of 4)

Deze standaard maakt een onderscheid tussen 4 niveaus van gegevensuitwisseling:

- level 1: volumeset bestaat uit 1 file, alle records zijn fixed-length, bestandsnamen zijn beperkt tot 17 karakters
- level 2: volumeset kan uit meerdere files bestaan, alle records zijn fixed-length, bestandsnamen zijn beperkt tot 17 karakters
- level 3: volumeset kan uit meerdere files bestaan, alle records zijn ofwel fixed-length ofwel variable-length, bestandsnamen tot 80 karakters mogelijk
- level 4: geen beperkingen, bestandsnamen tot 80 karakters mogelijk

Vanuit archiveringsoogpunt maakt het in principe geen verschil uit of je tapes met fixed-length blocks dan wel met variable-length blocks maakt. Wanneer variable-length blocks (level 3 en 4 van de ANSI- of ISO-standaard) echter geen meerwinst bieden, kies dan voor Fixed-length blocks (level 1 en 2 van de ANSI- of ISO-standaard).²⁸

ANSI labeled tapes zijn doorgaans ASCII encoded (labels en data).

²⁸ F. BOUDREZ, Digitaal Archiveren. Richtlijn & advies: 6. *Duurzame magnetische dragers*

4.2.3 IBM Standard Label

IBM Standard label is een de facto standaard die in de eerste plaats in IBM mainframeomgevingen wordt gebruikt. Er zijn een aantal verschillen tussen het ANSI labelformaat en het IBM standaard labelformaat.²⁹

	Ansi Label	IBM Standard Label
Owner identifier (volumelabel)	14 karakters	10 karakters
Lengte bestandsnamen	Max. 80 karakters	Max. 17 karakters
encoding	ASCII	EBCDIC
Header label 3 en 4	Optioneel	Niet beschikbaar

4.2.4 SIDF (System Independent Data Format)

SIDF is een officiële standaard voor een hard- en software onafhankelijk opslagsysteem voor computergegevens en hun primaire bestandssysteeminformatie zoals data, attributen en karakteristieken. De standaard bepaalt hoe computerdata op een medium logisch worden georganiseerd.

SIDF is hoofdzakelijk ontworpen door Novell. Deze specificatie werd eerst door de European Computer Manufacturers als standaard vastgelegd (*ECMA-208, 1994*) en in 1996 door de ISO (*ISO-14863: Information technology – System-Independent Data Format (SIDF)*) De SIDF foundation staat onder meer in voor certificatie van software die aan de standaard voldoet.³⁰

Een SIDF drager is fysiek onderverdeeld in sectoren met een gelijke lengte van 2^{n+8} bytes waarbij n een positief geheel getal is (512, 1024, 2048,...). Elke fysieke partitie komt overeen met één volume. Een volume bestaat uit een preambule (o.a. header), de dataruimte (met file sets) en een postambule. Het einde van het volume wordt aangegeven door de volume terminator.³¹

SIDF is toepasbaar op elke type drager, zowel magnetisch als optisch. In de praktijk wordt SIDF hoofdzakelijk gebruikt voor de gezamenlijke bewaring van data gegenereerd door computers met verschillende besturingssystemen of voor het maken van platformonafhankelijke backups.

Binnen het SIDF bestandssysteem worden blocks systeem- en bestandsdata door tags gedocumenteerd. In deze tags worden de attributen van de bestanden opgeslagen. Op basis van deze tags wordt het mogelijk informatie tussen SIDF compatibele systemen uit te wisselen.

²⁹ F. BOUDREZ, *Standaarden voor digitale archiefdocumenten 2001- 2004*, p. 71.

³⁰ <http://www.cs.wisc.edu/~jgast/sidf> (3 augustus 2005)

³¹ F. BOUDREZ, *Standaarden voor digitale archiefdocumenten 2001- 2004*, p. 71.

4.2 Optische dragers

Algemeen wordt aangenomen dat optische dragers duurzame dragers zijn. Archivarissen gebruiken optische dragers als medium bij uitstek voor archiefdoeleinden. Niettegenstaande hun duurzaamheid, geldt ook voor optische dragers – zoals cd's – de voorwaarde dat de gegevens op lange termijn leesbaar blijven. Men dient deze dragers op correcte wijze te benaderen. Ten eerste moet de gearcheveerde data op een platformafhankelijke manier worden opgeslagen en ten tweede moet men ervoor zorgen dat de drager van goede kwaliteit is en blijft.³²

Afhankelijk van de producent garandeert men een levensduur tot zelfs 200 jaar voor cd's. Binnen de archiefwereld houdt men aan een consensus van 10 jaar. Op lange termijn wordt de levensduur van gearcheveerde optische dragers steeds minder relevant. Snelle technologische veroudering veronderstelt, zoals reeds gezegd, dat het zeer onwaarschijnlijk is dat we in de toekomst hetzelfde medium zullen blijven gebruiken laat staan dat we de nodige afleesapparatuur tot onze beschikking hebben om de gearcheveerde documenten te raadplegen. Het archiveren van data op bestaande optische dragers is dus zeker geen eindpunt.

Het voordeel van een optische drager is dat het afspelen minder slijtage dan bij magnetische dragers impliceert. In tegenstelling tot magnetische dragers wordt de data niet rechtstreeks van het oppervlak afgelezen via een leeskop maar door een laseroog. Data wordt op een optische drager geplaatst in de vorm van *pits* en *lands*. Wanneer de straal over een overgang tussen een pit en een land passeert, dan veroorzaakt dit een variatie in de intensiteit van de gereflecteerde straal. Deze variaties interpreteert de afleesapparatuur als binaire waarden.³³

Tenslotte worden we ook nu weer geconfronteerd met een ruime waaier aan types en soorten die niet altijd compatibel zijn. De voornaamste zijn de Compact Disc (cd) en de Digital Versatile Disk (dvd). Zelf komen deze twee types ook nog eens voor in een verschillende verschijningsvormen en standaarden. In dit overzicht laten we dvd buiten beschouwing. Het gebrek aan een eenduidig standaardformaat betekent dat dit voorlopig nog geen geschikt archiveringsformaat is.

³² BOUDREZ F., *CD's voor het archief*, Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2001
<http://www.antwerpen.be/david/website/teksten/DAVIDbijdragen/archiefcd.pdf> (3 augustus 2005)

³³ BOUDREZ F., *CD's voor het archief*, 2001, p. 2.

4.2.1 Compact Disc

Dit is zowat de meest gangbare verschijningsvorm van optische dragers. De Compact Disc of cd werd in 1979 ontwikkeld door Sony en Philips waarna ze stormenderhand de markt veroverde als geluidsdrager. Tegenwoordig kunnen we vier soorten cd's onderscheiden: de *audio-cd*, de *cd-rom*, de *cd-recordable (cd-r)*, de *cd-rewritable (cd-rw)*. Cd-rom's bevatten enkel computerbestanden waaronder binaire bestanden met geluid (gecodeerd als MPEG-2, MP3, WAV, etc.). cd-r en cd-rw kunnen zowel audiotracks, computerbestanden als beide tegelijk bevatten (mixed mode).

Naar archiveringsdoeleinden toe wordt hoofdzakelijk cd-r gebruikt. Elke sector op een cd-r kan slechts één keer beschreven worden. Daarom noemt men deze ook wel een WORM schijf (Write Once, Read Many). Digitale gegevens op een dergelijke schijf kan men niet meer wijzigen of wissen. Het is wel mogelijk om tijdens meerdere sessies gegevens aan de schijf toevoegen aan een WORM schijf zolang er nog vrije, onbeschreven sectoren zijn. Aan dergelijke multisessie cd's zijn echter nadelen verbonden onder andere naar compatibiliteit, opslagcapaciteit en schrijffouten toe. Hoewel audiotracks en computerbestanden samen op één cd kunnen worden geplaatst is het beter om deze op afzonderlijke cd's te bewaren. Courante cd-r's bieden een opslagcapaciteit van 700Mb of 80 minuten audio aan.

Men kan op twee manieren gegevens naar een cd-r schrijven. Bij *disc-at-once* wordt de cd in één keer geschreven waarna ze wordt afgesloten voor verder schrijfacties. Eerst de inhoudstafel, dan de tracks of bestanden. De laserstraal stopt pas wanneer de cd af is. Bij *track-at-once* schrijft de cd per track afzonderlijk een *lead-in* en een *lead-out*. De laserstraal wordt daarbij steeds af en aan gezet. Hierdoor kunnen fouten ontstaan. Het is duidelijk dat de instelling *disc-at-once* bij het schrijven van een cd de voorkeur geniet.

Om het inlezen van cd's op verschillende platformen en configuraties mogelijk te maken moeten deze op een gestandaardiseerde wijze worden beschreven en ingedeeld. We maken ook hier het onderscheid tussen fysieke standaarden en logische standaarden of bestand-systeemstandaarden. Rond fysieke standaarden valt op te merken dat daarmee níet de verschillende soorten cd's bedoeld wordt, maar wel de standaarden die de structuur, de ordening en het gebruik van bytes op de cd bepalen.³⁴

Voor meer diepgaande informatie verwijzen we naar de bevindingen van het DAVID project in *cd's voor het archief*.³⁵

³⁴ F. BOUDREZ, *Standaarden*, 2004, p. 72.

³⁵ F. BOUDREZ, *CD's voor het archief*, stadsarchief Antwerpen, Antwerpen, 2001.

<http://www.antwerpen.be/david/website/teksten/DAVIDbijdragen/archiefcd.pdf> (3 augustus 2005)

Fysieke standaarden

De fysieke standaarden bepalen de structuur en het gebruik van de bytes binnen de sectoren op de data laag van de cd. Ze bepalen dus hoe data fysiek op een cd wordt opgeslagen. Deze standaarden zijn ook wel bekend als de *rainbow books*. Dit zijn niet zozeer aparte standaarden als wel uitbreidingen van de oorspronkelijke zgn. 'Red Book' (IEC-908) standaard. Ook hier moeten we het onderscheid maken tussen officiële en de facto standaarden.

Red Book	Audio cd	Officiële standaard
Yellow Book	cd-rom, cd-rom xa	Officiële standaard
Orange Book	cd-r, cd-rw	Officiële standaard

Gelukkig hoeft de archivaris nauwelijks aandacht te schenken aan deze fysieke standaarden. De archiefcd's bevatten doorgaans louter audiotracks of computerbestanden zodat de officiële standaarden IEC-908 en ISO-10149 volstaan. Bij de creatie van audiocd's wordt IEC-908 zelfs quasi automatisch toegepast. De meeste schrijfprogramma's schrijven data echter automatisch in het cd-rom xa formaat weg. Dit is een bedrijfseigen uitbreiding van de ISO-10149 standaard. Daarom moet de digitaliseerder opletten dat de bij het schrijven van een gegevenscd de optie *Mode 1: CD-ROM* gebruikt wordt door de schrijfapplicatie.³⁶

³⁶ F. BOUDREZ, Digitaal Archiveren. Richtlijn & advies: 2. *Duurzame CD's*.
<http://www.antwerpen.be/david/website/teksten/Richtlijn2.pdf> (3 augustus 2005)

a. Officiële standaarden

a.1 AudioCD's: IEC-908

Wat	Audiocd's worden quasi automatisch conform de IEC-908 standaard geschreven. Daardoor zijn ze perfect uitwisselbaar en platformonafhankelijk.
Standaard	IEC-908 'Red Book' standaard
Structuur	<p>Een audiocd wordt in één sessie (disc-at-once) geschreven en bestaat uit 3 delen: de lead-in, de audiotracks en de lead-out.</p> <p>Een audiocd kan maximaal 99 tracks of 74 minuten geluid bevatten. Tegenwoordig kan een audiocd ook 80 minuten bevatten.</p> <p>De 'Red Book' standaard voorziet geen velden voor beschrijvende metadata op de audiocd zelf. Hiervoor wordt de uitbreiding op de standaard 'cd-text' gebruikt. Deze laat alsnog toe informatie zoals albumtitels, namen van uitvoerders en tracktitels op de audiocd's zelf te bewaren. Deze informatie wordt ofwel in de lead-in ofwel in het programmagebied van de audiocd geschreven.</p> <p>Archiefinstellingen kunnen probleemloos zelf audiocd's met cd-text schrijven aangezien het toevoegen van cd-text geen invloed op de platformonafhankelijkheid van de standaard heeft. Dankzij cd-text wordt etikettering op de cd zelf vermeden.</p>
Foutopsporing	De foutopsporing- en verbeteringscode die op audiocd's wordt toegepast noemt CIRC (<i>Cross Interleaved Reed-Solomon Code</i>) deze wordt op hardwareniveau toegepast.
Referentie	F. BOUDREZ, <i>Standaarden voor digitale archiefdocumenten.</i> , Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2003, p. 73.

a.2 Gegevenscd: ISO-10149

Wat	Deze standaard is een uitbreiding op het 'Red Book'
Standaard	<i>ISO/IEC 10149(1995) Information technology – Data interchange on read-only 120mm optical data disks (CD-ROM)</i> 'Yellow Book'
Structuur	Cfr. Red Book (IEC-908)
Foutopsporing	Yellow book biedt twee verschillende modes aan: <ul style="list-style-type: none">- Mode 1: Eerst toepassen van CIRC foutcorrectie. Daarna toepassen van EDC/ECC (<i>Error Description Code/Error Correction Code</i>). Het toepassen van een tweede correctielaag is nodig omdat één incorrecte bit op een CD-ROM een computer kan laten crashen. Een incorrecte sector op een audiocd wordt overgeslagen en de luisteraar zal het verschil nauwelijks horen. De precisiefactor van gegevens op een cd-rom moet dan ook zo'n 1000 maal groter zijn dan van een audiocd.- Mode 2: het gebruik van mode 1 heeft als nadeel dat een cd minder opslagcapaciteit heeft in vergelijking met een audiocd. Daarom werd mode 2 ontwikkeld. In de praktijk wordt deze nooit gebruikt ten voordele van cd-rom xa (eXtended Architecture)
Referentie	F. BOUDREZ, <i>Standaarden voor digitale archiefdocumenten.</i> , Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2003, p. 73.

b. De facto standaarden

b.1 cd-rom xa

Wat

Dit is een uitbreiding van 'yellow book' door Sony, Philips en Microsoft ter vervanging van ISO-10149 Mode 2. CD-ROM XA is speciaal ontwikkeld voor multimedia cd's.

Standaard

CD-ROM XA is een de facto standaard gebaseerd op Yellow Book

Structuur

Cfr. Yellow Book

cd-rom xa maakt gebruik van comprimering voor de opslag van data en bewaart bestanden op een vervlochten (inter-leaved) manier.

cd-rom xa laat multisessies toe

cd-rom xa wordt best enkel gebruikt voor multimediacd's.

Foutopsporing

Bij het toepassen van cd-rom xa wordt in veel gevallen minder informatie omtrent foutopsporing en –verbetering aangebracht dan bij ISO-10149 Mode 1. Het gebruik van cd-rom xa wordt dan ook afgeraden. Beter is het om in Mode 1 te schrijven.

Referentie

F. BOUDREZ, *Standaarden voor digitale archiefdocumenten.*, Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2003, p. 74.

Logische standaarden

In tegenstelling tot de fysieke standaarden dient de digitale archivaris meer oog te hebben voor de logische standaarden. Deze hebben betrekking op bestandssystemen. Een bestandssysteem geeft structuur aan de data op een hoger niveau. Een bestandssysteem maakt het mogelijk dat applicaties en besturingssystemen toegang krijgen tot de gegevens. In tegenstelling tot magnetische dragers kunnen cd's een eigen besturingsonafhankelijk bestandssysteem gebruiken. (CDFS: Compact Disc File System) Dergelijke bestandssystemen bepalen *de mappenstructuur*, de *map- en bestandsnamen* en de *volume descriptors* (de naam toegekend aan de cd) Een configuratie die een cd wil inlezen moet het bestandssysteem ondersteunen.

De officiële standaard die door élk besturingssysteem of elke applicatie geïmplementeerd wordt is ISO-9660. Op deze standaard bestaan een aantal uitbreidingen door softwarefabrikanten. De bekendste zijn *Rock Ridge* (UNIX) en *Joliet* (Microsoft) Deze laten o.a. langere bestandsnamen toe. Hoewel ze uitbreidingen zijn op de officiële standaard en tot op zekere hoogte compatibel zijn, is het niet aan te raden om deze toe te passen aangezien ze niet passen in onze doelstelling om technologische onafhankelijk te archiveren.

Hieronder geven we een kort overzicht van de belangrijkste logische formaten.³⁷

³⁷ F. BOUDREZ, *cd's voor het archief*, 2001, p. 5.

a. Officiële standaarden

a.1. ISO 9660

Naam	ISO-9660
Wat	<p>Dit is een officiële standaard: <i>ISO-9660(1988) Information processing – Volume and file structure of CD-ROM for information interchange</i></p> <p>Belangrijk voor de mappenstructuur, de map- en bestandsnamen en de volume descriptor op de CD</p>

Structuur

ISO-9660 onderscheidt drie niveaus voor de uitwisseling van cd's. Het laagste niveau kent de meeste beperkingen. De hogere niveaus kennen minder beperkingen maar worden niet ondersteund door computers met MS-DOS als besturingssysteem.

- Level 1:
 - Mappenstructuur: max. 8 niveaus diep
 - Mapnaam: max 31 karakters, extensies niet toegelaten, hoofdletters
 - Pathlengte: max. 255 karakters (8 niveaus x 31 karakters)
 - Volumenaam: 11 alfanumerieke karakters, hoofdletters.
 - Bestandsnaam: maximum 8 karakters, 3 karakters voor de extensie. Bestandsnaam en extensie gescheiden door een punt. Hoofdletters.
Toegestaan: A-Z, 0-9, punt en underscore (_).
Niet toegestaan: !'%'&'()*+-./:;<=>?., en de spatie
- Level 2:
 - Langere map- en bestandsnamen: tot 32 karakters.
 - Gebruik van hoofdletters en kleine letters plus punt en underscore toegelaten.
 - Zelfde ordening als level 1
- Level 3: Hanteert dezelfde map- en bestandsnamen als in level 2. Het verschil is echter dat de bestanden in level 3 interleaved worden opgeslagen. De bestanden worden in blokken data verdeeld die niet noodzakelijk in een correcte volgorde moeten worden opgeslagen op de cd.

Referentie

F. BOUDREZ, *Standaarden voor digitale archiefdocumenten.*, Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2003, p. 74.

b. De facto standaarden

Rock Ridge

Naam	Rock Ridge
Wat	Dit is de benaming voor het cd bestandssysteem op UNIX gebaseerde besturingssystemen.
Structuur	<p>Deze de facto standaard laat langere bestandsnamen toe en de mappenstructuur kan dieper zijn dan 8 niveaus. Andere uitbreidingen maken het mogelijk <i>gebruikersrechten</i> en <i>tijdstippen</i> voor een bestand bij te houden. Rock Ridge laat ook het toepassen van <i>symbolic links</i> toe.</p> <p>Het gebruik van Rock Ridge is niet aangewezen aangezien er geen compatibiliteit is naar andere besturingsplatformen toe.</p>
Referentie	<p>TANENBAUM A.S., <i>Modern Operating Systems</i>, New Jersey, 2001, p. 430 – 435.</p> <p>F. BOUDREZ, <i>Standaarden voor digitale archiefdocumenten.</i>, Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2003, p. 75.</p>

Joliet

Naam	Joliet
Wat	Ook voor windows bestaat er een uitbreiding op ISO 9660 genaamd <i>Joliet</i> . Deze wordt door quasi alle applicaties onder windows ondersteund.
Structuur	Naast de <i>primary volume descriptor</i> van ISO 9660 laat Joliet ook een <i>supplementary volume descriptor</i> toe. Andere uitbreidingen zijn: bestandsnamen tot 64 karakters, UNICODE codetabel voor map- en bestandsnamen, extensies voor mapnamen en geen beperking in de diepte van de mappenstructuur.

Net zoals Rock Ridge is het gebruik van Joliet niet aangewezen wegens geen compatibiliteit met andere besturingsplatformen.

Referentie

F. BOUDREZ, *Standaarden voor digitale archiefdocumenten.*, Antwerpen, stadsarchief Antwerpen, 2003, p. 75 - 76.
<http://bmrc.berkeley.edu/people/chaffee/jolspec.html> (3 augustus 2005)