

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FILOZOFSKI FAKULTET  
ODSJEK ZA INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE  
ZNANOSTI  
Akademska godina 2015./2016.

Astrid Plišo  
**DIGITALIZACIJA AUDIOVIZUALNOGA GRADIVA U  
RADIOTELEVIZIJSKIM ARHIVIMA**  
Diplomski rad

Mentor: izv. prof. dr. sc. Hrvoje Stančić

Zagreb, studeni 2016.

## SADRŽAJ

<b>1.</b>	<b>Uvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Audiovizualni dokumenti.....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>Digitalizacija.....</b>	<b>5</b>
3.1.	Analiza postojećeg gradiva .....	6
3.2.	Odabir gradiva.....	7
3.3.	Digitalizacija .....	9
3.3.1.	Digitalizacija slikovnog gradiva .....	9
3.3.1.1.	Karakteristike digitalne slike .....	10
3.3.1.2.	Obrada digitalne slike.....	11
3.3.2.	Digitalizacija zvučnog gradiva .....	12
3.3.2.1.	Uredaji za digitalizaciju.....	12
3.3.2.2.	Karakteristike digitalnog zvuka .....	14
3.3.2.3.	Obrada digitalnog zvuka.....	15
3.3.2.4.	Formati za pohranu i prijenos .....	18
3.3.3.	Digitalizacija filma i videa .....	19
3.3.3.1.	Uredaji za digitalizaciju.....	20
3.3.3.2.	Karakteristike digitalnog videa .....	21
3.3.3.3.	Obrada digitalnog videa .....	25
3.3.3.4.	Formati za pohranu i prijenos .....	31
3.4.	Pohrana .....	33
3.4.1.	Mediji za pohranu .....	33
3.4.1.1.	Magnetski disk .....	33
3.4.1.2.	Optički disk.....	35
3.4.1.3.	Magnetske trake .....	39
3.4.2.	Sustavi za pohranu i prijenos.....	41
3.4.3.	Metapodaci .....	45
3.4.4.	Pohrana arhivskih paketa .....	49
<b>4.</b>	<b>Audiovizualni arhivi.....</b>	<b>52</b>
4.1.	Radiotelevizijski arhivi .....	53
4.1.1.	BBC ( <i>British Broadcasting Corporation</i> ).....	54
4.1.1.1.	Očuvanje gradiva na D3 videokasetama.....	55
4.1.2.	RAI ( <i>Radiotelevisione italiana</i> ).....	58
4.1.2.1.	Digitalizacija Betacam SP videokaseta .....	59
4.2.	Hibridni arhivi .....	62
4.2.1.	INA ( <i>Institut National de l'Audiovisuel</i> ) .....	63
4.2.1.1.	Digitalizacija zvučnog gradiva .....	64
4.2.2.	B&G ( <i>Beeld en Geluid</i> ).....	66
4.2.2.1.	Digitalizacija filmskog gradiva .....	67
<b>5.</b>	<b>Zaključak.....</b>	<b>71</b>
<b>6.</b>	<b>Popis tablica .....</b>	<b>73</b>
<b>7.</b>	<b>Popis literature .....</b>	<b>74</b>

## **1. Uvod**

Audiovizualna djelatnost neosporno predstavlja jednu od najznačajnijih ljudskih aktivnosti modernog doba. Od njezine pojave tijekom 19. stoljeća pa sve do danas audiovizualno gradivo nametnulo se ne samo kao dominantan oblik zabave, već kao jedan od najvažnijih oblika ljudske komunikacije i kulture. Njegova sposobnost trajnog bilježenja raznih načina života, tradicija, kultura i običaja učinila ga je neprocjenjivim sredstvom očuvanja kulturnog nasljeđa cijele ljudske civilizacije. No njegova ovisnost o krhkoj tehnologiji koja se neprestano mijenja svrstava ga među najugroženije oblike gradiva.

U kontekstu proučavanja audiovizualnih zapisa i problematike njihovog dugoročnog očuvanja prirodno se ističe primjer radiotelevizijskih arhiva. Budući da je njihova sama svrha postojanja vezana uz AV gradivo, ovi arhivi prvi su osjetili posljedice tehnološkog zastarijevanja i fizičkog propadanja analognih nosača. Kao pokušaj rješavanja ovog problema ustalila se praksa migriranja zapisa na novije nosače, prvo analogne, a zatim i digitalne. Iako je od početka bilo jasno kako takav pristup nije učinkovit te samo odgađa prvotni problem, tehnološka ograničenja dugo vremena nisu pružala nikakvu alternativu. Međutim, situacija je danas drastično drugačija. Brojni napretci, prvenstveno u području kapaciteta pohrane i brzine prijenosa podataka, učinili su digitalizaciju velike količine gradiva realnom opcijom. U skladu s novim mogućnostima, brojni radiotelevizijski arhivi odlučili su digitalizirati svoje gradivo. No treba biti objektivan i napomenuti kako ovi arhivi nisu bili primarno motivirani potrebom očuvanja nacionalne AV baštine već isključivo pragmatičnim razlozima. Naime, određene procjene govore kako preko 60% radijskih i televizijskih programa koristi arhivske materijale što znači da mogućnost pronalaženja i brzog pristupa takvom gradivu predstavlja osnovni poslovni zahtjev radiotelevizijskih arhiva. U konačnici, ovakve potrebe natjerale su arhive da razviju brze i učinkovite metode digitalizacije i pohrane AV zapisa.

Osnovni cilj ovog rada je pružiti kratak pregled osnovnih načela i metoda digitalizacije AV gradiva s naglaskom na različitim oblicima komprimiranja i kodiranja te digitalnim formatima za pohranu i prijenos koji se koriste u RTV arhivima. Rad je ugrubo podijeljen na dva dijela. Prvi predstavlja definiciju audiovizualnih dokumenata kao i osnovna načela generičkog postupka digitalizacije uključujući procese odabira gradiva, same digitalizacije te pohrane digitalnog gradiva i metapodataka. Ovdje su također prikazane glavne karakteristike zvučnog i video gradiva kao i neki primjeri najčešće korištenih formata i uređaja za pohranu zapisa. Drugi dio sadrži konkretne primjere projekata digitalizacije različitih vrsta gradiva u

nekim od najvećih europskih arhiva. Točnije, odabrani arhivi su britanski BBC, talijanski RAI, francuska INA te nizozemski B&G. Bitno je napomenuti kako prikazani projekti nisu nasumično odabrani već se radi o primjerima digitalizacije unutar iznimno cijenjenih institucija koje posjeduju ogromno iskustvo u ovome području. Štoviše, navedeni arhivi su začetnici brojnih europskih projekata suradnje u kojima je njihovo dugogodišnje iskustvo poslužilo kao temelj za uspostavljane određenih standarda u procesima digitalizacije i dugoročnog očuvanja audiovizualnog gradiva.

## 2. Audiovizualni dokumenti

Za početak nužno je specificirati što točno podrazumijeva pojam audiovizualnih dokumenata. Kao što je često slučaj sa stvarima koje razumijemo na intuitivnoj razini i ovdje nastaju određeni problemi kada je potrebno formirati jednu sveobuhvatnu definiciju. Za potrebe ovog rada moguće je referirati se na Zakon o audiovizualnim djelatnostima Republike Hrvatske koji audiovizualno djelo definira kao „igrani i dokumentarni film, animirani film, alternativni film, eksperimentalni film te sva druga audiovizualna djela, koja su umjetnički i/ili autorski izraz bez obzira na tehnologiju kojom su nastala, podlogu na kojoj su fiksirana te način na koji se prikazuju.“<sup>1</sup> Budući da je ovakva definicija ipak nedostatna, za potrebe ovoga rada preuzete su definicije UNESCO-a kao jednog od glavnih autoriteta navedenog područja. Njihova predložena profesionalna definicija audiovizualnih dokumenata navodi kako su to radovi koji sadrže slike i/ili zvukove koji se reproduciraju te se nalaze na nekom nosaču, a za čije je snimanje, prijenos, percepciju i razumijevanje najčešće potreban tehnološki uređaj. Također se navodi kako njihov vizualni i/ili zvučni sadržaj ima linearo trajanje te je njihova osnovna svrha komunikacija tog sadržaja, a ne upotreba tehnologije u druge namjene.<sup>2</sup> Ovakva definicija iziskuje nekoliko dodatnih napomena. Ona prije svega uključuje konvencionalne zvučne i slikovne zapise, pokretne slike kao i emitirane programe i to u svim formatima, ali isto tako striktno isključuje tekstualne materijale bez obzira na korišteni medij. Ona se stoga ne odnosi na pojam audiovizualnih medija koji bi uz radio i televizijske programe uključivao i novine. Uz ovakvo gradivo postoji i cijeli spektar radova i materijala koji ne moraju nužno zadovoljavati navedenu definiciju, ali mogu spadati pod područje rada i interesa audiovizualnih arhiva. To su prije svega fotografije te razni multimedijski sadržaji poput video igara ili web stranica.

I na kraju, iako to nije tema ovoga rada, potrebno je napomenuti kako su audiovizualni dokumenti samo jedan dio puno širega koncepta znanog kao audiovizualna baština. Uz prethodno spomenuto audiovizualno gradivo ona sadrži i razne objekte, materijale te radove koji se odnose na takvo gradivo s tehničkog, povijesnog, kulturnog ili nekog drugog stajališta.

---

<sup>1</sup> Zakon o audiovizualnim djelatnostima. Narodne novine, 2007.

URL: <http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/298833.html> (20.7.2016.)

<sup>2</sup> Edmondson, R. Audiovisual archiving: Philosophy and Principles. UNESCO, Pariz, travanj 2004. Str. 23.

URL: [http://www.fiafnet.org/images/tinyUpload/E-Resources/Official-Documents/Philosophy-of-Audiovisual-Archiving\\_UNESCO.pdf](http://www.fiafnet.org/images/tinyUpload/E-Resources/Official-Documents/Philosophy-of-Audiovisual-Archiving_UNESCO.pdf) (20.7.2016.)

To mogu biti različite stvari poput scenarija, plakata, promotivnih materijala, rukopisa ili pak tehničke opreme te kostima.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Ibid., str. 21.

### 3. Digitalizacija

Projekti digitalizacije audiovizualnog gradiva iznimno su složeni poduhvati. Oni su vremenski, tehnološki i naravno finansijski iznimno zahtjevni. No u današnjem globaliziranom informacijskom društvu, za brojne arhive, muzeje ili knjižnice oni ne predstavljaju samo dodatnu opciju unapređenja poslovanja već i poslovni imperativ. U današnjim prilikama sve većih informacijskih zahtjeva korisnika, za institucije koje žele zadržati, ili pak izgraditi, svoj položaj u društvu ili na tržištu digitalizacija je postala neophodna. Naravno, ona nikada nije sama sebi svrha nego je samo jedan dio puno širega pojma očuvanja audiovizualnoga gradiva. Točnije očuvanja informacijskog sadržaja samog dokumenta kao i očuvanja fizičkog medija na kojem se on nalazi. No kako naglašava Paul Conway, digitalizacija isto tako nije samo još jedna opcija mijenjanja formata u procesu očuvanja gradiva. Štoviše, ona predstavlja samu transformaciju koncepta formata te kroz mogućnosti indeksiranja, kompresije i komunikacije suštinski mijenja koncept očuvanja u digitalnom svijetu.<sup>4</sup>

Digitalizacija audiovizualnog gradiva kao i svake druge vrste gradiva provodi se iz četiri primarna razloga. Prvi je digitalizacija radi zaštite izvornika. Osnovni aspekt ovog pristupa je očuvanje izvornika kroz njegovo smanjeno korištenje ili kroz postojanje elektroničke verzije kao sigurnosne kopije u slučaju oštećenja izvornika. Drugi pristup je digitalizacija radi povećanja dostupnosti. Glavna motivacija ovakvog pristupa je omogućavanje većem broju korisnika istovremeno korištenje gradiva. Treći pristup je digitalizacija radi stvaranja nove ponude i usluga korisnicima. Ovaj aspekt prethodno je spomenut kroz razmišljanja Paula Conwaya, odnosno ono što on naziva nadilaženje originala. Osnovna poanta ovakve digitalizacije je stvaranje novih proizvoda i mogućnosti koje nisu dostupne kod originala poput korištenja i razmjene metapodataka, virtualnih spajanja sadržaja ili pak izrada virtualnih zbirk. I zadnji, relativno noviji trend, je digitalizacija na zahtjev. Kako naglašava Stančić, ovakva digitalizacija ne bi smjela biti najvažniji pristup jer ne osigurava osmišljenu izgradnju cjelovitih zbirk.<sup>5</sup> Kao što je prethodno spomenuto, projekti digitalizacije poprilično su zahtjevni. Za potrebe ovoga rada u narednim poglavljima kratko će

---

<sup>4</sup> Conway, P. Rationale for Digitization and Preservation, u: *Handbook for Digital Projects: A Management Tool for Preservation and Access*, uredila Sitts, M. K. Northeast Document Conservation Center Andover, Massachusetts, 2000. Str. 25. URL: <https://www.nedcc.org/assets/media/documents/dman.pdf> (20.7.2016.)

<sup>5</sup> Stančić, H. Digitalizacija. Zavod za informacijske studije Odsjeka za informacijske znanosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009. Str. 10 i 11.

biti prikazani neki osnovni koraci u generičkom postupku digitalizacije audiovizualnog gradiva.

### 3.1. Analiza postojećeg gradiva

Prema projektu PrestoSpace<sup>6</sup> kao prvi korak navodi se kartografija. Pod time se podrazumijeva izrada jedne vrste karte koja će sadržavati informacije o postojećem audiovizualnom gradivu unutar arhiva ili neke druge institucije. Posebno se naglašava kako takva karta nije katalog jer se ona ne bavi svakim pojedinim fizičkim objektom već specifičnim vrstama kategorija gradiva. Imajući to na umu, prvi korak u analizi je određivanje principa po kojemu će se formirati takve kategorije. Budući da je jedan od glavnih motiva digitalizacije dugoročno očuvanje gradiva, kao glavna karakteristika kategorija preporučuju se različiti zahtjevi s aspekta očuvanja. Najočitiji primjer su fizički mediji na kojima se gradivo nalazi, odnosno različita tehnologija koja je potrebna za njihovu reprodukciju. Druga karakteristika je starost svakog pojedinog medija. Nakon toga potrebno je razmotriti uvjete u kojima je gradivo skladišteno te na temelju toga koncipirati dvije osnovne kategorije, jednu za gradivo koje se nalazilo u kontroliranim uvjetima te drugu za gradivo koje nije. I na kraju potrebno je podijeliti gradivo u odnosu na sadržaj. Tu naravno postoji više prethodno definiranih tipova kao što su fikcija, drama, dokumentarni film i brojni drugi.<sup>7</sup>

Nakon što su zbirke podijeljene prema kategorijama sljedeći korak zahtjeva njihovu procjenu. Ovdje je potrebno provesti nekoliko aktivnosti. Prva je naravno dijeljenje cijelih zbirki prema tipovima fizičkih medija na kojima se nalaze. Nakon toga potrebno je izbrojati svaku pojedinu stavku unutar svake kategorije medija što se najčešće radi jednostavnim brojanjem polica na kojima se nalaze. Prilikom brojanja polica moguće je i procijeniti starost svake pojedinog tipa medija, ali ne i svakog pojedinačno. I zadnja aktivnost koja se također provodi prilikom brojanja polica je procjena povijesti pohrane. Kao i u prethodnom koraku ovo podrazumijeva opću procjenu klimatskih i drugih relevantnih uvjeta u kojima je gradivo skladišteno. Sve ove aktivnosti počivaju na pretpostavci da je gradivo već sortirano na

---

<sup>6</sup> PrestoSpace je bio projekt usmjeren na istraživanje i razvoj tehničkih rješenja i integriranih sustava za digitalno očuvanje AV gradiva. Iako je promovirao masovni pristup digitalizaciji, bio je usmjeren na sve vrste AV arhiva te se bavio različitim područjima kao što su očuvanje, restauracija, pohrana i upravljanje, dostava i pristup te opis digitalnog gradiva. Projekt je financirala Europska unija u periodu od 2004. do 2008. Izvor: Teruggi, D. Presto – PrestoSpace – PrestoPRIME, u: *Preservation of Audiovisual Collections: Moving Images*. IFLA, br.47, svibanj 2009. Str. 9. URL: [http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN\\_47\\_web.pdf](http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN_47_web.pdf) (20.7.2016.)

<sup>7</sup> Wright, R. Preservation Guide – Getting Started. PrestoSpace, svibanj 2006.

URL: <http://www.preservationguide.co.uk/RDWiki/pmwiki.php?n>Main.GettingStarted> (20.7.2016.)

policama prema tipu formata, starosti i povijesti čuvanja. Ako ovo nije slučaj onda je potrebno potražiti potrebne informacije iz drugih izvora, najčešće iz samog kataloga.<sup>8</sup>

Sada slijedi procjena samog sadržaja, bilo prema žanru ili nekoj drugoj kategoriji koja je u relaciji sa sadržajem. Još jednom, ove procjene je najčešće moguće obaviti koristeći se informacijama iz kataloga. I u konačnici, iznimno je bitno procijeniti, odnosno testirati, fizičko stanje nosača na kojemu se gradivo nalazi. Ono se u pravilu provodi na nasumičnim primjercima zato što bi testiranje svakog pojedinog medija bilo vremenski i finansijski prezahtjevno, a možda i neizvedivo. Testiranje se provodi u dva koraka. U prvome se ispituje može li se reproducirati gradivo s pojedinog nosača te ukoliko to nije moguće, koliko je sati potrebno uložiti u postupke poput čišćenja ili isprobavanja druge opreme kako bi se gradivo ospособilo za reprodukciju. Pod drugim korakom potrebno je procijeniti opće stanje i životni vijek medija. Tako je recimo za određenu vrstu nosača moguće provesti jednostavan test provjere razine octene kiseline te tako predvidjeti životni vijek medija.<sup>9</sup>

Rezultat ovih postupaka je novi opis zbirkki koji se u velikoj mjeri oslanja na podatke o fizičkom stanju te se temelji na malom broju kategorija, a ne na pojedinim stavkama. U konačnici on omogućuje donošenje odluke o tome kako nastaviti s postupkom digitalizacije audiovizualnog gradiva.<sup>10</sup>

### 3.2. Odabir gradiva

Nakon izvršene analize postojećeg gradiva slijedi postupak samog odabira gradiva koje će biti digitalizirano. Cijeli proces odvija se prema striktno utvrđenim kriterijima te se, isto kao i kod bilo kojeg drugog gradiva, u obzir uzimaju faktori poput vrijednosti gradiva koje se digitalizira, fizičko stanje nosača, korisnička potražnja, pravne restrikcije i tako dalje. Zbog opsežnosti cijelog postupka praksa nalaže formiranje posebnog povjerenstva za odabir. Budući da je gradivo potrebno sagledati iz brojnih aspekata, ovakva povjerenstva sačinjavaju stručnjaci iz različitih područja. To mogu biti stručnjaci iz disciplina koje su tematski vezane uz gradivo koje se digitalizira, edukacijski stručnjaci, stručnjaci za digitalizaciju, knjižničari, arhivisti i muzeolozi, istraživači koji imaju iskustva u radu s mrežnim izvorima, eksperti za

---

<sup>8</sup> Ibid.

<sup>9</sup> Ibid.

<sup>10</sup> Ibid.

očuvanje i konzervaciju te pravnici.<sup>11</sup> Vogt-O'Connor dijeli proces odabira u tri glavna koraka. To su predlaganje gradiva, proces evaluacije gradiva i na kraju utvrđivanje prioriteta prilikom digitalizacije.

Predlaganje gradiva je proces u kojem povjerenstvo utvrđuje postoje li prema njihovom mišljenju razlozi za digitalizaciju određenog gradiva te koji su to razlozi. Prilikom ovog procesa postoji nekoliko kriterija, odnosno pitanja kojima se povjerenstvo mora voditi. Prvo pitanje je koliko je gradivo dobro dokumentirano na pojedinačnoj razini u pouzdanim i potpunim indeksima i drugim obavijesnim pomagalima te gdje se gradivo nalazi. Zatim je potrebno odgovoriti na pitanja poput koliko je gradiva u dobrom stanju, koji su materijali lako dostupni istraživačima zbog svoje veličine, formata ili tehničkih uvjeta gledanja, koliki postotak gradiva za digitalizaciju ima autorska prava ili licence, koliki postotak gradiva nema nikakve restrikcije za korištenje, koje gradivo se najčešće koristi i kako te koje od razmatranog gradiva se može smatrati jedinstvenim.<sup>12</sup> Nakon razmatranja navedenih pitanja povjerenstvo raspravlja o svim prijedlozima, uključujući i gradivo koje je odbijeno za digitalizaciju.

Prilikom sljedećeg koraka evaluacije gradiva povjerenstvo uspoređuje liste gradiva koje je predloženo za digitalizaciju te liste gradiva koje je odbijeno. Posebna pozornost pridaje se gradivu koje se nalazi na obje liste. Također, moguće su i situacije u kojima gradivo predloženo za digitalizaciju trenutačno ne ispunjava sve potrebne kriterije. Takvo gradivo stavlja se na zasebne liste koje se razmatraju jednom kada se ispune svi navedeni uvjeti. Završetkom ove faze gradivo za digitalizaciju je službeno odabrano i procijenjeno.<sup>13</sup>

Završni aspekt procesa odabira gradiva za digitalizaciju je utvrđivanje prioriteta, odnosno samog redoslijeda kojim će odabrano gradivo biti digitalizirano. Unutar ovog procesa postoje tri glavna aspekta. Prvi je vrijednost predloženog gradiva. Naravno vrijednost nije jednoznačan pojam pa tako gradivo može posjedovati informacijsku, administrativnu, artefaktnu, pridruženu ili pak novčanu vrijednost. Nijedan tip vrijednosti nije načelno bolji te je stoga potrebno podjednako razmotriti svaku opciju. Kako bi postupak utvrđivanja vrijednosti bio što kvalitetniji svakom tipu moguće je odrediti tri stupnja, visoku, srednju i nisku. Drugi aspekt je rizik. On se ovdje primarno promatra s arhivističkog stajališta jer su

<sup>11</sup> Vogt-O'Connor, D. Selection of Materials for Scanning, u: *Handbook for Digital Projects: A Management Tool for Preservation and Access*, uredila Sitts, M. K. Northeast Document Conversion Center, Andover, Massachusetts, 2000. Str. 49. URL:<https://www.nedcc.org/assets/media/documents/dman.pdf> (20.7.2016.)

<sup>12</sup> Ibid., str. 51.

<sup>13</sup> Ibid., str. 52.

pravne i sociološke implikacije razmotrene prilikom postupka predlaganja gradiva. Ovdje također postoje tri stupnja određivanja rizika. Visoki rizik primarno se odnosi na gradivo koje je kemijski nestabilno što može dovesti do njegovog uništenja, kontaminacije gradiva koje se nalazi u njegovoj blizini ili pak može predstavljati zdravstveni rizik za ljudе koji njime rukuju. Kao primjer mogu poslužiti celuloidni filmovi na nitratnoj podlozi. Pod srednji rizik spada gradivo kojemu prijete fizička ili mehanička oštećenja zbog same prirode njegova korištenja ili pohrane. Dobar primjer su gramofonske ploče. I na kraju, niski rizik odnosi se na gradivo koje je pohranjeno u ispravnim uvjetima ili je pak napravljeno od izdržljivih materijala. I zadnji aspekt prilikom utvrđivanja prioriteta je predviđeno korištenje gradiva koje je predloženo za digitalizaciju. Ovdje se institucije mogu voditi prijašnjim iskustvima, osim ako se radi o gradivu predviđenom za sasvim novu korisničku skupinu. U takvим situacijama moguće je provjeriti iskustva drugih institucija ili pak pokrenuti manje pilot projekte kako bi se ispitala reakcija korisnika. Ovdje je potrebno imati na umu kako često korišteno analogno gradivo ne mora biti podjednako traženo u digitalnom obliku. Isto tako, moguće je i da prethodno slabo korišteno gradivo iznenada postane popularno.

Konačni rezultat prethodno opisanih postupaka trebala bi biti tablica koja prikazuje dodijeljene stupnjeve vrijednosti, rizika i predviđenog korištenja. Prilikom određivanja numeričkih vrijednosti za svaki stupanj moguće je koristiti se proizvoljno određenom skalom, pri čemu treba voditi računa o tome da ta skala omogućuje kvalitetno rangiranje rezultata. Naravno, prilikom utvrđivanja konačnih rezultata moguće su situacije u kojima će različito gradivo imati jednaku ukupnu ocjenu. U takvим situacijama preporuča se utvrđivanje prioriteta samih kategorija. Na primjer, kategorija rizika može biti smatrana najvažnijom, zatim vrijednost te na kraju kategorija korištenja kao najmanje važna. Ovakvim pristupom gradivo koje je izloženo većem riziku dobilo bi prednost prilikom digitalizacije.<sup>14</sup>

### **3.3. Digitalizacija**

#### **3.3.1. Digitalizacija slikovnog gradiva**

Iako slikovno gradivo, bilo ono u obliku fotografija, dijapositiva, negativa ili nekom drugom, nije u središtu pozornosti ovoga rada, bitno je naglasiti kako ono i dalje čini glavninu audiovizualnih, odnosno radiotelevizijskih arhiva. Također, potrebno je napomenuti kako se digitalizacija video i filmskog gradiva u osnovi sastoji od digitalizacije niza statičnih slika i

---

<sup>14</sup> Stančić, H. Digitalizacija. Zavod za informacijske studije Odsjeka za informacijske znanosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009. Str. 22.

pripadajućeg zvuka, ako on postoji. Iz navedenih razloga u ovome poglavlju neće biti razmatrani tehnički aspekti digitalizacije slikovnog gradiva u vidu tipova i karakteristika skenera ili digitalnih fotoaparata<sup>15</sup> koji su potrebni za njihovu digitalizaciju nego će ukratko biti prikazane najvažnije karakteristike digitalne slike.

### 3.3.1.1. Karakteristike digitalne slike

Osnovna karakteristika digitalne slike je naravno rezolucija. Kada se govori o digitalizaciji slikovnog gradiva postoji nekoliko izraza kao što su DPI (*dots per inch*) koji se koristi za označavanje rezolucije pisača te LPI (*lines per inch*) koji se koristi za označavanje rezolucije nijansiranja u tiskarstvu. No kada govorimo o rezoluciji digitalnih slika koristimo se izrazom PPI (*pixels per inch*). Kao što kaže sam naziv, PPI odnosi se na broj piksela sadržanih unutar jednog inča slike koja se prikazuje na zaslonu računala. Druga važna karakteristika je bitna dubina točke ili prostorna rezolucija. Najjednostavnije rečeno to je dužina dodjeljenog binarnog niza svakoj točki digitalne slike. To znači da dubina bita određuje moguće kombinacije nula i jedinica za svaku pojedinu točku slike dok svaka od tih kombinacija predstavlja neku nijansu boje. Ako je jednoj točki bitna dubina 1 onda ona može imati vrijednost 0 ili 1 što pak rezultira s dvije moguće nijanse, crnom ili bijelom. Bitna dubina izravno utječe na kvalitetu slike, odnosno što je ona veća to je i slika kvalitetnija. Kada govorimo o određivanju nijansi dolazimo do treće glavne karakteristike digitalnih slika, a to je sama boja odnosno sustav prikaza boja koji se koristi. Postoje tri najčešće korištenih sustava. Prvi je takozvani RGB sustav. On funkcioniра na principu kombiniranja crvene, zelene i plave te njihovog dodavanja crnoj pozadini. Ovaj sustav uglavnom se koristi na računalnim zaslonima te se najčešće primjenjuje 24-bitna slika koja nastaje kombinacijom tri 8-bitna kanala što u konačnici omogućuje 16.777.216 kombinacija. Drugi sustav najčešće koriste pisači u boji, a to je CMYK. On funkcioniра kombiniranjem bijedo plave (*cyan*), grimizno ljubičaste (*magenta*), žute (*yellow*) i crne (*black*) te ih oduzima bijeloj pozadini. Korištenjem ovog sustava nastaje 32-bitna slika dobivena kombinacijom četiriju 8-bitnih kanala. Treći najkorišteniji sustav prikaza boja je CIELAB. Elementi ovog akronima su CIE što označava Međunarodnu komisiju istraživača boje (*Commission Internationale de l'Eclairage*), L koji se odnosi na relativnu svjetlost (*lightness*), A koji predstavlja odnos između crvene i zelene te B za odnos između žute i plave. Glavna prednost ovog sustava leži u tome što on pokriva

---

<sup>15</sup> Za detaljan prikaz karakteristika skenera i fotoaparata vidjeti: Stančić, H. Digitalizacija. Str. 33-51.

mnogo širu paletu boja od prethodno spomenutih sustava te se može bez gubitaka lagano konvertirati u RGB ili CMYK.<sup>16</sup>

### **3.3.1.2. Obrada digitalne slike**

Nakon samog postupka digitalizacije slikovno gradivo potrebno je dodatno obraditi. Budući da su postupci digitalizacije rijetko savršeni uvijek su moguće određene pogreške u dobivenim digitalnim slikama poput nedovoljne vjernosti originalu ili pak zahvaćanja veće površine nego što je potrebno prilikom skeniranja. Za takve probleme postoje specijalizirani računalni programi za obradu digitalnih slika. Ipak, većina daljnje obrade slika odnosi se na njihovo komprimiranje. Ovakvi postupci potrebni su najprije zbog smanjenja memorijskih zahtjeva prilikom pohrane ili pak zbog smanjenja prijenosnog kapaciteta prilikom mrežne distribucije.<sup>17</sup> Kompresija nekog gradiva podrazumijeva postupak kodiranja informacija koje ono sadrži te čiji konačni rezultat sadrži manji broj bitova od originala. Iako se gradivo komprimira korištenjem različitih kompleksnih matematičkih modela<sup>18</sup>, postoje dvije osnovne vrste – komprimiranje s gubicima te komprimiranje bez gubitaka. Prvi oblik kompresije smanjuje broj bitova identificiranjem i uklanjanjem nepotrebnih informacija uz određeni gubitak kvalitete. Drugi oblik podrazumijeva identificiranje i uklanjanje takozvane statističke zalihosti bez gubitka informacija. U osnovi to znači da komprimiranje bez gubitaka uvijek omogućuje potpunu rekonstrukciju originalnih podataka dok komprimiranje s gubicima omogućuje samo rekonstrukciju određene aproksimacije originalnih informacija, ali isto tako i veće stupnjeve kompresije odnosno manje konačne veličine datoteka.

Danas postoje brojni standardi kodiranja slikovnog gradiva. Jedan od najpopularnijih je svakako JPEG standard koji je kreiran od strane Udruženja fotografских stručnjaka (*Joint Photographic Experts Group*) koje je pak nastalo kao rezultat suradnje Europske organizacije za telekomunikacijske standarde (*European Telecommunications Standards Organization*) i Međunarodne organizacije za standarde (*International Standards Organization*). JPEG sadrži 29 različitih sustava kodiranja koji se razlikuju po brzini kodiranja, stupnju kompresije i postignutom stupnju kvalitete te 8 modela za predviđanje vrijednosti boje točke. Što se tiče komprimiranja bez gubitaka, JPEG standard omogućuje samo dvije razine ovakve kompresije

---

<sup>16</sup> Stančić, H. Digitalizacija. Zavod za informacijske studije Odsjeka za informacijske znanosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009. Str. 64.

<sup>17</sup> Ibid., Str. 75.

<sup>18</sup> Među najkorištenijim modelima su kodiranje entropije, Huffmanovo kodiranje, Lemper-Ziv kodiranje, kodiranje po principu dugih nizova te predprocesiranje filterom predviđanja. Za detaljan prikaz ovih modela vidjeti: Stančić, H. Digitalizacija. Str. 76 i 77.

pri čemu je u prosjeku odnos između komprimiranog i nekomprimiranog zapisa 2:1. S druge strane, prilikom komprimiranja s gubicima JPEG omogućuje biranje željenog stupnja kompresije. Naravno što je stupanj kompresije veći to je manja veličina konačne datoteke, ali je i manja kvaliteta digitalne slike. Kod ovakvog komprimiranja gradiva namijenjenog arhiviranju ne preporučuje se omjer komprimiranog i nekomprimiranog zapisa veći od 20 ili 25:1. Što se tiče gradiva koje je namijenjeno za mrežni prijenos, odnos komprimiranja može biti čak i 230:1.<sup>19</sup> I za kraj, poželjno je spomenuti kako se prilikom digitalizacije klasičnog slikovnog gradiva preporuča izraditi tri verzije slike. Prva glavna verzija je takozvani master koji bi trebao biti u boji, visoke rezolucije i bez kompresije. Druga verzija trebala bi imati manji broj nijansi boja ili u skali sivih tonova, biti niže rezolucije ili komprimirana te kao takva pogodnija za mrežni prijenos. I zadnja treća verzija je sitna identifikacijska sličica (*thumbnail*) koja u osnovi služi kao referenca na prethodne dvije verzije.<sup>20</sup>

### **3.3.2. Digitalizacija zvučnog gradiva**

Digitalizacija zvučnog gradiva podrazumijeva konvertiranje analognog zvučnog signala u binarni oblik. Jednostavno rečeno, analogni audio signal je reprezentacija zvuka u obliku kontinuiranog električnog napona koji varira u svakoj jedinici vremena. Kako bi digitalna verzija takvog signala predstavljala vjernu repliku originala potrebno je provesti dva osnovna koraka prilikom digitalizacije zvučnog gradiva, a to su uzorkovanje i kvantizacija. Naravno, kao i kod svake vrste gradiva osnovni preduvjet za proces digitalizacije su odgovarajući uređaji.

#### **3.3.2.1. Uređaji za digitalizaciju**

Za kvalitetnu digitalizaciju zvučnog gradiva potrebna je odgovarajuća tehnička oprema. Osnovna komponenta su funkcionalni, i po mogućnosti što kvalitetniji, uređaji za reprodukciju izvornog zvučnog gradiva poput gramofona ili kasetofona. Druga komponenta su razni kablovi kojima se ti uređaji povezuju s optionalnom dodatnom opremom i u konačnici sa samim računalom. Što se tiče računala, ona su danas u pravilu opremljena s dostatnim zvučnim karticama za prihvati i digitalizaciju zvuka. Ipak, takve kartice najčešće su usmjerene na osnovne korisničke zahtjeve za kvalitetom zvuka te u pravilu nisu pogodne za stvaranje zapisa najviše arhivske kvalitete. Kako bi se osigurala najviša kvaliteta digitalizacije često je potrebno spojiti dodatnu opremu na računala. To može biti mikseta koja osim što

<sup>19</sup> Stančić, H. Digitalizacija. Zavod za informacijske studije Odsjeka za informacijske znanosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009. Str. 78.

<sup>20</sup> Ibid., str. 58.

pruža jednu dodatnu razinu kontrole prilikom procesa digitalizacije može biti i izrazito korisna ako se gradivo koje digitaliziramo nalazi na različitim medijima te zahtijeva različite uređaje za reprodukciju. U takvim situacijama moguće je različite uređaje istodobno povezati s miksetom čime se u određenoj mjeri olakšava cjelokupni proces.<sup>21</sup> Osim mikseta ponekad su potrebna i kvalitetna predpojačala koja se dalje spajaju ili na pojačala ili izravno na računala putem USB sučelja.<sup>22</sup>

Iako se možda čini očitim, bitno je naglasiti kako u konačnici sam tip nosača zvučnog gradiva određuje, a ponekad i komplicira cjelokupni postupak digitalizacije, prvenstveno u vidu potrebne opreme. Dobar primjer su takozvane 78-ice, odnosno gramofonske ploče koje se prilikom reprodukcije okreću 78 puta u minuti. Postoji nekoliko razloga zašto je digitalizacija gradiva na ovakvim pločama ponešto komplikiranija, a osnovni je svakako taj što je sve teže pronaći gramofone koji su ih sposobni reproducirati. Dodatni razlog leži u činjenici što su se tijekom povijesti izdavanja ovih ploča često mijenjali oblici i veličine gramofonskih igli. Osim toga često su mijenjane i specifikacije za potrebnu „težinu“ (*tracking weight*), odnosno pritisak koji igla vrši na ploču kako bi se osigurala najkvalitetnija reprodukcija zvuka, ali i smanjilo nepotrebno trošenje materijala. Uz to proizvođači su implementirali različite električne karakteristike reprodukcije ovakvih ploča što znači da će se prilikom digitalizacije morati koristi specijalna predpojačala.<sup>23</sup> Jedna od posebnosti digitalizacije vinilskih ploča općenito leži u RIAA ujednačavanju zvuka (*RIAA equalization*). Naime, radi se o standardu koji je implementiran u većini gramofonskih ploča izrađenih od 1950-ih nadalje koji u osnovi prilikom snimanja dodatno naglašava visoke frekvencije i smanjuje niske dok prilikom reprodukcije čini suprotno. Svrha standarda bila je omogućavanje većeg vremena snimanja te poboljšanje kvalitete zvuka.<sup>24</sup> Prilikom digitalizacije potrebna je neka vrsta hardverskog ili softverskog RIAA ujednačavanja zvuka kako bi se dobila zadovoljavajuća kvaliteta zvuka s vinilskih ploča. Navedeni „problemi“ ne čine digitalizaciju ovakvog gradiva nemogućom nego služe kao primjer specifičnosti procesa digitalizacije koje proizlaze iz samih karakteristika nosača zvučnog gradiva.

---

<sup>21</sup> Fells, N.; Donachy, P.; Owen, C. *Creating Digital Audio Resources: A Guide to Good Practice*. Arts and humanities data service, 2002. URL:[http://www.ahds.ac.uk/creating/guides/audio-resources/GGP\\_Audio\\_7.1.htm](http://www.ahds.ac.uk/creating/guides/audio-resources/GGP_Audio_7.1.htm) (20.7.2016.)

<sup>22</sup> Stančić, H. *Digitalizacija*. Zavod za informacijske studije Odsjeka za informacijske znanosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009. Str. 52.

<sup>23</sup> Schüller, D.; Stickells, L.; Storm, W. *Guide to Technical Equipment Audio Archives*, u: *Audiovisual archives: A practical reader*, uredila Harrison, H. P. UNESCO, Pariz, ožujak 1997. Str. 316.

URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001096/109612eo.pdf> (20.7.2016.)

<sup>24</sup> RIAA equalization. Wikipedia. URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/RIAA\\_equalization](https://en.wikipedia.org/wiki/RIAA_equalization) (20.7.2016.)

### 3.3.2.2. Karakteristike digitalnog zvuka

Svaki kontinuirani signal opisuje se s dvije veličine, vremenom i funkcijском vrijednošću, odnosno amplitudom. Budući da sama računala rade u diskretnom taktu, prilikom digitalizacije potrebno je ovakve signale pretvoriti iz kontinuiranih u diskretne. Upravo to radi postupak koji nazivamo uzorkovanje. Putem ovog procesa odlučujemo koliko često ćemo zapisivati informacije pri čemu je najbitnije da količina tih informacija omogućuje vjernu reprodukciju originalnog zapisa. Jednu od glavnih uloga prilikom uzorkovanja imaju karakteristike ljudskog sluha. Naime, ljudsko uho razaznaje raspon frekvencije od 20 do 20.000 podražaja u sekundi (20 Hz do 20 kHz). No kako bi se dobio kvalitetan rezultat zvučni signali trebali bi se digitalizirati frekvencijom koja je barem dvostruko viša od maksimalne frekvencije originalnog signala te je poznata kao Nyquistova frekvencija uzorkovanja (*Nyquist sampling rate*).<sup>25</sup> Za primjer možemo uzeti proces uzorkovanja frekvencijom od 40 kHz. Pri ovakvoj brzini postoji maksimalna frekvencija koja se može zabilježiti, a ona iznosi točno pola naše frekvencije uzorkovanja i u ovome slučaju ona iznosi 20 kHz. Ako originalni signal sadrži frekvencije više od tih 20 kHz, one će biti interpretirane i mapirane na niže frekvencije. Ovo se događa zato što pri višim frekvencijama jednostavno nemamo dovoljan broj uzoraka po ciklusu kako bi adekvatno opisali zvučni val.<sup>26</sup> Ovakve pogreške pri uzorkovanju nazivaju se frekvencijsko preklapanje (*aliasing*) što je ireverzibilan proces zbog prevelikog gubitka informacija te stoga postaje nemoguće rekonstruirati originalni signal. Zato se danas koriste posebni softverski filteri (*anti-aliasing filter*) koji blokiraju konvertiranje svega što se nalazi iznad pola frekvencije uzorkovanja. Naravno, što je viša frekvencija uzorkovanja to je i veći zapis, ali isto tako i veća kvaliteta signala. Danas se kao minimalni standard uzima frekvencija od 44,1 kHz što u konačnici znači da će svaka sekunda digitaliziranog zvučnog signala biti podijeljena na 44.100 dijelova.<sup>27</sup>

Kao što je prethodno spomenuto osim vremenskog aspekta zvučne signale opisuje i njihova amplituda. Ako je neki signal uzorkovan na frekvenciji od 44,1 kHz to znači da svaki od tih dijelova sadrži i informacije o njihovoj amplitudi. Dakle kao i kod uzorkovanja ovdje je potrebno svesti kontinuirane vrijednosti amplitude na konačni skup diskretnih vrijednosti. Upravo to radimo postupkom kvantizacije. Točnije, ovim procesom određujemo broj bitova

---

<sup>25</sup> Nyquist rate. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Nyquist\\_rate](https://en.wikipedia.org/wiki/Nyquist_rate) (20.7.2016.)

<sup>26</sup> Redmon, N. What is aliasing? EarLevel Engineering, 20. Listopad 1996.

URL: <http://www.earlevel.com/main/1996/10/20/what-is-aliasing/> (20.7.2016.)

<sup>27</sup> Stančić, H. Digitalizacija. Zavod za informacijske studije Odsjeka za informacijske znanosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009. Str. 68.

kojim je moguće opisati amplitudu u svakom uzorkovanom djeliću. Isto kao i kod uzorkovanja broj korištenih bitova određuje kvalitetu zapisa zato što veći broj bitova omogućuje i veći broj mogućih kombinacija. Potrebno je spomenuti kako kod kvantizacije ipak uvijek dolazi do određenog gubitka informacija. Glavni razlog leži u tome što je odabrana digitalna vrijednost amplitude uvijek zaokružena na najbližu vrijednost originalnoj analognoj amplitudi. Ovakva zaokruživanja neminovno dovode do uvođenja određene količine šuma i poznata su kao kvantizacijska greška (*quantization error*). Današnji standardi nalažu da se koristi minimalno 16-bitni prikaz svakog uzorkovanog djela što znači da će vrijednost amplitude biti prikazana kao jedna kvantizirana vrijednost od 65.536 mogućih za svaki od 44.100 uzorkovanih dijelova. Ovakav standard odgovara kvaliteti CD zapisa koji koriste 16-bitnu kvantizaciju za svaki kanal u stereo zapisu.<sup>28</sup>

**Tablica 1.** Veličina digitalnih audio snimki za jedan sat digitalizacije<sup>29</sup>

Frekvencija uzorkovanja	Bitna dubina	Broj kanala	Veličina datoteke
44.1 kHz	16	2 (stereo)	591 MB (0,59 GB)
44.1 kHz	16	1 (mono)	296 MB (0,30 GB)
44.1 kHz	24	2 (stereo)	887 MB (0,87 GB)
44.1 kHz	24	1 (mono)	444 MB (0,44 GB)
96 kHz	24	2 (stereo)	1.931 MB (1,93 GB)
96 kHz	24	1 (mono)	966 MB (0,97 GB)

### 3.3.2.3. Obrada digitalnog zvuka

Isto kao i kod slikovnog gradiva moguće su određene greške prilikom digitalizacije zvučnog gradiva. One se najčešće manifestiraju u obliku tišine na početku ili kraju digitalnog zapisa koju je potrebno ukloniti ili pak na ujednačavanje glasnoće različitih snimaka.<sup>30</sup> No i kod zvučnog gradiva veći dio naknadne obrade odnosi se na komprimiranje zapisa zbog potreba pohrane ili mrežnog prijenosa. Metode kojima se to postiže funkcioniraju na istim osnovama kao i metode komprimiranja slikovnog gradiva. Prva opcija je komprimiranje bez gubitaka koje u potpunosti čuva izvorne informacije, a neki od poznatijih formata ovakvog komprimiranja su *WMA Lossless* (*Windows Media Lossless*), *Free Lossless Audio Codec (FLAC)* i *Audio Lossless Coding* koji je ekstenzija trećeg dijela MPEG-4 standarda.

<sup>28</sup> Ibid., str. 68 i 69.

<sup>29</sup> Format datoteke za pohranu i korištenje (radna verzija). Nacionalni projekt „Hrvatska kulturna baština“, Digitalizacija arhivske, knjižnične i muzejske građe. Ministarstvo kulture Republike Hrvatske, Zagreb, studeni 2007. Str. 11. URL: [www.kultura.hr/content/download/597/7937](http://www.kultura.hr/content/download/597/7937) (20.7.2016.)

<sup>30</sup> Stančić, H. Digitalizacija. Zavod za informacijske studije Odsjeka za informacijske znanosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009. Str. 83.

Druga opcija je komprimiranje s gubicima koje isto kao i kod slikovnog gradiva nudi mogućnost odabira stupnja kompresije pri čemu naravno viši stupnjevi rezultiraju s manjim zapisima, ali i slabijom kvalitetom. Među poznatijim formatima ovakvog kodiranja su WMA (*Windows Media Audio*), AAC (*Advanced Audio Coding*) te popularni MP3. Ovakav tip komprimiranja koristi se različitim metodama. Jedan od primjera je korištenje jednog kanala kod stereo zapisa za zapisivanje informacija koje su jednake kod lijevog i desnog kanala, a drugog kanala za informacije po kojima se razlikuju.<sup>31</sup>

Među najpoznatije audio formate koji primjenjuju kompresiju s gubicima svakako spada već spomenuti MP3 format koji se nametnuo kao *de facto* standard za kompresiju digitalnog zvuka. Ovaj format je dio puno šireg MPEG standarda koji se koristi za komprimiranje digitalnih zvučnih i video zapisa, a razvijen je od strane Grupe stručnjaka za pokretne slike (*Moving Pictures Experts Group*). Jedan od osnovnih načina komprimiranja kod ovog formata je takozvana metoda perceptivnog kodiranja. Ona koristi određene psihoakustične modele, poput slušnog maskiranja (*auditory masking*)<sup>32</sup>, na temelju kojih se uklanjaju ili umanjuju komponente zvučnog zapisa za koje se smatra da ih većina ljudi ne može percipirati. Ovakve metode, u kombinaciji s različitim matematičkim modelima, rezultiraju s rasponom kompresije od 75% do 95%, što znači da veličina MP3 zapisa iznosi od 1/4 do 1/20 veličine izvornih audio zapisa.<sup>33</sup> Sama struktura MP3 datoteke sastoji se od okvira koji su podijeljeni na zaglavla i blokove podataka. Audio podaci, u smislu frekvencije i amplitude, zapisani su u blokovima podataka. Zaglavlj se uglavnom sastoji od „sinkronizacijske riječi“ (*sync word*) koja se koristi za identifikaciju kraja zaglavla i početka samih podataka, a nakon nje slijedi jedan bit koji označava da se radi o MPEG standardu te još dva bita koja označavaju da se koristi zapis sloja 3. Iz ovih oznaka je u konačnici i izведен sam naziv MP3 formata jer se zapravo radi o MPEG-1 ili MPEG-2 zvučnom zapisu sloja 3 (*MPEG Audio Layer III*). Današnji MP3 zapisi u pravilu sadrže i takozvane ID3 metapodatke koji se uglavnom zapisuju na početku ili kraju zapisa te omogućuju zapisivanje podataka o autoru, nazivu zapisa, albumu i tako dalje. Iako nijedna relevantna institucija nije sudjelovala u njihovom stvaranju ili ih formalno odobrila ID3 se svejedno nametnuo kao standard za

---

<sup>31</sup> Ibid., str. 84.

<sup>32</sup> Slušno maskiranje predstavlja fenomen ljudskog sluha pri kojem na percepciju jednog zvuka utječe prisustvo drugog zvuka. Točnije, radi se o situacijama u kojima se dva signala na različitim frekvencijama percipiraju zajedno, a ne odvojeno. Ovo se događa zato što se oba signala nalaze u takozvanom kritičnom frekvencijskom pojasu te se u velikoj većini slučajeva radi o nižim tonovima koji efektivno maskiraju više tonove.

<sup>33</sup> MP3. Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/MP3> (20.7.2016.)

zapisivanje metapodataka u MP3 formatu.<sup>34</sup> Što se tiče općenite kvalitete MP3 zapisa, ona načelno ovisi o broju bitova koji se prenose po sekundi (*bitrate*). Što je veći broj bitova to je i veća kvaliteta zapisa. Naravno, postoji određeni raspon prijenosa bitova koji je moguć pa tako MPEG-1 zapis sloja 3 omogućuje kodiranje od 32 do 320 kbit/s uz frekvencije uzorkovanja od 32, 44.1 i 48 kHz. MPEG-2 zapis sloja 3 pak podražava prijenos bitova u rasponu od 8 do 160 kbit/s uz uzorkovanje na 16, 22.05 i 24 kHz.<sup>35</sup>

Kada govorimo o formatima koji primjenjuju komprimiranje s gubicima postoje dva različita pristupa upravo s aspekta broja bitova po sekundi. Prvi je komprimiranje nepromjenjivim brojem bitova (*Constant Bitrate Encoding*) koje, kao što ime kaže, koristi isti broj bitova po sekundi na razini cijelog zvučnog zapisa. To znači da se prilikom kodiranja dodjeljuje isti broj bitova dionicama zapisa koje sadrže veću količinu informacija i onima poput tišine koje sadrže malo informacija. Glavna prednost ovakvog komprimiranja očituje se u tome što je relativno jednostavno predvidjeti konačnu veličinu zapisa. S druge strane, komprimiranje promjenjivim brojem bitova određuje potreban broj bitova za svaki pojedini djelić zapisa. Ovakav pristup se preferira kada je poželjna fiksna razina kvalitete zapisa. Konkretno to znači da se zahtjevnijim dionicama određuje veći broj bitova upravo kako bi se zadržala kvaliteta zapisa dok se jednostavnijim dionicama pridaje manja količina bitova kako ne bi došlo do nepotrebne zalihosti. Rezultat su zapisi konstantne kvalitete no njihovu konačnu veličinu i vrijeme komprimiranja je teže predvidjeti. Tako na primjer MPEG-1 standard, ovisno o količini bitova po sekundi koji se koriste, omogućuje kvalitetu zvuka u rasponu od CD kvalitete koja je dobar izbor za reprodukciju na prijenosnim MP3 uređajima do najviše arhivirajuće kvalitete koja je pogodna za reprodukciju na HI-FI uređajima najviše kvalitete. MPEG-2 pak pruža raspon od telefonske kvalitete zvuka do kvalitete FM radio signala.<sup>36</sup>

Kvaliteta digitaliziranog zvučnog gradiva ovisit će o nekoliko osnovnih kriterija. Prije svega to je buduća namjena gradiva koje se digitalizira, potrebe institucije koja provodi projekt te njezine financijske sposobnosti. U konačnici uvijek je potrebno pronaći omjer između kvalitete i veličine zapisa koji najbolje odgovara ciljevima projekta. No kod digitalizacije zvučnog gradiva postoji i jedna specifična dilema koja se odnosi na izbor između kvalitete ili autentičnosti zvuka. Naime, pitanje je je li potrebno zadržavati razne

---

<sup>34</sup> ID3. Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/ID3> (20.7.2016.)

<sup>35</sup> MP3. Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/MP3> (20.7.2016.)

<sup>36</sup> Stančić, H. Digitalizacija. Zavod za informacijske studije Odsjeka za informacijske znanosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009. Str. 85. i 86.

nesavršenosti kod izvornih signala, poput šumova i krckanja vinilskih ploča, ili je potrebno takve pogreške ukloniti kako bi se osigurala najviša moguća kvaliteta. Jedno od predloženih rješenja je da se izvorni signal digitalizira i arhivira u nepročišćenom i nekomprimiranom obliku iz kojeg se onda po potrebi mogu izvoditi u potpunosti restaurirane i komprimirane verzije.<sup>37</sup> Što se tiče digitalne restauracije zvuka današnje softverske opcije omogućuju uklanjanje skoro svih oblika nepravilnosti kod originalnog signala poput zviždanja, šumova ili pak zavijanja i podrhtavanja (*wow and flutter*). Danas su dostupni brojni komercijalni i besplatni programi koji nude zaista brojne mogućnosti obrade digitalnog zvuka. Jedan od poznatijih i najkorištenijih je *open source* aplikacija za digitalno snimanje i obradu zvuka Audacity.

#### **3.3.2.4. Formati za pohranu i prijenos**

Iako postoji poveći broj formata audio zapisa neki od njih su predloženi ili su se pak nametnuli kao standard. Jedan od takvih standarda za korisničke potrebe je svakako već spomenuti MP3. No za potrebe arhiviranja digitalnih zvučnih zapisa kao najpoželjniji uglavnom se navodi WAVE/WAV (*Waveform Audio File Format*) format te oblik kodiranja pod nazivom linearna pulsno kodna modulacija (PCM - *pulse code modulation*). PCM je osnovna metoda za kodiranje nekomprimiranog zvuka, odnosno metoda koja se koristi za digitalno predstavljanje analognih signala te se smatra standardnim oblikom digitalnog zvuka u računalima. Sam pojam je izведен iz načina na koji se generiraju sirovi audio podaci, a to je kroz prethodno opisane procese uzorkovanja i kvantizacije. Zanimljivo je kako Međunarodno udruženje zvučnih i audiovizualnih arhiva (*International Association of Sound and Audiovisual Archives*) smatra da bi standard za arhiviranje zvučnih zapisa trebalo biti uzorkovanje na frekvenciji od čak 96 kHz uz 24-bitnu kvantizaciju. Jedan od razloga zašto ista institucija preferira WAVE za pohranu nekomprimiranog zvuka leži u činjenici da je riječ o datotekama koje su u stvarnosti spremnici (*container*) ili omoti (*wrapper*), a ne jednostavni audio zapisi. Isto kao što je i MP3 datoteka tip spremnika koji je dio šireg MPEG standarda tako je i WAVE podtip generičkog RIFF (*Resource Interchange File Format*) formata koji su objavili Microsoft i IBM 1991. godine. Ovdje se u principu radi o skupini meta formata koji točno određuju blokove informacija koji bi trebali biti uključeni u zaglavlje zajedno s veličinom i položajem komada podataka koji slijede.<sup>38</sup> Upravo ti dijelovi (*chunks*) čine

---

<sup>37</sup> Ibid., str. 90.

<sup>38</sup> Burg, J.; Romney, J.; Schwartz E. Digital sound & music: Concepts, Applications and Science. Department of Computer Science, Wake Forest University, SAD, 29. srpanj 2013. Str. 22.

URL: <http://csweb.cs.wfu.edu/~burg/CCLI/Documents/Chapter5.pdf> (20.7.2016.)

osnovni dio strukture RIFF specifikacije koja dopušta bilo kome da dodaje nove dijelove. Aplikacije koje čitaju ove datoteke dizajnirane su na način da jednostavno preskaču one dijelove koje ne razumiju. Jedan od razloga zašto arhivi biraju ove formate je i taj što su njihove specifikacije javno objavljene te ih stoga većina programa može reproducirati.

Osim audio podataka, WAVE datoteka može sadržavati i brojne tipove metapodataka. Osnovni dio čini takozvani *format chunk* koji sadrži metapodatke o tehničkim informacijama potrebnim za reprodukciju zapisa te *bext chunk (broadcast extension)* koji ima devet različitih elemenata, a dizajniran je za podršku razmjene programskih sadržaja između radiotelevizijskih kuća. Uz njih postoji i *INFO chunk* koji se sastoji od dvadesetak elemenata administrativnih i deskriptivnih metapodataka. No ipak postoje određena strukovna tijela koja smatraju kako ovakva shema metapodataka nije dostatna. Iz tog razloga predlažu korištenje BWF (*Broadcast WAVE Audio File Format*) formata. Ovdje se naime radi o podtipu WAVE formata koji je u principu identičan uz dodatak određenih elemenata metapodataka, a razvijen je od strane Europske unije radiotelevizija (*European Broadcast Union*) krajem 1990-ih. Glavni dijelovi sheme metapodataka kod BWF formata su već spomenuti *bext chunk*, zatim *aXML chunk* koji služi za zapisivanje osnovnih deskriptivnih metapodataka baziranih na Dublin Core standardu te *iXML chunk* koji je izrađen od strane proizvođača audio hardvera i softvera kako bi se olakšao prijenos produkcijskih metapodataka između različitih sustava.<sup>39</sup> Prema službenom dokumentu programa digitalizacije arhivske, knjižnične i muzejske građe u sklopu nacionalnog projekta „Hrvatska kulturna baština“ za trajnu pohranu zvučnog zapisa preporuča se upravo Broadcast Wave Format dok se prihvatljivim formatima za korisničke kopije smatraju MP3 i MPEG 4/AAC. U istom dokumentu navodi se i kako je kod trajne pohrane potrebno sačuvati i broj kanala, odnosno jedan kanal za mono, dva za stereo te više kanala za *surround* snimke.<sup>40</sup>

### 3.3.3. Digitalizacija filma i videa

Kao što je prethodno spomenuto digitalizacija filmskog i video gradiva u osnovi se sastoji od digitalizacije niza statičnih slika. Vjerojatno je danas svima poznato kako ovakvo gradivo stvara iluziju kretanja iskorištavajući karakteristike ljudskog vida odnosno činjenicu

<sup>39</sup> Fleischhauer, C. Format Considerations in Audio-Visual Preservation Reformatting: Snapshots from the Federal Agencies Digitization Guidelines Initiative, u: *Information Standards Quarterly*, vol. 22, br. 2, 2010. Str. 37.

URL:[http://www.digitizationguidelines.gov/audio-visual/documents/IP\\_Fleischhauer\\_AudioVisual\\_Reformatting\\_isqv22no2.pdf](http://www.digitizationguidelines.gov/audio-visual/documents/IP_Fleischhauer_AudioVisual_Reformatting_isqv22no2.pdf) (20.7.2016.)

<sup>40</sup> Formati datoteka za pohranu i korištenje (radna verzija). Nacionalni projekt „Hrvatska kulturna baština“, Digitalizacija arhivske, knjižnične i muzejske građe. Ministarstvo kulture Republike Hrvatske, Zagreb, studeni 2007. Str. 13. URL: [www.kultura.hr/content/download/597/7937](http://www.kultura.hr/content/download/597/7937) (20.7.2016.)

da ljudsko oko ne raspoznaće više od 20 promjena u okolini po sekundi. To znači da će svaki niz slika koje se izmjenjuju više od 20 puta u sekundi ljudi protumačiti kao kontinuirano gibanje, pod uvjetom da promjene nisu previše nagle. Na ovom principu funkcioniра filmsko i video gradivo koje prikazuje 24, odnosno 25 slika u sekundi dok televizija najčešće koristi 30. Iako nije nužno, ovakvo gradivo uglavnom sadržava i zvučni zapis. Upravo iz ovih razloga digitalizacija filma i videa u načelu počiva na metodama i postupcima opisanima u prethodnim poglavljima digitalizacije slikovnog i zvučnog gradiva. Ipak, jedna velika razlika leži u veličini samih zapisa. Budući da svaka sekunda videa sadržava najmanje 24 slike i pripadajući zvuk ovakvi zapisi zauzimaju ogromne količine diskovnog prostora, pogotovo u nekomprimiranom obliku. U praksi to znači da razne metode komprimiranja i kodiranja ovakvih zapisa predstavljaju krucijalan element digitalizacije video gradiva.

### ***3.3.3.1. Uređaji za digitalizaciju***

Za digitalizaciju filmskog gradiva osnovni preduvjet su funkcionalni projektori za njihovu reprodukciju. Ako je taj preduvjet ispunjen potrebno je odabratи neku od mogućih tehnika i uređaja za digitalizaciju. Jedna od kvalitetnijih tehnika je spajanje uređaja za digitalizaciju direktno na leću projektor-a te na računalo. Naravno, računala moraju biti opremljena s kvalitetnom grafičkom karticom koja prihvata i digitalizira signal te samim programom za prihvatu signal-a. Uz to, potrebna je i kvalitetna zvučna kartica za prihvatu zvučnog signala, ako je on prisutan. Neke od manje efikasnih tehnika digitalizacije uključuju projiciranje filma na bijelu pozadinu, pri čemu treba izbjegavati projekcijska platna zbog prevelikog raspršivanja svjetlosti, snimanje filma digitalnom video kamerom ili pak digitalizacija svake zasebne slike filma koje se onda naknadno spajaju. U slučaju većine filmskog gradiva posljednja opcija nije najprikladnija, prvenstveno zbog same količine slika od kojih se filmski zapis sastoji. Za digitalizaciju video gradiva postupak je ponešto jednostavniji. I ovdje je naravno potrebno imati uređaje za njihovu reprodukciju, grafičku karticu na računalu za prihvatu i digitalizaciju signala te program za prihvatu digitaliziranog signala. Ako je u videu prisutan i zvuk moguće ga je digitalizirati kvalitetnom zvučnom karticom, no ponekad su potrebni i zasebni uređaji poput predpojačala.<sup>41</sup>

Uz prethodno opisani postupak postoji i alternativna metoda digitalizacije analognog videa koja je predstavljena u sklopu Presto projekta. Kod ovog pristupa i dalje se koristi konvencionalni video rekorder, ali se zaobilazi sva elektronika za reprodukciju te se

<sup>41</sup> Stančić, H. Digitalizacija. Zavod za informacijske studije Odsjeka za informacijske znanosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009. Str. 53 i 54.

zamjenjuje s direktnim prihvatom i digitalizacijom signala izravno s glave za čitanje. Iako je sama fizička reprodukcija i dalje ista, ovime se uvodi potpuno novi princip obrade signala. U slučajevima kad je konvencionalna reprodukcija uspješna digitalizacija se može odvijati kao i inače. No kada nije, ova tehnika predstavlja moguću alternativu.<sup>42</sup>

### 3.3.3.2. Karakteristike digitalnog videa

Prije samog prikaza najkorištenijih standarda kodiranja potrebno je kratko opisati najvažnije karakteristike video zapisa, odnosno glavne čimbenike koje je potrebno imati na umu prilikom digitalizacije ovakvog gradiva. Osim već spomenute brzine prikaza slika osnovna karakteristika video zapisa je rezolucija same slike. Za razliku od filma kod kojeg se cijela slika projicira na zaslon odjednom, video slika sastoji se od linija ili redaka piksela. Analogni video naravno ne sadrži piksele nego je definiran brojem linija. U tom smislu, on posjeduje dobro definiranu vertikalnu rezoluciju (broj linija), ali ne posjeduje dobro definiranu horizontalnu rezoluciju jer je svaka linija analogni signal. Kod analognog videa, postoje dva glavna tipa signala:

- NTSC (*National Television Systems Committee*) je bio službeni video standard u Sjevernoj Americi, djelovima Južne Amerike, Japanu, Tajvanu i Koreji te koristi 525 linija po okviru.
- PAL (*Phase Alternating Line*) je bio televizijski i video standard u većem djelu Europe, Afrike, Australiji, Indiji, Brazilu i Kini te koristi 625 linija po okviru.

Određeni broj ovih linija ne koristi se za prikaz slike što znači da je njihov efektivni broj nešto manji. Točnije, on iznosi 486 linija za NTSC te 576 za PAL. Zbog pojave formata visoke rezolucije (*HD - high definition*), NTSC i PAL danas se označavaju kao video formati standardne rezolucije (*SD - standard resolution*). Kod digitalnog videa, svaka linija se uzorkuje kako bi se dobio određeni broj piksela. Što je više linija po okviru, to je veća rezolucija slike, a što je više piksela po liniji to je veća rezolucija svake linije. Horizontalna mjerena se ponekad nazivaju i kao broj uzoraka, a vertikalna kao broj redaka. Kako bi se

---

<sup>42</sup> Wright, R. Deliverable D7.1.5: Audiovisual Digital Preservation Status Report 3. PrestoPrime, 26. prosinca 2011. Str. 29. URL: [https://prestoprimews.ina.fr/public/deliverables/PP\\_WP7\\_D7.1.5\\_Annual\\_AV\\_Status\\_R0\\_v1.00.pdf](https://prestoprimews.ina.fr/public/deliverables/PP_WP7_D7.1.5_Annual_AV_Status_R0_v1.00.pdf) (20.7.2016.)

standardiziralo područje digitalnog videa 1982. godine uvedena je ITU-R BT.601<sup>43</sup> specifikacija prema kojoj se oba prethodna standarda opisuju sa 720 uzoraka po liniji. To znači da se digitalna NTSC slika sastoji od 720 piksela x 486 linija, a PAL slika od 720 piksela x 576 linija. HD video može sadržavati 1080 linija s 1920 piksela (1920x1080) ili 720 linija s 1280 piksela (1280x720).<sup>44</sup>

Sljedeća karakteristika je omjer slike (*aspect ratio*). Ova vrijednost predstavlja odnos između njezine širine i visine. Većina analognih televizija i video materijala ima 4:3 omjer koji se koristi u televiziji standardne razlučivosti, dok se 16:9 koristi za HD televiziju i europsku digitalnu televiziju. Većina komercijalnih filmova koji se prikazuju u kinima imaju omjer 1,85:1 ili 2,39:1.

**Tablica 2.** Dimenzije slike različitih video formata<sup>45</sup>

Širina	Visina	Omjer slike	Opis
320	240	4:3	Koristi se za web distribuciju videa
720	480	4:3	NTSC DV i DVD dimenzija slike
720	486	4:3	NTSC SD video dimenzije kod profesionalnih digitalnih formata kao što su digitalni Betacam, D-1 i D-5
720	576	4:3	PAL SD video dimenzije kod profesionalnih digitalnih formata kao što su digitalni Betacam, D-1, D-5, DVD i DV
1280	720	16:9	HD video format
1920	1080	16:9	HD video format s vrlo visokom rezolucijom
960	720	16:9	Neki 720 formati (kao što su DVCPRO HD i HDV) poduzorkuju 1280 piksela na 960 kako bi smanjili potrebnu brzinu prijenosa podataka
1440 1280	1080	16:9	Neki 1080 formati (kao što su DVCPRO HD i HDV) poduzorkuju 1920 piksela na 1440 ili čak 1280 kako bi smanjili potrebnu brzinu prijenosa podataka

<sup>43</sup> Prema navedenoj specifikaciji preferira se YC<sub>B</sub>C<sub>R</sub> domena te su definirane dvije sheme kodiranja. Za 4:4:4 shemu frekvencija uzorkovanja iznosi 13.5 MHz za svaki signal, dok kod 4:2:2 sheme ona iznosi 13.5 MHz za svjetlinu te 6.75 MHz za svaki signal boje. Uzorci se kvantificiraju sa 8 ili 10 bitnim kodom. (Vidjeti stranu 22 i 23 ovog rada za više detalja.) Izvor: Recommendation ITU-R BT.601-7, Studio encoding parameters of digital television for standard 4:3 and wide-screen 16:9 aspect ratios. International Telecommunication Union, ožujak 2011. URL: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.601-7-201103-!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.601-7-201103-!!PDF-E.pdf) (20.7.2016.)

<sup>44</sup> Standardizacija HDTV područja uvedena je 1990. kroz ITU-R BT.709 specifikaciju koja definira sliku sa 1080 linija uz frekvencije osvježavanja od 60, 50, 30, 25 i 24 Hz u isprepletenom ili progresivnom načinu. Izvor: Recommendation ITU-R BT.709-6, Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange. International Telecommunication Union, lipanj 2015.

URL: [http://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.709-6-201506-!!PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.709-6-201506-!!PDF-E.pdf) (20.7.2016.)

<sup>45</sup> Video formats: Frame Dimensions, Number of Lines, and Resolution. Final Cut Pro 7 User Manual, Apple Inc., ožujak 2010. URL: <https://documentation.apple.com/en/finalcutpro/usermanual/index.html#chapter=C%26section=6%26tasks=true> (20.7.2016.)

Jedan od najbitnijih aspekata video zapisa je sustav za prikaz boje. Video signali uglavnom se dijele na različite kanale za svjetlinu ili *lumu*<sup>46</sup> (crno-bijeli kanal) i boju prilikom snimanja i prijenosa. Postoje različite metode separacije ovih kanala, ovisno o vrsti formata:

- RGB je prethodno spomenuti sustav za prikaz boja koji koristi tri kanala za kombiniranje crvene, zelene i plave boje. Ovo je izvorni format za većinu računalnih grafika i video datoteka te se također koristi u standardnim CRT monitorima, video kamerama, ravnim ekranima (*flat-panel displays*) i video projektorima. RGB nema zaseban kanal za svjetlinu jer se crno-bijeli signali mogu opisati s jednakim količinama R, G i B signala.
- Komponentni YUV je sustav koji se pretežito koristi kod video gradiva iako postoji nekoliko različitih oznaka poput  $Y_{P_R}$  za analogni komponentni video ili  $Y_{C_B}C_R$  za digitalni. Iako terminološki nije potpuno ispravno, danas se pojam YUV obično koristi kod video zapisa koji koriste  $Y_{C_B}C_R$  kodiranje. Ovdje se u principu radi o prostoru boja koje su definirane matematičkom transformacijom koordinata iz povezanog RGB sustava pri čemu se Y komponenta koristi za svjetlinu (*luminance*),  $C_B$  za razliku između plave boje i svjetline te  $C_R$  za razliku između crvene boje i svjetline.<sup>47</sup> Komponentni video nastao je 1950-ih kako bi se televizijski signal u boji mogao efikasnije implementirati s postojećim crno-bijelim televizorima. Princip je bio takav da su stari crno-bijeli TV-i i dalje koristili signal za lumu dok su novi TV-i u boji pretvarali YUV natrag u RGB za prikaz na zaslonu.
- S-Video (Y/C) je određena podvrsta komponentnog signala jer su svjetlina i boja odvojene, no razlika je u tome što se koristi samo C signal za prijenos boje što u konačnici rezultira s nižom kvalitetom kanala za boju u odnosu na komponentni video.
- Kompozitni signal kombinira svjetlinu i boju unutar jednog video signala pri čemu se informacije o boji stavljuju na zasebnu frekvenciju. Ovaj format nastao je u ranim dionicima televizije u boji. Budući da se boja i svjetlina nalaze unutar istog kanala često se ne odvajaju savršeno prilikom prikazivanja slike što može rezultirati pojmom raznih vizualnih artefakata.<sup>48</sup>

---

<sup>46</sup> Sa tehničkog stajališta luma je svjetlina s gama korekcijom te se označava kao Y'.

<sup>47</sup>  $Y_{C_B}C_R$ . Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/YCbCr> (20.7.2016.)

<sup>48</sup> Video Formats: Types of Video Signals. Final Cut Pro 7 User Manual. Apple Inc., ožujak 2010.

URL: <https://documentation.apple.com/en/finalcutpro/usermanual/index.html#chapter=C%26section=4%26tasks=true> (20.7.2016.)

Kod većine video gradiva radi se o komponentnom signalu, a i kompozitni signal može se lagano konvertirati u taj oblik. Budući da se prilikom digitalizacije bilježe, odnosno uzorkuju sva tri elementa, moguće je postići znatno manje veličine zapisa koristeći se poduzorkovanjem elemenata boje (*chroma subsampling*). Takav postupak moguć je zahvaljujući tome što su ljudi općenito puno osjetljiviji na promjene u svjetlini od promjena u boji. Jedan primjer bila bi 4:2:2 shema. Konkretno, to znači da se na uzorku od četiri video piksela u nizu *luma* uzorkuje na svakom dok se boja uzorkuje na prvom i trećem pikselu. Ovakvim pristupom rezolucija boje je prepolovljena. Za zapise arhivske kvalitete u teoriji bi trebalo primjenjivati 4:4:4 shemu koja je jedina istinski bez gubitaka zato što se svi elementi podjednako uzorkuju, ali ovo uglavnom nije slučaj. Baš kao i kod slikovnog gradiva svakom od ovih elemenata sustava boje pridružen je određeni binarni niz. Što je on veći to je i više mogućih kombinacija. U praksi se pojedinim elementima obično pridružuje 8 ili 10 bitova što znači da većina digitalnih video datoteka imaju 24 ili 30-bitnu veličinu uzorka.<sup>49</sup>

**Tablica 3.** Frekvencije uzorkovanja boje<sup>50</sup>

Frekvencija uzorkovanja	Video format	Opis
4:4:4	HDCAM SR	Svaki Y, C <sub>B</sub> i C <sub>R</sub> signal se podjednako uzorkuje. Ponekad se može odnositi i na RGB prostor boja.
4:2:2	Digitalni Betacam, D-1, D-5, DVCPRO HD, DVCPRO 50 i HDCAM SR	Prvi piksel u liniji sadrži Y, C <sub>B</sub> i C <sub>R</sub> uzorke dok sljedeći piksel sadrži samo Y. Ovakav uzorak se ponavlja. Većina profesionalnih video formata koristi ovaj omjer.
4:1:1	NTSC DV, NTSC DVCAM i DVCPRO	Boja se poduzorkuje na način da prvi piksel sadrži Y, C <sub>B</sub> i C <sub>R</sub> dok sljedeća tri piksela sadrže samo Y. Ovakav uzorak se ponavlja.
4:2:0	PAL DV, PAL DVCAM, DVD i HDV	Luma se uzorkuje za svaki piksel. Jedna linija sadrži C <sub>B</sub> uzorke za svaki drugi piksel dok sljedeća linija sadrži C <sub>R</sub> uzorke za svaki drugi piksel. Ovime se smanjuje rezolucija boje u horizontalnoj i vertikalnoj dimenziji.
3:1:1	HDCAM	Luma se horizontalno uzorkuje na $\frac{3}{4}$ frekvencije u odnosu na HD uzorkovanje – 1440 uzoraka po redu umjesto 1920. Boja se uzorkuje na 480 uzoraka po redu. U vertikalnoj dimenziji luma i boja se uzorkuju na punoj HD frekvenciji – 1080 uzoraka.

<sup>49</sup> Guidelines for the Creation of Digital Collections: Digitization Best Practices for Moving Images. Consortium of Academic and Research Libraries in Illinois, CARLI Digital Collections Users' Group Standards Subcommittee, SAD, 23. rujna 2014. Str. 8.

URL: [https://www.carli.illinois.edu/sites/files/digital\\_collections/documentation/guidelines\\_for\\_video.pdf](https://www.carli.illinois.edu/sites/files/digital_collections/documentation/guidelines_for_video.pdf) (20.7.2016.)

<sup>50</sup> Video Formats: Video Sample Rate and Bit Depth. Final Cut Pro 7 User Manual. Apple Inc., ožujak 2010.

URL: <https://documentation.apple.com/en/finalcutpro/usermanual/index.html#chapter=C%26section=11%26tasks=t> (20.7.2016.)

I posljednji bitni aspekt video gradiva je oblik skeniranja što u ovom kontekstu označava način na koji se slika prikazuje. Postoje dva pristupa, isprepleteni (*interlaced*) i progresivni (*progressive*). Prvi pristup karakterističan je za analognu televiziju (NTSC i PAL koristili su isprepleteni signal), ali se koristi i danas u digitalnoj HD televiziji. Kod ovakvog signala u svakom djeliću sekunde prikazano je samo pola slike jer se ona sastoji od dva polja koja se izmjenjuju. Prvo polje prikazuje prvu i sve neparne linije slike, a nakon 1/60 sekunde prikazuje se drugo polje koje iscrtava drugu i sve parne linije. Konkretno, to znači da se slika osvježava 60 puta u sekundi. Ovakav pristup korišten je u NTSC standardu dok je PAL osvježavao sliku 50 puta u sekundi.<sup>51</sup> Iako svako polje sadrži samo polovicu linija potrebnih da bi se dobila potpuna slika, zbog brzine izmjena ovakav proces je nevidljiv ljudskom oku. Budući da ovakav signal efektivno udvostručuje temporalnu rezoluciju, odnosno frekvenciju osvježavanja slike, najveću korist od njega imala je analogna televizija kojoj je isprepleteni signal omogućavao prikazivanje kvalitetnije slike uz što manju propusnost. S druge strane, progresivno skeniranje prikazuje sve linije odjednom prilikom osvježavanja slike. Ovakav pristup uglavnom rezultira s jasnijom slikom i nedostatkom vizualnih artefakata koji su mogući kod isprepletenog signala, ali zahtjeva više procesorske snage za prikaz. Računalni monitori i većina HD televizora koristi ovakav prikaz. Prilikom digitalizacije i prikazivanja videa moguće je isprepleteni signal konvertirati u progresivni, odnosno spojiti različita polja u jedinstvenu sliku postupkom koji se naziva *deinterlacing*. Iako se prilikom ovog procesa koriste kompleksni algoritmi koji uglavnom daju dobre rezultate moguće su situacije u kojima dolazi do određenog gubitka kvalitete prvenstveno u vidu zamućivanja slike zbog prevelikog kretanja objekata između različitih polja.<sup>52</sup>

### **3.3.3.3. *Obrada digitalnog videa***

Nekomprimirani video zahtjeva zaista ogromne količine diskovnog prostora. Na primjer, video standardne razlučivosti digitaliziran u nekomprimiranom 10-bitnom YUV obliku zahtjeva otprilike 100 GB po satu. Iz ovog razloga on se ne smatra prikladnim za bilo koji oblik dugotrajne pohrane što znači da će uglavnom biti primijenjena neka vrsta kompresije. Isto kao i kod prethodnog gradiva postoje dva osnovna pristupa komprimiranju videa, bez gubitaka ili s gubicima. Prvi pristup posebno je važan za kodiranje video datoteka

---

<sup>51</sup> Interlaced video. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Interlaced\\_video](https://en.wikipedia.org/wiki/Interlaced_video) (20.7.2016.)

<sup>52</sup> Guidelines for the Creation of Digital Collections: Digitization Best Practices for Moving Images. Consortium of Academic and Research Libraries in Illinois, CARLI Digital Collections Users' Group Standards Subcommittee, SAD, 23. rujna 2014. Str. 8.

URL:[https://www.carli.illinois.edu/sites/files/digital\\_collections/documentation/guidelines\\_for\\_video.pdf](https://www.carli.illinois.edu/sites/files/digital_collections/documentation/guidelines_for_video.pdf) (20.7.2016.)

namijenjenih za arhiviranje zato što sprječava gubitak izvornih informacija, ali ujedno i omogućuje znatno smanjenje konačne veličine zapisa. Danas postoji nekoliko popularnih kodeka za komprimiranje bez gubitaka kao što su Huffuy ili Lagarith. Iako se ponekad kao primjer navodi i nekomprimirani Y'CbCr koji bilježi potpune informacije za lumu i boju ovo u stvarnosti nije kodek jer nema nikakvog oblika kompresije.

Jedan od općenito najkorištenijih formata je *Motion JPEG 2000* koji se nametnuo kao standard u digitalnoj kinematografiji, ali se isto tako o njegovoj verziji za komprimiranje bez gubitaka sve više raspravlja kao o potencijalnom arhivskom formatu. Osnovna metoda koju koristi MJPEG je komprimiranje unutar okvira (*intraframe compression*) koja funkcioniра na principu komprimiranja svake slike kao zasebne cjeline. To znači da će rezultat ovakvog postupka biti video zapis u kojem je svaka slika ili isprepleteno polje komprimirano kao zasebna slika u JPEG 2000 formatu. Osnovni profil ovog standarda omogućuje stvaranje datoteka koje sadrže jedan video zapis s brzinom prikaza od maksimalno 30 slika po sekundi te pripadajući 8 ili 16-bitni nekomprimirani zvučni zapis s maksimalnom frekvencijom uzorkovanja od 48 kHz te je također omogućeno korištenje nekoliko različitih sustava za prikaz boje.<sup>53</sup> Danas postoje i dodatni profili koji su specifično razvijeni za arhivske potrebe. Jedna od velikih prednosti je što se radi o dobro dokumentiranom i otvorenom standardu koji je izrađen pod ingerencijom Međunarodne organizacije za standarde. Iako MJPEG 2000 ne koristi nikakvu tehniku komprimiranja video sekvenci, što u konačnici rezultira s nešto nižim omjerima kompresije, ipak znatno smanjuje zahtjeve za diskovnim prostorom do čak jedne trećine nekomprimiranog signala. To znači da SD signal prema ITU 601 standardu može biti pohranjen uz 35-50 GB po satu.<sup>54</sup> Ovakvim zapisima također je moguće dodavati određene strukturne i deskriptivne metapodatke no oni se uglavnom smatraju nedostatnima, pogotovo za potrebe arhiviranja. Iz ovog razloga MJPEG zapisi najčešće se koriste u kombinaciji s nekim spremnikom poput MXF formata.

Uz MJPEG postoji još jedan video kodek koji se nameće kao potencijalni kandidat za dugoročno očuvanje video zapisa, a to je FFV1. Radi se o besplatnom otvorenom kodeku koji je dio FFmpeg projekta od 2003. godine. On također funkcioniра na principu komprimiranja unutar okvira te se koristi različitim metodama kodiranja entropije poput aritmetičkog ili

<sup>53</sup> Arms, C. R.; Fleischhauer, C.; Murray, K. Sustainability of Digital Formats Planning for Library of Congress Collections: Motion JPEG 2000 File Format. Library of Congress, 21. listopada 2014. URL: <http://www.digitalpreservation.gov/formats/fdd/fdd000127.shtml> (20.7.2016.)

<sup>54</sup> Schüller, D. Video Archiving and the Dilemma of Data Compression, u: *Preservation of Audiovisual Collections: Moving Images*. IFLA, br.47, svibanj 2009. Str. 7. URL: [http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN\\_47\\_web.pdf](http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN_47_web.pdf) (20.7.2016.)

Huffmanovog kodiranja. FFV1 odlikuje veća brzina kodiranja i sličan omjer kompresije u odnosu na JPEG2000 te smanjuje količinu potrebnog prostora za pohranu za gotovo trideset posto u odnosu na nekomprimirani video. Treća verzija kodeka je razvijena u suradnji s arhivistima te se u skromnijoj mjeri koristi u nekim audiovizualnim arhivima. Jedan od njih je austrijski Mediathek koji ga već neko vrijeme uspješno primjenjuje na svim aktualnim sustavima boja poput YUV, YV12 i RGB, različitim shemama poduzorkovanja (4:4:4, 4:2:2, 4:2:0), SD zapisima u 4:3 i 16:9 omjerima te HD zapisima u 1980x1080 rezoluciji.<sup>55</sup>

Iako ovakve vrste kompresije omogućuju znatnu uštedu diskovnog prostora i dalje ne postoji konsenzus po pitanju trajne pohrane video gradiva. Tako se u dokumentu projekta Hrvatska kulturna baština kao najbolji format za trajnu pohranu pokretnih slika navodi upravo Motion JPEG-2000 kao jedini nevlasnički format koji svaku pojedinu sliku komprimira bez gubitka. No isto tako se ističe kako ovaj format nije raširen, snimke zauzimaju vrlo velik prostor, a konverzija iz drugih formata može biti složena i dugotrajna. Iz ovih razloga tvorci dokumenta preporučuju čuvanje video gradiva u izvornom formatu (po mogućnosti DV) na izvornom mediju uz osiguranje optimalnih uvjeta za čuvanje samog medija.<sup>56</sup>

---

<sup>55</sup> Lorrain, E. A short guide to choosing a digital format for video archiving masters. SCART, A website on audiovisual Heritage by PACKED, ožujak 2014. URL: <https://www.scart.be/?q=en/content/short-guide-choosing-digital-format-video-archiving-masters> (20.7.2016.)

<sup>56</sup> Formatni datoteka za pohranu i korištenje (radna verzija). Nacionalni projekt „Hrvatska kulturna baština“, Digitalizacija arhivske, knjižnične i muzejske građe. Ministarstvo kulture Republike Hrvatske, Zagreb, studeni 2007. Str. 14. URL: [www.kultura.hr/content/download/597/7937](http://www.kultura.hr/content/download/597/7937) (20.7.2016.)

**Tablica 4.** Prikaz veličina različitih formata video zapisa<sup>57</sup>

Brzina prijenosa video podataka	1 minuta	60 minuta
500 KB/s Photo JPEG	30 MB	1,8 GB
1 MB/s M-JPEG niže kvalitete	60 MB	3,6 GB
3.6 MB/s DV-format video (HDV 1080i)	216 MB	13 GB
6 MB/s M-JPEG srednje kvalitete	360 MB	21,6 GB
11.75 MB/s DVCPRO HD 1080i	705 MB	41,3 GB
12 MB/s M-JPEG visoke kvalitete	720 MB	43,2 GB
24 MB/s Nekomprimirani SD video	1,4 GB	86,4 GB
121.5 MB/s 8-bitni nekompresirani 1080 29.97i HD video	7,3 GB	434,4 GB

Ako je pak digitalizirano video gradivo namijenjeno za neku drugu svrhu poput mrežne distribucije ili prikaza s multimedijskog CD-ROM-a, onda će u pravilu morati biti komprimirano s gubicima. I ovdje postoji nekoliko popularnih kodeka kao što su DV (*digital video*), koji je razvijen u vrijeme videokaseta no koristi se i danas, ili WMV (*Windows media video*), koji predstavlja skupinu video kodeka razvijenih od strane Microsofta. No daleko najpoznatiji je već spomenuti MPEG standard koji se koristi za komprimiranje video gradiva i pripadajućeg zvuka. Neke od osnovnih tehnika koje ovaj standard koristi iskorištavaju određene karakteristike, odnosno mane ljudskog vida kako bi postigle bolje omjere kompresije. Jedan od primjera bio bi prethodno opisan postupak poduzorkovanja boje. Ovakve tehnike spadaju pod takozvano perceptualno kodiranje. Ostale metode baziraju se na principima statističke ili prostorne zalihosti poput komprimiranja unutar okvira.

No jedan od najučinkovitijih pristupa koje MPEG koristi temelji se na vremenskoj zalihosti te se naziva komprimiranje među okvirima (*interframe compression*). Ova metoda koristi jednu ili više prethodnik ili kasnijih slika u video sekvenci kako bi komprimirala trenutačnu sliku. U osnovi, ovdje se radi o kodiranju razlika između slika no sam postupak je naravno dosta komplikiraniji. Video zapis koji je kodiran pomoću ovog standarda sastoji se od

<sup>57</sup> Determining Your Hard Disk Storage Options: Determining How Much Space You Need. Final Cut Pro 7 User Manual. Apple Inc., ožujak 2010.

URL:<https://documentation.apple.com/en/finalcutpro/usermanual/index.html#chapter=13%26section=3%26tasks=true> (20.7.2016.)

tri različita tipa slike ili okvira<sup>58</sup>. Osnovni tip slike naziva se I-okvir (*intra frame*) te se kodira neovisno o drugim okvirima, a poznat je i kao ključni ili referentni okvir. P-okviri (*prediction frames*) sadrže samo razliku iz okvira koji mu prethodi dok B-okviri (*bidirectional frames*) mogu sadržavati razlike iz prethodnog i sljedećeg okvira. MPEG kompresija zatim organizira ove okvire u grupe slika (*GOP – group of pictures*). Iako svaka grupa sadrži jedan I-okvir, postoje različite vrste grupa koje se razlikuju po uzorcima P i B okvira te duljini. Manji GOP uzorci kraćih duljina bolje funkcioniraju s videom koji sadrži nagle kretnje, ali zato postižu niže omjere kompresije. Što se tiče duljine uzorka, MPEG video može se klasificirati kao dugi ili kratki GOP. Prvi naravno podrazumijeva korištenje nekoliko različitih okvira u duljim intervalima dok je kratki sinonim za MPEG zapise koji koriste samo I okvire. Primjer kratkog GOP-a je IMX format digitalnog Betacama koji se koristi MPEG-2 kompresijom. Prednost formata kao što je IMX je ta što efikasno smanjuju temporalne artefakte, no glavni nedostatak su osjetno niži omjeri kompresije. Također treba napomenuti da iako B-okviri znatno pridonose manjoj veličini video zapisa u praksi se ponekad izbjegava njihovo korištenje. Postoji nekoliko razloga za to, a jedan od glavnih je taj što zahtijevaju veće međuspremnike podataka i uzrokuju usporavanje procesa kodiranja i dekodiranja zato što je potrebno više okvira za njihovu rekonstrukciju. U konačnici, ovakva metoda omogućuje znatno veće omjere kompresije no isto tako ima određena ograničenja, prvenstveno u vidu ispravljanja mogućih pogrešaka nastalih prilikom kodiranja. Moguće su situacije u kojima postaje nemoguće rekonstruirati određene okvire ako kojim slučajem dođe do korupcije ili gubitka ključnih okvira koji su korišteni za njihovo komprimiranje.

Kao što je prethodno spomenuto, naziv MPEG predstavlja široko područje nekoliko različitih standarda. Prvi je MPEG-1 objavljen 1993. godine. Iako standard podržava znatno veće brzine prijenosa uglavnom je limitiran na 1,5 Mbit/s zato što je primarno razvijen kako bi se video VHS kvalitete mogao reproducirati s CD-a. Primarno se koristi kao kodek za Video CD format, ali se isto može koristiti kod videa niže kvalitete za DVD Video.<sup>59</sup>

Njega je naslijedio MPEG-2 objavljen 1995. te je pretežito usmjeren na TV prijenos i druge sustave sposobne za brzinu prijenosa od 4 Mbit/s na više. Drugi dio ovog standarda poznat kao H.262 određuje kvalitetu prijenosa video signala putem zemaljske, kablovske ili

<sup>58</sup> Iako se ova dva pojma uglavnom koriste kao sinonimi, između njih postoji određena suptilna razlika. Naime, slika može podrazumijevati cjeloviti okvir ili samo jedno isprepleteno polje, odnosno pola okvira. No ovakva distinkcija nije od presudne važnosti te se u ovome radu oba pojma koriste naizmjenično, neovisno o tome radi li se o cijelom okviru ili jednom polju.

<sup>59</sup> Mpeg-1. Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/MPEG-1> (20.7.2016.)

satelitske digitalne televizije, Super Video CD-a te DVD-a. U odnosu na prethodni standard MPEG-2 pruža punu podršku za komprimiranje isprepletenog videa, sadrži nekoliko različitih profila kodiranja te nudi više mogućnosti prilikom uzorkovanja boje.<sup>60</sup> MPEG-3 bio je planirani standard namijenjen za HDTV kompresiju, ali je zaključeno da je suvišan te je inkorporiran u MPEG-2.

Još bolje tehnike komprimiranja uvedene su 1998. godine kroz MPEG-4. Ovaj standard je u početku bio prvenstveno usmjeren na prijenos i prikaz videa putem niskopropusnih kanala poput Interneta, ali je kasnije dodatno razvijen. Drugi dio ovog standarda koriste brojni poznati kodeci kao što su DivX, Xvid i Nero Digital te se sastoji od brojnih profila koji podržavaju širok raspon kodiranja signala, od sustava niske rezolucije i propusnosti poput mobilnih telefona ili nadzornih kamera, preko SDTV-a pa sve do 4K rezolucije. Deseti dio poznat kao H.264 ili MPEG-4 AVC (*Advanced Video Coding*) danas je jedan od najčešće korištenih formata za snimanje, kompresiju i distribuciju video sadržaja. Jedna od glavnih zadaća AVC-a je pružanje veoma dobre kvalitete videa uz znatno niže brzine prijenosa nego prethodni standardi. Na primjer, H.264 daje istu kvalitetu digitalne satelitske TV slike kao i MPEG-2, ali uz upola manju brzinu prijenosa jer MPEG-2 funkcioniра na otprilike 3,5 Mbit/s, a H.264 na 1,5 Mbit/s. Ovaj standard se također koristi na HD DVD<sup>61</sup> i Blu-ray diskovima, ali i na poznatim internetskim servisima poput YouTubea i Vimea.<sup>62</sup>

Što se tiče komprimiranja s gubicima, kod video gradiva postoje dva osnovna pristupa. Principi ovakvog kodiranja načelno su isti kao i kod komprimiranja zvučnog gradiva pri čemu je glavna razlika u veličini video zapisa što podrazumijeva i veću količinu podataka koje je potrebno prenijeti po jedinici vremena. Prvi pristup je komprimiranje nepromjenjivim brojem bitova. Kod ovakvih zapisa potrebno je osigurati neprekidan prijenos podataka putem komunikacijskih kanala s unaprijed određenom nepromjenjivom propusnošću. Neprekidnost prijenosa je teže postići ako se radi o prijenosu putem mreže gdje je propusnost varijabilna. Zato se ovakav tip prijenosa primarno koristi za reprodukciju s DVD-a, digitalnih video traka, čvrstih diskova ili prijenos mrežom ako je osiguran zasebni kanal. Zapisi koji se pak komprimiraju promjenjivim brojem bitova osiguravaju stalnu kvalitetu slike i zvuka te se

<sup>60</sup> Ponlatha, S.; Sabeanian, R. S. Comparison of Video Compression Standards. International Journal of Computer and Electrical Engineering, vol. 5, br. 6, prosinac 2013. Str. 550. URL: <http://www.ijcee.org/papers/770-ET055.pdf> (20.7.2016.)

<sup>61</sup> HD DVD diskovi službeno su se prestali proizvoditi još 2008. godine nakon što su izgubili tržišni rat sa Blu-ray formatom.

<sup>62</sup> H.264/MPEG-4 AVC. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/H.264/MPEG-4\\_AVC](https://en.wikipedia.org/wiki/H.264/MPEG-4_AVC) (20.7.2016.)

dijele na jednostavan i složen prijenos podataka. Jednostavan prijenos s promjenjivim brojem bitova koristi se kada medij na kojem je gradivo pohranjeno ujedno služi i kao međuspremnik. S druge strane, složen prijenos koristi se kod istovremenog prenošenja podataka putem više kanala ili kod mrežnih sustava kod kojih je prosječan prijenos mrežom stalni, ali je različit broj korisnika.<sup>63</sup>

U konačnici, kao i kod ostalih vrsta gradiva potrebno je prethodno odrediti koji su ciljevi digitalizacije i ciljane skupine korisnika te kojom se opremom oni služe jer o tome primarno ovisi vrsta kompresije koja će biti primjenjena. Što se tiče izrade korisničkih kopija, preporuča se korištenje MPEG-1 formata za zapise VHS kvalitete, MPEG-2 za zapise DVD kvalitete te MPEG-4 za zapise web i HDTV kvalitete.<sup>64</sup>

#### **3.3.3.4. *Formati za pohranu i prijenos***

I ovdje postoji razlika između načina kodiranja i formata (spremnika ili omota) koji se koriste za pohranu i prijenos zapisa. Oblik kodiranja u principu određuje način na koji se slika i zvuk strukturiraju na najnižoj razini. Točnije, ono određuje sustav za prikaz boje, poduzorkovanje boje, dubinu bita i druge karakteristike koje su prethodno spomenute. Spremniči pak pružaju način pohrane, prijenosa i strukturiranja tih podataka na višoj razini te uglavnom sadrže mehanizme za pohranu tehničkih, deskriptivnih i drugih metapodataka. Danas se koristi nekoliko formata za dugoročnu pohranu video zapisa kao što su Microsoftov AVI (*Audio Video Interleave*) ili Appleov QuickTime (.MOV). No postoji jedan format koji je usvojen od strane većeg broja audiovizualnih arhiva te se o njemu sve više raspravlja kao o budućem standardu arhivske pohrane video zapisa, a to je MXF (*Material eXchange Format*).

Ovaj format je specifično izrađen kako bi se ispravili nedostatci drugih „neprofesionalnih“ formata te je definiran skupom SMPTE (*Society of Motion Picture and Television Engineers*) standarda. Svi podaci unutar MXF zapisa pohranjuju se u trojkama ključ-dužina-vrijednost (*key-length-value*). Ovakav pristup pridruživanja jedinstvenog ključa svakom komadu podataka omogućuje veću razinu fleksibilnosti. U osnovi, ako dekoder kojim slučajem ne razumije određeni ključ jednostavno ga preskače te prelazi na sljedeći. Također, jedna od prednosti MXF formata je ta što su zapisi podijeljeni na tri particije: zaglavljje, tijelo i podnožje. Ovakva struktura posebno je prikladna za pohranu i prikaz audiovizualnog gradiva te pruža nekoliko prednosti poput smanjenja memorijskih zahtjeva na strani dekodera zato što

<sup>63</sup> Stančić, H. Digitalizacija. Zavod za informacijske studije Odsjeka za informacijske znanosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009. Str. 92 i 93.

<sup>64</sup> Ibid., str. 94.

se u svakom trenutku radi na samo jednoj particiji, a ne na cijelom zapisu. Sami audio i video podaci mogu se nalaziti u zaglavlju ili tijelu zapisa te se pohranjuju u takozvani spremnik esencije (*essence container*). Trenutačno postoji samo jedan generički spremnik no prema različitim SMPTE specifikacijama moguće je unutar njega pohraniti skoro sve tipove podataka, odnosno podatke nastale različitim tipovima kodiranja i kompresije. MXF dokumentacija isto tako predviđa jednostavno dodavanje novih vrsta spremnika u budućnosti što je jedan od glavnih razloga predviđene dugovječnosti ovog formata. Najmanju jedinicu pohrane čine paketi sadržaja (*Content Packages*) koji se nalaze unutar spremnika. Svaki paket ima pet osnovnih elemenata ili stavki: slikovnu, zvučnu, sistemsku, podatkovnu te složenu stavku. Za prve dvije nije potrebno dodatno objašnjenje. Što se tiče ostalih, sistemska stavka sadrži pomoćne informacije kao što je vremenski kod, podatkovna sadrži teletekst, titlove i slične podatke dok složena služi za pohranu kompleksno isprepletene esencije kao što je slučaj kod DV formata. Postoje dva osnovna načina na koji paketi pohranjuju esenciju. Kod prvog postoji zaseban paket za svaku pojedinu vrstu esencije na razini cijelog zapisa (audio, video, vremenski kod itd.) što znači da dekoder mora čekati dostavu cijelog videa prije nego što može primiti audio i druge elemente. Drugi pristup koristi pakete u kojima se zajedno nalaze sve vrste esencije za pojedini okvir te omogućuje efikasniju reprodukciju jer su slika, zvuk i drugi elementi dostupni istovremeno. Metapodataci unutar zapisa su obavezni za zaglavlje no opcionalni za druge dvije particije te spadaju pod dvije osnovne kategorije, strukturnu i deskriptivnu. Strukturni metapodaci odnose se na elementarne karakteristike zapisa poput tipa kodiranja i kompresije gradiva, omjer slike, način sinkroniziranja videa i zvuka te sam fizički raspored bajtova koji čine datoteku. Deskriptivni metapodaci služe za pohranu različitih informacija poput naziva zapisa, stvaratelja, identifikacijskog broja itd. Kopija metapodataka često se stavlja u podnožje zapisa no ovakav postupak nije obavezan.<sup>65</sup>

MXF predstavlja veoma fleksibilan i dobro dokumentiran format. Njegova prilagodljiva struktura, sposobnost enkapsulacije svih tipova podataka te razrađenost sheme metapodataka zadovoljavaju potrebe većine današnjih audiovizualnih arhiva. U isto vrijeme, ta ogromna količina mogućih opcija ujedno predstavlja i njegov glavni nedostatak. Naime, različite institucije i arhivi implemeniraju one dijelove MXF specifikacija koji odgovaraju njihovim specifičnim potrebama što *de facto* rezultira sa stvaranjem brojnih podtipova istog formata. U praksi ovakvi postupci dovode do brojnih problema u interoperabilnosti između

---

<sup>65</sup> Ferreira, P. MXF – a technical overview. EBU Technical Review, 1. rujna 2010.  
URL:[https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev\\_2010-Q3\\_MXF-2.pdf](https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev_2010-Q3_MXF-2.pdf) (20.7.2016.)

različitih sustava koji koriste MXF zapise. Za ispravljanje ovakvih nekompatibilnosti često su potrebna napredna softverska rješenja.

### **3.4. Pohrana**

Ne tako davno, masovna pohrana digitalnog audiovizualnog gradiva bila je nemoguća misija. Zbog osnovnih karakteristika takvog gradiva, prije svega visokih procesorskih i memorijskih zahtjeva, filmsko i video gradivo uglavnom se čuvalo na izvornim medijima ili bi se u slučaju zastarijevanja analognih formata migriralo na razne digitalne video vrpce. Glavni nedostaci takvog pristupa, osim što gradivo ostaje nedostupno široj javnosti, su zastarijevanje i fizičko propadanje takvih medija. Ovo je naravno rezultat tržišnih uvjeta koji su diktirali njihov razvoj pri čemu dugovječnost medija nije smatrana prioritetom. Štoviše, brojni formati su zastarjeli prije nego što su uspostavili značajniju prisutnost na tržištu. Danas je situacija ponešto drugačija. Kontinuirano povećanje brzine procesora, sve veći kapaciteti medija za pohranu uz sve manje cijene te sve veći mrežni kapaciteti učinili su pohranjivanje i prijenos ogromnih količina video gradiva realnom opcijom. Naravno, i današnji mediji su itekako podložni tehnološkom zastarijevanju i cijelom nizu potencijalnih kvarova. S arhivskog stajališta još smo jako daleko od ideala nekakvog vječnog medija, no opcije koje su nam danas na raspolaganju omogućuju pohranu zaista velike količine audiovizualnog gradiva uz prihvatljive finansijske troškove. Još bitnije, omogućuju nam migriranje digitalnih zapisa na neke nove sustave za pohranu bez narušavanja njihove kvalitete, odnosno gubitka informacija. Štoviše, današnja tehnologija zaslužna je za promjenu cjelokupne paradigme od očuvanja nosača prema očuvanju samog informacijskog sadržaja.<sup>66</sup>

#### **3.4.1. Mediji za pohranu**

Iako danas postoji mnogo različitih tipova medija, za dugoročnu pohranu audiovizualnog gradiva pretežito se koriste magnetski i optički diskovi te magnetske trake.

##### **3.4.1.1. Magnetski disk**

Najzastupljeniji tip magnetskog diska čine takozvani čvrsti ili tvrdi diskovi (*hard drive*). Ovaj medij još uvijek čini većinu sekundarne memorije<sup>67</sup> iako se posljednjih godina

<sup>66</sup> Schüller, D. Strategies for the Safeguarding of Audio and Video Materials in the Long Term, u: *Audiovisual archives: A practical reader*, uredila Harrison, H. P. UNESCO, Pariz, ožujak 1997. Str. 295.

URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001096/109612eo.pdf> (20.7.2016.)

<sup>67</sup> Sekundarnu memoriju čine mediji koji nisu direktno dostupni procesoru. Točnije, računala se moraju koristiti ulazno-izlaznim kanalima kako bi pristupili sekundarnoj memoriji i prenijeli potrebne podatke u primarnu memoriju. Primarna memorija računala koristi poluvodičke medije, odnosno dobro poznatu RAM memoriju.

SSD (*solid state disk*) diskovi sve više nameću kao moguća alternativa. Čvrsti disk u stvarnosti sadrži nekoliko diskova montiranih na osovinu koji su s obje strane obloženi magnetskim materijalom za snimanje podataka. Za svaku zasebnu površinu diska postoji glava koja se koristi za čitanje i zapisivanje. Strukturu diskova čine kružne staze na koje se podaci zapisuju, a svaka staza je dodatno podijeljena na sektore. Ti sektori čine osnovnu jedinicu pohrane te obično sadržavaju 512 bajtova. Podacima na disku se pristupa nasumično (*random access*) što znači da se mogu zapisivati i čitati u bilo kojem redoslijedu iako ih operativni sustavi prikazuju kao linearni niz blokova podataka. Performanse diska određuje nekoliko osnovnih karakteristika. Prva je vrijeme traženja (*seek time*). Ova vrijednost predstavlja vrijeme koje je potrebno glavi da nađe stazu na disku na koju će se podaci zapisati ili čitati. Danas se ovo vrijeme kreće oko nekih 4 milisekunde za kvalitetnije serverske diskove. Druga karakteristika je rotacijska latentnost (*rotational latency*). Ona predstavlja vrijeme koje je potrebno disku da pozicionira traženi sektor ispod glave za čitanje te ovisi o samoj rotacijskoj brzini diska. Za diskove koji se okreću 15.000 puta u minuti ovo vrijeme iznosi manje od 2 milisekunde. Kombinirajući vrijeme traženja i latentnosti izračunava se prosječno vrijeme pristupa ili odaziva diska. Jedna od bitnijih karakteristika svakako je brzina prijenosa podataka. Današnji prosječni diskovi koji se okreću 7.200 puta u minuti prilikom pisanja ili čitanja teoretski mogu prenositi podatke na oko 200 megabajta po sekundi.<sup>68</sup> U stvarnosti taj iznos je uvijek manji jer se podaci ne zapisuju u nizu nego na različitim područjima diska. Što se tiče kapaciteta, novije generacije diskova mogu pohraniti i do 10 TB podataka iako se trend povećanja kapaciteta počeo usporavati posljednjih godina. Zbog toga su današnji prizvođači započeli s testiranjem novih načina povećanja gustoće kako bi i dalje mogli pratiti Mooreov zakon. Jedan od tih novijih pristupa je HAMR (*Heat Assisted Magnetic Recording*) način zapisivanja koji uz glavu koristi i laser što omogućuje veću gustoću pohrane. Neke kompanije su usvojile alternativniji pristup te se usredotočile na druge aspekte. Zanimljiv primjer je hibridni sustav za pohranu ALTO II koji koristi diskove za pohranu podataka, ali ih pokreće samo kada je potrebno dohvati datoteke ili kada sustav obavlja dijagnostičke preglede. Suštinski, ALTO II tretira diskove kao trake te je dizajniran za pohranu velikih količina podataka kojima se rijetko pristupa.<sup>69</sup>

Trajinost ovakvih sustava za pohranu naravno ovisi o izdržljivosti samih diskova što se uglavnom izražava s prosječnim brojem radnih sati između dva kvara (*Mean Time Between*

---

<sup>68</sup> Hard disk drive. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Hard\\_disk\\_drive](https://en.wikipedia.org/wiki/Hard_disk_drive) (20.7.2016.)

<sup>69</sup> AV Digitisation and Digital Preservation: TechWatch Report #01. PrestoCentre, veljača 2014. Str. 6.

URL: [https://www.prestocentre.org/system/files/library/resource/techwatch\\_report\\_01\\_2014\\_0.pdf](https://www.prestocentre.org/system/files/library/resource/techwatch_report_01_2014_0.pdf) (20.7.2016.)

*Failure – MTBF*). Ove vrijednosti kreću se od 300.000 do čak 1,5 milijuna radnih sati što predstavlja životni vijek od 34 do 175 godina. Budući da je očito kako ovaj standard ne pruža stvarne informacije o životnom vijeku diskova brojni proizvođači počeli su primjenjivati takozvanu godišnju stopu kvara (*Annual Failure Rate - AFR*). AFR predstavlja predviđeni postotak uređaja iz iste serije koji će doživjeti veći kvar unutar godinu dana kontinuiranog korištenja. Ovakve vrijednosti naravno nisu stalne te imaju tendenciju rasta što su diskovi stariji. Prema istraživanju Googlea provedenog 2007. godine AFR je iznosio oko 1,7% unutar prve godine korištenja te 8,6% za diskove starije od tri godine.<sup>70</sup> Što se tiče osiguranja autentičnosti zapisa u vidu nemogućnosti njihove promjene nakon što su jednom pohranjeni magnetski diskovi ne posjeduju ugrađenu sposobnost WORM (*write once read many*) načina zapisivanja, odnosno sposobnost da se jednom zapisani podaci ne mogu mijenjati ni brisati. No to je ipak moguće postići softverskom emulacijom što predstavlja dostatan mehanizam zaštite za većinu audiovizualnih arhiva.

Kao što je već spomenuto, čvrsti diskovi još uvijek predstavljaju glavni izbor za sekundarnu memoriju iako su SSD diskovi već neko vrijeme napredniji u mnogim aspektima. Jedan od glavnih razloga je taj što su čvrsti diskovi i dalje cjenovno pristupačniji. Prosječni 3,5 inčni disk danas košta oko 0,05 američkih dolara po GB dok se cijena za SSD kreće oko 0,37 dolara po GB. No uz tendenciju daljnog pada cijena SSD diskova situacija bi se mogla drastično promijeniti. Ipak, kod arhivske pohrane podataka jedan bitan faktor još uvijek presuđuje u korist čvrstih diskova. Naime, kada se pohranjuju u takozvanom neizravnom sustavu (*off-line*), magnetski medij zadržava podatke znatno duže od flash memorije koju koristi SSD.<sup>71</sup>

#### **3.4.1.2. Optički disk**

Optički mediji dostupni su u obliku traka i diskova. Iako su trake prisutne već neko vrijeme još uvijek nisu postigle značajniju zastupljenost na tržištu. Zbog toga većinu današnjih optičkih video i audio nosača čine diskovi. Njihov naziv dolazi od samog načina na koji se podaci zapisuju i čitaju, a to je korištenjem laserskog svjetla. Točnije, podaci se zapisuju u kombinaciji udubljenja i ravnih površina na disku. Ovakve strukture različito reflektiraju lasersko svjetlo, a ta razlika u intenzitetu svjetla se koristi za određivanje bitnog uzorka podataka pohranjenih na mediju. Kod većine optičke tehnologije, sam medij i uređaj

<sup>70</sup> Pinheiro, E.; Weber, W. D.; Barroso, L. A. Failure Trends in a Large Disk Drive Population. Google Inc., 1600 Amphitheatre Pkwy Mountain View, CA 94043, SAD, veljača 2007. Str. 4.

URL: [http://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/en//archive/disk\\_failures.pdf](http://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/en//archive/disk_failures.pdf) (20.7.2016.)

<sup>71</sup> Solid-state drive. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state\\_drive](https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state_drive) (20.7.2016.)

za čitanje su odvojeni. Konkretno, to znači da se prilikom čitanja i zapisivanja podataka medij mora umetnuti u uređaj za pogon optičkog diska. Zbog toga se većina optičkih medija ubraja pod tercijarnu pohranu. Treba napomenuti kako se pod pojmom optičkog diska uglavom podrazumijeva CD (*Compact Disk*) ili neka njegova kasnija varijanta. Većinu materijala CD-a čini polikarbonatska podloga dok se za reflektivni materijal uglavnom koristi aluminij. Podaci se zapisuju u kontinuiranom spiralnom uzorku koji se proteže od sredine prema rubu diska. Standardni CD je promjera od 12 cm te može pohraniti do 80 minuta nekomprimiranog zvuka ili 700 MB podataka.<sup>72</sup> Brzina prijenosa podataka prvih CD-a bila je oko 1,2 Mbps te se označavala kao 1x. Današnji primjeri mogu postizati brzine veće od 52x iako sama brzina ovisi o tipu podataka koji se prenose.<sup>73</sup>

Do danas su razvijeni brojni podtipovi CD-a koji se razlikuju po načinu zapisivanja i vrsti podataka za koju su namijenjeni. Osnovni tip čine diskovi koji se koriste samo za čitanje (*ROM - read only memory*). CD-ROM medij sadrži podatke koji su unaprijed zapisani te se ne mogu naknadno snimati ni brisati, a uglavnom se koristi za distribuciju softvera ili multimedijskih sadržaja poput video igara. Drugu skupinu čine CD-R (*CD-Recordable*) diskovi koji koriste WORM način zapisivanja. Kod ovakvih diskova moguće je kontinuirano dodavati podatke, no kada se jednom zapišu više se ne mogu mijenjati ni brisati. Ovo je moguće zbog dodatnog sloja organske boje. Prilikom zapisivanja laser zagrijava ovu boju te stvara specifične uzorke spaljenih i čistih područja. Kod čitanja se koristi laser niže energije koji prepoznaje ta područja na isti način kao što se prepoznaju udubljenja i ravne površine kod ROM diskova. Ovakva mogućnost daje određenu prednost optičkim diskovima kod arhivske pohrane podataka zato što pruža najbolji mehanizam osiguranja autentičnosti, tj. nepromjenjivosti izvorno pohranjenih podataka. I posljednji tip čine CD-RW (*CD - rewritable*) diskovi na koje je moguće kontinuirano zapisivati i brisati podatke. Ovaj medij koristi dodatni sloj metalne legure koju laser doslovno topi prilikom zapisivanja stvarajući uzorke amorfnih i kristaliziranih područja. Ova područja reprezentiraju bitne vrijednosti isto kao i udubljenja kod ROM diskova, no zbog toga što je ovaj proces reverzibilan moguće je brisati podatke s ovakvih medija. Osim načina zapisivanja, CD-i se razlikuju i po vrsti podataka za koje su namijenjeni. Među prvim verzijama je CD-DA (*CD - Digital Audio*) namijenjen za pohranu i prijenos zvučnih zapisa. Štoviše, ovaj format je definirao standard CD audio zapisa koji se kodira na 44,1 kHz uz dva 16-bitna kanala. Jedan od specijaliziranih

<sup>72</sup> Compact disk. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Compact\\_disc](https://en.wikipedia.org/wiki/Compact_disc) (20.7.2016.)

<sup>73</sup> CD and DVD writing speed. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/CD\\_and\\_DVD\\_writing\\_speed](https://en.wikipedia.org/wiki/CD_and_DVD_writing_speed) (20.7.2016.)

formata je i Video CD, razvijen kao prvi format za distribuciju videa na standardnim optičkim diskovima koji se koristi MPEG-1 standardom za kodiranje videa i zvuka. Kvaliteta zapisa na VCD-u je usporediva s kvalitetom VHS zapisa.

Prvu veću nadogradnju CD-a predstavlja DVD (*Digital Versatile Disk*) medij namijenjen za pohranu svih vrsta podataka. Iako je istih dimenzija posjeduje znatno veći kapacitet od standardnog CD-a. Povećanje gustoće pohrane prvenstveno je postignuto korištenjem lasera manje valne duljine. Osim toga, DVD koristi obje strane diska za zapisivanje uz dodavanje drugog sloja za pohranu podataka. To znači da se kapacitet kreće od 4,38 GB (jedna strana, jedan sloj) do 15,9 GB (dvije strane, dva sloja).<sup>74</sup> Iako upotrebljavaju ponešto drugačije metode, DVD mediji koriste iste tipove zapisivanja i čitanja podataka (ROM, R i RW). Za distribuciju audio i video zapisa uglavnom se koriste DVD-Audio i DVD-Video formati. DVD-Video koristi MPEG-2 kompresiju uz 8-bitni YcbCr s 4:2:0 poduzorkovanjem te podržava isprepleteni i progresivni način prikazivanja slike do 30 puta u sekundi. Za zvučnu komponentu je podržano do osam kanala PCM, Dolby Digital, MPEG-2 ili DTS (*Digital Theater Systems*) zvuka.<sup>75</sup> DVD-Audio nudi sve standardne konfiguracije audio kanala uz različite frekvencije uzorkovanja i bitne dubine. Zvuk se pohranjuje u linearном PCM formatu uz opcionalnu kompresiju.<sup>76</sup> Brzina prijenosa prvih DVD-a iznosila je 11,08 Mbps (1x) dok su današnji primjerici sposobni za 24x. Posljednja nadogradnja predstavljena je u obliku Blu-ray<sup>77</sup> formata. Ovaj medij koristi laser još manje valne duljine što omogućuje kapacitet od 25 GB po sloju, odnosno 50 GB za dvoslojne diskove koji su industrijski standard. Blu-ray podržava tri načina kodiranja video zapisa: MPEG-2, MPEG-4 (H.264) i SMPTE VC-1<sup>78</sup> uz 8-bitni YcbCr te 4:2:0 poduzokovanje. Za zvučni dio je podržano maksimalno 8 kanala DTS, Dolby Digital ili linearog PCM zvuka. Početna brzina prijenosa Blu-ray diskova iznosi 36 Mbps što je i više nego dovoljno za snimanje televizijskih programa visoke definicije, no za potrebe prikazivanja filmova potrebna je nešto veća brzina od 54 Mbps što znači da bi minimalna brzina uređaja namijenjenih za reprodukciju

<sup>74</sup> Sadndstå, O. Tertiary Storage in Digital Video Archives. Department of Computer and Information Science, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norveška, svibanj 2004. Str. 28.

URL: [https://www.idi.ntnu.no/grupper/dif/research/phd\\_thesis/2004/26\\_Olav\\_Sandstaa.pdf](https://www.idi.ntnu.no/grupper/dif/research/phd_thesis/2004/26_Olav_Sandstaa.pdf) (20.7.2016.)

<sup>75</sup> DVD-Video. Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/DVD-Video> (20.7.2016.)

<sup>76</sup> DVD-Audio. Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/DVD-Audio> (20.7.2016.)

<sup>77</sup> Naziv medija dolazi od boje lasera koji se koristi iako je njegova valna duljina 405 nm što tehnički predstavlja ljubičasti dio spektra.

<sup>78</sup> VC-1 je Microsoftov format za video kodiranje objavljen 2003. Podržava kodiranje video zapisa od 96 kbit/s za zapise niske rezolucije pa sve do 135 Mbit/s za HD zapise. Primarno se koristi na Blu-ray i HD DVD diskovima te unutar Microsoftovog Silverlight okruženja. Izvor: VC-1. Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/VC-1> (20.7.2016.)

komercijalnih filmova trebala biti 2x.<sup>79</sup> Blu-ray specifikacija predviđa brzine prijenosa do 16x što iznosi impresivnih 576 Mbps. Najnoviju verziju ovih diskova predstavlja Ultra HD Blu-ray koji podržava 4K rezoluciju (3840x2160) uz 60 slika po sekundi te koristi HEVC (*High Efficiency Video Coding*) kodiranje. Ovaj standard, poznat pod nazivom H.265, smatra se potencijalnim nasljednikom MPEG-4 standarda zato što omogućuje duplo veće omjere kompresije odnosno značajno poboljšanu kvalitetu videa uz iste brzine prijenosa.<sup>80</sup>

Što se tiče izdržljivosti optičkih diskova, njihovo vrijeme korištenja je iznimno teško procijeniti. Kod ovakvih medija treba uzeti u obzir sam način njihove proizvodnje, kemijski sastav korištenih materijala, osjetljivost na promjene u temperaturi i vlazi, način rukovanja i pohranjivanja, izloženost UV svjetlu itd. Imajući to na umu, većina proizvođača kao minimalnu granicu navodi nekoliko desetljeća što naravno uvelike ovisi o pravilnom načinu rukovanja i pohrane diskova. Konkretno, navode se brojke od 50-200 godina za CD-R te 20-100 godina za CD-RW dok je trajnost DVD-a procijenjena na 30-100 godina za DVD-R te do 30 godina za DVD-RW i DVD-RAM. Proizvođači Blu-ray diskova navode životni vijek od 100 do 150 godina.<sup>81</sup> S obzirom na brojne fizičke nedostatke optičkih diskova ne preporučuje se njihovo korištenje za arhivsku pohranu audiovizualnog gradiva te se smatra kako su, u najboljem slučaju, samo privremeno rješenje. Unatoč tomu, danas postoji nekoliko konkretnih sustava za arhivsku pohranu velikih količina podataka koji koriste specifičan tip ovakvih diskova. Jedan od njih je arhivski sustav optičkih diskova (*Optical Disk Archive System*) u vlasništvu Sonya. Njihovi diskovi imaju životni vijek od preko 50 godina te mogu čitati podatke pri brzini većoj od 1 Gbps.<sup>82</sup> S druge strane Panasonic promovira svoj slični sustav čiji se kapacitet mjeri u petabajtima. Oba sustava koriste posebnu vrstu optičkog medija, takozvani arhivski disk koji je razvijen u suradnji ovih dviju kompanija. Radi se o disku koji je istih dimenzija kao standardni Blu-ray s tri sloja na svakoj strani te ne zahtijeva posebne uvjete pohrane poput stalne temperature ili vlažnosti. Prva generacija ovih diskova posjeduje 300 GB kapaciteta s projekcijom rasta do 1 TB u sljedećih nekoliko godina.<sup>83</sup>

---

<sup>79</sup> Blu-ray FAQ: How fast can you read/write data on a Blu-ray disc? Blu-ray.com.

URL: [http://www.blu-ray.com/faq/#bluray\\_speed](http://www.blu-ray.com/faq/#bluray_speed) (20.7.2016.)

<sup>80</sup> High Efficiency Video Coding. Wikipedia.

URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/High\\_Efficiency\\_Video\\_Coding](https://en.wikipedia.org/wiki/High_Efficiency_Video_Coding) (20.7.2016.)

<sup>81</sup> Understanding CD-R & CD-RW: Disk Longevity. Optical Storage Tehnology Association, siječanj 2003.

URL: <http://www.osta.org/technology/cdq13.htm> (20.7.2016.) i Understanding Recordable & Rewritable DVD: Disk Longevity. Optical Storage Tehnology Association, travanj 2004.

URL: <http://www.osta.org/technology/dvdqa/dvdqa11.htm> (20.7.2016.)

<sup>82</sup> AV Digitisation and Digital Preservation: TechWatch Report #01. PrestoCentre, veljača 2014. Str. 6.

URL: [https://www.prestocentre.org/system/files/library/resource/techwatch\\_report\\_01\\_2014\\_0.pdf](https://www.prestocentre.org/system/files/library/resource/techwatch_report_01_2014_0.pdf) (20.7.2016.)

<sup>83</sup> Archival Disc. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Archival\\_Disc](https://en.wikipedia.org/wiki/Archival_Disc) (20.7.2016.)

### **3.4.1.3. Magnetske trake**

Magnetske trake zajedno s optičkim diskovima čine većinu današnje tercijarne memorije. Sastoje se od magnetskog pigmenta koji je presvučen preko tankih plastičnih vrpči te u odnosu na ostale vrste medija nude najveću gustoću pohrane, ali i puno veće vrijeme pristupa podacima. Glavni razlog leži u tome što vrpce za razliku od čvrstih diskova koriste sekvenčijalni pristup. Osim toga, trake je poput optičkih diskova potreбно zasebno umetati u uređaj za čitanje. Zbog ovoga vrijeme pristupa podacima na njima može iznositi i po nekoliko minuta. Budući da vrijeme pristupa gradivu koje se rjeđe koristi nije od presudne važnosti, arhivi su pretežito koristili magnetske vrpce za dugoročnu pohranu podataka. Isto tako, iako su sami uređaji za čitanje skuplji od čvrstih diskova, pojedinačne trake su relativno jeftine što ih čini financijski isplativijom opcijom za pohranu velikih količina audiovizualnog gradiva. Postoje tri osnovne kategorije magnetskih traka koje se razlikuju po načinu zapisivanja. Prvu čine uređaji s poprečnim ili okomitim (*transverse*) skeniranjem. Kao što sam naziv kaže, ovi uređaji sadrže glave na rotirajućem disku koje su postavljene okomito u odnosu na trake te zapisuju podatke po njihovoј širini. Ovakav sustav korišten je u prvim magnetoskopskim vrpčama kao što su dvostrukne kvadrupeksne vrpce tvrtke Ampex. Druga skupina uređaja koristi spiralno skeniranje (*helical scan*) te se može smatrati podkategorijom okomitog skeniranja. Ovi uređaji zapisuju podatke na vrpcu u obliku dijagonalnih staza koristeći blago nagnutu glavu za zapisivanje koja je montirana na brzo rotirajući cilindar. Spiralnu metodu snimanja koriste gotovo svi sustavi video kasete (npr. VHS) te nekoliko formata podatkovnih traka. Posljednju kategoriju čine linearne vrpce kod kojih više magnetskih glava zapisuje podatke u paralelnim stazama cijelom dužinom vrpce. Novija vrsta linearnih vrpci implementira takozvanu vijugavu strukturu zapisa. Naime, nakon zapisivanja staze dužinom vrpce, glava se pomiče te zapisuje sljedeću stazu u suprotnom smjeru. Za razliku od standardnih linearnih vrpči ovakav pristup omogućuje znatno veći kapacitet pohrane uz istu duljinu trake i isti broj glava.<sup>84</sup>

Danas postoje tri različite tehnologije koje koriste linearne vrpce:

1. QIC (*Quarter Inch Cassette*) je standard prvotno razvijen za proizvodnju jeftinih traka sa skromnim kapacitetom i brzinom prijenosa, no kasnije verzije su znatno poboljšane.

---

<sup>84</sup> Magnetic tape data storage. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic\\_tape\\_data\\_storage](https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_tape_data_storage) (20.7.2016.)

Kazete dolaze u formatima od 60 MB do 140 GB s brzinom prijenosa podataka do 6 MB/s.<sup>85</sup>

2. DLT (*Digital Linear Tape*) koristi poluinčne vrpce u patronama s jednim kolutom za namatanje. Prilikom umetanja u uređaj za čitanje vrpca se montira na drugi kolut unutar uređaja. Dostupne su u formatima od 10 do 800 GB s brzinom prijenosa do 60 MB/s. Zbog slabije prodaje Quantum korporacija je 2007. godine prestala s proizvodnjom novijih generacija.<sup>86</sup>
3. LTO (*Linear Tape Open*) predstavlja otvoreni standard za pohranu podataka razvijen u suradnji IBM-a, HP-a i Seagatea. Vrpce su bazirane na Ultrium standardu s prvoj verzijom izdanom 2000. godine uz kapacitet od 100 GB. Najnovija generacija može pohraniti 6 TB podataka s brzinom prijenosa do čak 300 MB/s.

LTO vrpce su jedan od najpopularnijih izbora audiovizualnih arhiva za pohranu velikih količina podataka. Prije pojave ovih vrpci na tržištu arhivi su ovisili o pojedinim proizvođačima za pristupanje podacima na vrpcama što je uzrokovalo dodatne probleme prilikom nadogradnji sustava na novije verzije. Upravo zato je 2000. godine osnovan LTO forum kako bi stvorio industrijski standard, odnosno kako bi se omogućila kompatibilnost između vrpci različitih proizvođača. Jedna od većih inovacija foruma je LTFS (*Linear Tape File System*) sustav datoteka koji uvodi koncept particija na vrpcama. U osnovi, ovaj sustav sastoji se od dvije particije pri čemu prva sadrži same podatke dok se na drugoj nalazi njihov indeks, odnosno metapodaci. Metapodaci se zapisuju u standardnoj XML shemi te ih prepoznaju svi sustavi koji koriste LTFS. Suštinski, ovaj sustav prikazuje zapise kao datoteke te se zahvaljujući njemu vrpce mogu koristiti slično kao i drugi izmjenjivi mediji poput eksternih tvrdih diskova.<sup>87</sup> Današnje verzije posjeduju brojne napredne mogućnosti. Najnovije LTO-7 vrpce nude 256-bitnu enkripciju podataka te su čak 88% brže od LTO-6 formata. Kapacitet im doseže do 6 TB po patroni uz brzinu prijenosa do 300 MB/s. Treba napomenuti kako se kod prodaje ovih vrpci prikazuju brojke od 15 TB kapaciteta uz prijenos do 750 MB/s, no ovo se odnosi na zapise na koje se može primijeniti vrsta kompresije ugrađena u same uređaje.<sup>88</sup> Iako je tip kompresije bez gubitaka, u konačnici ovo nema veliki utjecaj na video gradivo jer će ono već biti prethodno komprimirano ili pak pohranjeno u

---

<sup>85</sup> Sadndstå, O. Tertiary Storage in Digital Video Archives. Department of Computer and Information Science, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norveška, svibanj 2004. Str. 31.

URL: [https://www.idi.ntnu.no/grupper/dif/research/phd\\_thesis/2004/26\\_Olav\\_Sandstaa.pdf](https://www.idi.ntnu.no/grupper/dif/research/phd_thesis/2004/26_Olav_Sandstaa.pdf) (20.7.2016.)

<sup>86</sup> Digital Linear Tape. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_Linear\\_Tape](https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Linear_Tape) (20.7.2016.)

<sup>87</sup> Linear Tape-Open. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Linear\\_Tape-Open](https://en.wikipedia.org/wiki/Linear_Tape-Open) (20.7.2016.)

<sup>88</sup> LTO Generation 7. Ultrium LTO. URL: <http://www.lto.org/technology/lto-generation-7/> (20.7.2016.)

nekomprimiranom obliku. LTO vrpce također posjeduju jako dobre algoritme za detekciju i ispravljanje pogrešaka nastalih prilikom zapisivanja podataka, a zbog toga što ne sadrže osjetljive pokretne dijelove poput čvrstih diskova uglavnom su dosta izdržljive. No kao i kod prethodnih medija trajnost magnetskih traka, a time i sustava za pohranu koji ih koriste, ovisi o nekoliko čimbenika. Jedan od njih je sam način čitanja. Naime, za razliku od čvrstih i optičkih diskova kod traka dolazi do fizičkog kontakta između medija i čitača. To znači da s vremenom neizbjegno dolazi do trošenja materijala. Uz to, trake su osjetljive na promjene u temperaturi i vlažnosti što u konačnici znači da zapise treba periodički provjeravati te po potrebi migrirati na novije trake.<sup>89</sup> Unatoč ovim određenim nedostatcima današnji LTO formati imaju predviđeni životni vijek od 15 do 30 godina, uz uvjet da se vrpcama pravilno rukuje te da ih se pohranjuje u optimalnim uvjetima. Magnetske trake, kao i čvrsti diskovi, mogu emulirati sposobnost WORM načina zapisivanja. Kod njih je ona implementirana na hardverskoj razini u uređajima za čitanje i zapisivanje.<sup>90</sup>

Veliki broj sofisticiranih arhivskih rješenja bazira se na ovim vrpcama. Jedan primjer je SXL-5000 video arhiv XenData kompanije. Radi se o prilagodljivoj robotskoj biblioteci koja koristi LTO-7 vrpce te nudi kapacitet u rasponu od 500 TB do 2.8 PB u poluizravnom sustavu. Uz vrpce, sustav je dodatno opremljen arhivskim serverom koji se sastoji od polja diskova u HDD ili SSD varijanti. Na ovim diskovima se pretežito čuvaju zapisi kojima se često pristupa. Teoretski, ovakvi arhivski sustavi posjeduju beskonačni kapacitet jer ne postoje nikakva ograničenja u korištenju vrpcu pohranjenih u neizravnom (*off-line*) obliku.<sup>91</sup> Danas su na tržištu dostupna brojna ovakva ili slična rješenja posebno prilagođena potrebama većih i manjih audiovizualnih arhiva.

### 3.4.2. Sustavi za pohranu i prijenos

Konačni cilj digitalizacije audiovizualnog gradiva je povećanje njegove dostupnosti. U tom kontekstu, pitanja pohrane i prijenosa su međusobno povezana. Štoviše, sam odabir medija i sustava za pohranu određuje način na koji se tom gradivu pristupa. Postoji nekoliko različitih kategorija sustava za pohranu i prijenos podataka:

---

<sup>89</sup> Stančić, H. Digitalizacija. Zavod za informacijske studije Odsjeka za informacijske znanosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009. Str. 121.

<sup>90</sup> Ibid., str. 122.

<sup>91</sup> SXL-5000 Series: LTO Digital Video Archives. XenData, 24. prosinca 2015.

URL: [http://www.xendata.com/Assets\\_Products/SXL-5000\\_datasheet.pdf](http://www.xendata.com/Assets_Products/SXL-5000_datasheet.pdf) (20.7.2016.)

1. Izravni sustavi (*on-line*) pružaju direktni pristup (*Direct Access Storage*) pohranjenim podacima. Ovakvi sustavi koriste čvrste diskove za postizanje brzog pristupa gradivu. Kako bi poboljšali njihove performanse diskovi se uglavnom spajaju u takozvanu RAID (*Redundant Array of independent disks*) konfiguraciju. Jednostavno rečeno, radi se o virtualizacijskoj tehnologiji koja spaja nekoliko fizičkih diskova u jednu logičku cjelinu.<sup>92</sup> Ova metoda omogućuje dijeljenje zapisa na blokove prilikom pohranjivanja gradiva te zapisivanje svakog bloka na drugi disk čime se efektivno smanjuje vrijeme koje je potrebno za zapisivanje, ali i čitanje podataka. Kao što je prethodno spomenuto, današnji SSD diskovi nude još bolje performanse u ovakvim konfiguracijama, ali su nažalost još uvijek preskupi. Trajnost ovakvih sustava ovisi o izdržljivosti samih diskova no RAID sustavi načelno posjeduju određenu razinu redundancije koja sprječava gubitak podataka u slučaju kvara diska te omogućuju izmjenu diskova za vrijeme rada sustava.
2. Poluizravni sustavi (*near-line*) koriste jeftinije medije poput CD, DVD, Blu-ray diskova ili magnetskih traka. Ovakvi sustavi nude velike kapacitete i relativno niže cijene, ali i manje brzine pristupa gradivu. Naime, za razliku od prethodnog tipa poluizravnih sustava nisu odmah dostupni ulazno-izlaznim kanalima (*input/output*), ali ih se može učiniti dostupnima u relativno kratkom roku bez ljudske intervencije. Treba napomenuti kako polja čvrstih diskova koji se pokreću samo kod pristupanja podacima (*Massive Array of Idle Disks - MAID*) spadaju pod poluizravni tip pohrane prema ovoj definiciji.<sup>93</sup> Ovakvi sustavi sastoje se od smještajnog dijela, nekoliko čitača i robotske ruke koja prenosi medije između čitača i smještajnog mjesto. Sustavi manjeg kapaciteta nazivaju se diskovni automati (*jukebox*) dok se oni većeg kapaciteta nazivaju silosi.<sup>94</sup>
3. Hijerarhijski sustavi (*Hierarchical Storage Management - HSM*) predstavljaju kombinaciju izravnog i poluizravnog tipa. U ovakvima noviji zapisi koji se češće koriste se pohranjuju na čvrstim diskovima zbog toga što oni omogućuju veću brzinu pristupa. Zapisi kojima se rijđe pristupalo migriraju se na magnetske trake, optičke diskove ili neke druge izmjenjive medije. S korisničke strane nije vidljivo gdje se traženi zapis nalazi jer se ovakvi sustavi prikazuju kao jedna cjelina. Upravo ovaku hijerarhijsku arhitekturu često koriste radiotelevizijske kuće u svom

<sup>92</sup> RAID. Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/RAID> (20.7.2016.)

<sup>93</sup> Computer data storage. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_data\\_storage](https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_data_storage) (20.7.2016.)

<sup>94</sup> Stančić, H. Digitalizacija. Zavod za informacijske studije Odsjeka za informacijske znanosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009. Str. 117.

svakodnevnom poslovanju. Izravni dio njihovih sustava sastoji se od diskovnih uređaja koji se nazivaju video serveri ili poslužitelji. Ovi uređaji zaduženi su za prihvat, pohranu i reprodukciju audio i video materijala. Na njima se nalazi nekoliko sati programa namijenjenog za emitiranje te ih se konstantno provjerava i ažurira. Najčešće su pod kontrolom nekakvog sustava za automatizaciju koji je jedina aplikacija s dopuštenim pristupom. Kod određenih inačica ovakvih uređaja s višim kapacitetom moguće je pohraniti dovoljno materijala za dva do tri dana emitiranja. Za neizravni dio sustava radiotelevizijske institucije uglavnom koriste magnetske trake koje još uvijek predstavljaju financijski najisplativiju opciju. Na ove trake zapisi se automatski migriraju nakon njihovog emitiranja. Uz to, ovakve institucije često sadržavaju i posebne diskovne servere za pregled i pronalaženje materijala na kojima se nalaze kopije zapisa s medijskog servera. Kopije su komprimirane u puno nižoj rezoluciji te omogućuju svim zaposlenicima istovremeni pristup i pregledavanje materijala. Nakon što je korisnik identificirao traženo gradivo sustav mu omogućuje pristup originalnim zapisima pomoću metapodataka koji se nalaze u bazi podataka.<sup>95</sup>

4. Neizravni sustavi za pohranu (*offline*) ne pružaju direktni pristup gradivu. Njihova osnovna karakteristika je ta što pohranjeni podaci nisu pod direktnom kontrolom nekog automatiziranog sustava već je potrebna ljudska intervencija kako bi im se pristupilo. Zbog toga je kod ovakvih sustava od presudne važnosti da baza metapodataka točno pokazuje na medij na kojem se traženi podaci nalaze.
5. Sustavi za mrežnu pohranu (*Network Attached Storage - NAS*) funkcioniraju na sličnom principu kao i izravni sustavi no za razliku od njih oni se spajaju direktno na mrežu. Točnije, to znači da ovi sustavi ne funkcioniraju kao proširenje kapaciteta poslužitelja nego se priključuju na mrežu kao samostalne računalne jedinice. Najčešće se radi o RAID sustavu kojem se za potrebe konfiguracije pristupa izravnim spajanjem na njihovu mrežnu adresu.
6. Mreža za pohranu (*Storage Area Network - SAN*) predstavlja koncept pohrane podataka na institucionalnoj razini. U suštini se radi o podmreži povezanoj s računalnom mrežom institucije koja je zadužena za povezivanje svih uređaja za trajnu pohranu podataka. Ovaj koncept objedinjuje sve prethodne sustave za pohranu te

---

<sup>95</sup> Digital Video Archiving: The Evolving Reality of Any Content, Anywhere, Anytime. Oracle white paper, svibanj 2015. URL: <http://www.oracle.com/us/products/digital-video-archiving-wp-2549967.pdf> (20.7.2016.)

omogućuje njihovo upravljanje s jednog mesta. Za razliku od NAS-a koji koristi datoteke kao osnovnu jedinicu pohrane, SAN organizira podatke u blokove.<sup>96</sup>

7. Pohrana u oblaku (*cloud storage*) je relativno noviji primjer sustava za pohranu i prijenos podataka. Unutar ovog koncepta vanjski pružatelj usluge zadužen je za većinu aspekata dugoročne pohrane podataka kao što su nabava i održavanje računalne opreme te upravljanje i održavanje samih podataka. Pružatelj usluge također osigurava konstantnu dostupnost i sigurnost podataka kroz postupke poput enkripcije i izrade sigurnosnih kopija. Osnovni model ovakvog servisa je takozvani javni oblak (*public cloud*) u kojem više korisnika iznajmljuje ili kupuje prostor za pohranu na virtualnim serverima koji se mogu nalaziti u različitim zemljama ili kontinentima. Korisnik podacima pristupa putem Interneta koristeći standardne web protokole kao što su SOAP (*Simple Object Access Protocol*) ili REST (*Representational State Transfer*). Drugi model je takozvani privatni oblak (*private cloud*) koji koristi istu vrstu infrastrukture, ali ona je namijenjena isključivo kompaniji ili instituciji koja ju iznajmljuje. U ovome slučaju sami serveri se uglavnom nalaze unutar prostorija institucije čime se postiže veća razina kontrole nad podacima kao i veća razina sigurnosti. Treći model je hibridni oblak (*hybrid cloud*) koji implementira elemente iz prethodna dva pristupa. Ovakav model ujedno nudi i najveću razinu fleksibilnosti. Na primjer, aktivno korištene podatke moguće je pohraniti unutar privatnog oblaka dok se arhivski podaci kojima se rjeđe pristupa pohranjuju unutar javnog oblaka. Današnji pružatelji ovakvih usluga nude različite načine implementacije pohrane podataka no daleko najpopularnija je pohrana objekata (*object storage*). Jednostavno rečeno, ovaj pristup predstavlja specifičnu arhitekturu koja tretira podatke kao objekte pri čemu svaki objekt uključuje same podatke, određenu količinu metapodataka te jedinstveni identifikator. S arhivskog stajališta postoji nekoliko prednosti ovakvog pristupa, a glavna je ta što objekti koriste opširne i proširive metapodatke koji se mogu koristiti za provedbu učinkovitog pretraživanja pohranjenog sadržaja.<sup>97</sup>

U konačnici, odabir sustava za pohranu i prijenos ovisi o potrebama i mogućnostima institucije koja provodi proces digitalizacije. Prije samog odabira potrebno je utvrditi koliki je

---

<sup>96</sup> Stančić, H. Digitalizacija. Zavod za informacijske studije Odsjeka za informacijske znanosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009. Str. 126, 127 i 128.

<sup>97</sup> Jones, M. T. Anatomy of a cloud storage infrastructure: Models, features, and internals. IBM developerWorks, 30. studenog 2010. URL: <https://www.ibm.com/developerworks/cloud/library/cl-cloudstorage/cl-cloudstorage-pdf.pdf> (20.7.2016.)

kapacitet pohrane stvarno potreban, koja je željena brzina prijenosa te ponajprije jesu li dostupna potrebna finansijska sredstva.

### 3.4.3. Metapodaci

Laički rečeno, metapodaci su podaci o podacima. U osnovi, radi se o strukturiranim informacijama koje opisuju, lociraju ili objašnjavaju informacijski resurs kako bi olakšali njegovo korištenje, preuzimanje i upravljanje.<sup>98</sup> Ovakve informacije predstavljaju krucijalan element digitalnog gradiva. Bez njih, audio i video zapisi postaju neupotrebljivi, pogotovo kada se radi o arhivima koji posjeduju stotine terabajta podataka. Kako raste količina audiovizualnih zapisa, bilo da se radi o digitaliziranom gradivu ili gradivu nastalom u digitalnom obliku, tako raste i potreba za učinkovitim i detaljnim shemama metapodataka. Postoji nekoliko osnovnih kategorija metapodataka:

- Deskriptivni metapodaci pružaju informacije o sadržaju zapisa, kada je nastao, tko ga je stvorio, naziv zapisa, njegovu lokaciju u sustavu pohrane itd.
- Tehnički metapodaci sadrže informacije o vrsti datoteke, hardveru i softveru koji su korišteni prilikom izrade zapisa, platformi i softveru koji su potrebni za njihovu reprodukciju te različite informacije o tehničkim karakteristikama zapisa poput tipa kodiranja i kompresije, omjer slike itd.
- Administrativni metapodaci odnose se na informacije vezane uz prava na korištenje zapisa i postupke njihovog očuvanja. U pravilu, svaka izmjena ili modifikacija zapisa trebala bi biti zabilježena u administrativnim metapodacima.<sup>99</sup>

Iako odabir sheme metapodataka ovisi o specifičnim potrebama institucije, izbor modela često se ne određuje prema vrsti sadržaja koji se opisuje nego prema zbirci u kojoj se nalazi. Tako će na primjer radiotelevizijski arhivi koristiti formate posebno dizajnirane za audiovizualno gradivo dok će ista vrsta gradiva u posjedu knjižnica ili muzeja biti tretirana kao i ostale stavke unutar zbirke. To znači da će u većini slučajeva modeli iz domene audiovizualnih arhiva sadržavati manjkavu potporu za metapodatke namijenjene očuvanju koje je moguće naći u knjižničnim standardima poput PREMIS-a.<sup>100</sup> No čak i unutar područja

<sup>98</sup> Henriksen, S.; Seuskens, W.; Wijers, G. D6.1: Guidelines for a Long-term Preservation Strategy for Digital Reproductions and Metadata. Digitising contemporary art, ICT Policy Support Programme, 13. veljače 2012. Str. 36. URL:[http://www.digitisingcontemporaryart.eu/images/uploads/news\\_activities/DCA\\_D61\\_Guidelines\\_Long\\_Term\\_Preservation\\_Strategy\\_20120213\\_V1.pdf](http://www.digitisingcontemporaryart.eu/images/uploads/news_activities/DCA_D61_Guidelines_Long_Term_Preservation_Strategy_20120213_V1.pdf)(20.7.2016.)

<sup>99</sup> Ibid.

<sup>100</sup> Addis, M.; Allasia, W.; Bailer, W.; Boch, L.; Gallo, F.; Wright, R. 100 Million Hours of Audiovisual Content: Digital Preservation and Access in the PrestoPRIME Project. PrestoPrime, ožujak 2010. Str. 3.

AV arhiva postoji zaista veliki broj različitih shema metapodataka te se danas koristi barem desetak različitih standarda. Uz to, ovi standardi često služe kao podloga na temelju koje arhivi izrađuju svoje vlastite modele prilagođene njihovim potrebama. U ovome radu nemoguće je obuhvatiti cijelokupno područje metapodataka za audiovizualno gradivo, ali vrijedi spomenuti neke od korištenijih modela:

1. Dublin Core predstavlja jedan od temeljnih standarda unutar ovog područja. Radi se o shemi koja u svojoj osnovnoj verziji sadrži 15 različitih elemenata (većinom deskriptivnih) koji su primarno osmišljeni za opisivanje i pronalaženje dokumenata i drugih objekata na Internetu. Glavna prednost ove sheme leži u njezinoj jednostavnosti i općenitosti elemenata koji se mogu primjenjivati na zaista širok raspon materijala. S druge strane, upravo ta jednostavnost, odnosno nedostatak strogih definicija čini Dublin Core neadekvatnim za opisivanje kompleksnosti AV gradiva. Ipak, ovaj model smatra se idealnim kandidatom za vrlo općenite metapodatkovne sheme u audiovizualnim arhivima te se njegovi osnovni elementi često koriste kao podloga u izradi detaljnijih modela. Štoviše, veliki broj drugih shema za AV gradivo je u nekoj mjeri baziran na Dublin Coreu.
2. EBUCore je minimalna i fleksibilna shema posebno namijenjena za opisivanje audio i video materijala. EBUCore predstavlja službenu shemu Europske unije radiotelevizija te se sastoji od skupa osnovnih deskriptivnih i tehničkih elemenata. Budući da je suštinski ova shema ekstenzija prethodne, neslužbeno je poznata kao Dublin Core za AV gradivo. S obzirom da se radi o modelu koji je specifično razvijen za potrebe radiotelevizijskih kuća, ova shema jako dobro funkcionira s formatima koji se često koriste unutar ovih institucija. Iako nije ograničena na te formate, ona posjeduje posebne segmente koji podržavaju zapisivanje i izvlačenje XML metapodataka iz BWF i MXF formata. Također, iako su elementi unutar sheme striktno definirani moguće ih je proširiti ili zamijeniti što u konačnici pridonosi većoj razini interoperabilnosti.<sup>101</sup> Ovaj model je službeno implementiran unutar EUScreen<sup>102</sup> projekta te unutar Europeana<sup>103</sup> portala.
3. MPEG-7 standard definira elemente metapodataka, strukturu i odnose koji se koriste za opisivanje audiovizualnih objekata. Treba napomenuti da se MPEG-7 ne bavi

---

URL: [http://www.joanneum.at/uploads/tc\\_publicationlibrary/BAW-2010-DPIF.pdf](http://www.joanneum.at/uploads/tc_publicationlibrary/BAW-2010-DPIF.pdf) (20.7.2016.)

<sup>101</sup> Tech 3293, EBU Core metadata set: Specification v. 1.6. EBU, Ženeva, lipanj 2015.

URL: <https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3293.pdf> (20.7.2016.)

<sup>102</sup> Europski portal audiovizualnih arhiva URL: <http://www.euscreen.eu> (20.7.2016.)

<sup>103</sup> Digitalna platforma Europske Unije za kulturnu baštinu URL: <http://www.europeana.eu/portal/> (20.7.2016.)

samim kodiranjem slike i zvuka već je osmišljen kako bi pružio komplementarnu fukcionalnost prethodnim MPEG standardima. Budući da je ovaj standard predviđen za različita okruženja, glavna zadaća mu je osigurati fleksibilan i proširiv okvir za opisivanje audiovizualnih podataka. Sam standard sastoji se od nekoliko dijelova. Prvi su opisni alati (uključujući deskriptore) koji definiraju sintaksu i semantiku svakog elementa metapodataka te opisne sheme koje određuju strukturu i semantiku odnosa između elemenata. Ove sheme bazirane su na XML jeziku. Drugi dio čini opisni jezik koji definira sintaksu opisnih alata te omogućuje stvaranje novih opisnih shema kao i proširenje i izmjenu postojećih opisnih shema. Treći dio čine razni alati koji se koriste kod pohrane i prijenosa, sinkronizacije opisa sa sadržajem te upravljanja i zaštite intelektualnog vlasništva. S obzirom da puni opis multimedijskih objekata može biti poprilično kompleksan ovaj standard predviđa i kratku shemu sažetka (*Summary Description Scheme*) namijenjenu za pregledavanje i navigaciju.<sup>104</sup>

4. VideoMD i AudioMD su dva standarda koje je razvila Kongresna knjižnica SAD-a za zapisivanje tehničkih metapodataka audio i video zapisa. AudioMD sadrži 37 tehničkih metapodataka za opisivanje zvučnih zapisa dok VideoMD sadrži 16 elemenata za opis videa, a obje verzije temelje se na XML jeziku. Ove sheme često se koriste kao ekstenzije METS ili PREMIS standarda, ali su isto tako prikladni za upotrebu kao samostalni dokumenti metapodataka ili pak kao ugrađeni metapodaci unutar drugih struktura (npr. ugrađeni metapodaci u MXF formatu). Njihova glavna prednost je što omogućuju veliku razinu detaljnosti te su idealne za institucije koje samo žele opisati tehničke podatke na razini objekta, a ne žele stvarati kompleksne odnose između audiovizualnih zapisa. Većinu informacija koje ove sheme opisuju moguće je automatski izvući iz digitalnih objekata koristeći određene programe<sup>105</sup> te ih nakon toga mapirati u METS datoteke.
5. METS (*Metadata Encoding and Transmission Standard*) je standard za opisivanje hijerarhijske strukture digitalnih objekata, uključujući nazine i lokacije datoteka koje čine te objekte te pripadajuće metapodatke. METS ne predstavlja standardnu metapodatkovnu shemu nego vrstu spremnika koji se često koristi za opisivanje različitih vrsta paketa u sustavima uređenima prema OAIS referentnom modelu.

---

<sup>104</sup> Understanding metadata. National Information Standards Organization Press, Bethesda, MD 20814, SAD, 2004. Str. 8. URL: <http://www.niso.org/publications/press/UnderstandingMetadata.pdf> (20.7.2016.)

<sup>105</sup> Neki od tih programa su MediaInfo ili FFprobe koji su kompatibilni sa većinom standardnih formata te su sposobni prikazati sve tehničke podatke poput tipa kodiranja i kompresije, omjera slike, bitne dubine, frekvencije uzorkovanja itd.

METS sadrži dvije specifično dizajnirane sekcije unutar kojih je moguće inkorporirati vanjske sheme s deskriptivnim i administrativnim metapodacima. Štoviše, jedna od velikih prednosti ovog modela je njegova kompatibilnost s brojnim drugim standardima te se u praksi on često koristi u kombinaciji s PREMIS shemom. Budući da METS pruža veliku fleksibilnost na području svih vrsta metapodataka službeno je usvojen kao spremnik za pakete unutar PrestoPrime<sup>106</sup> projekta.

Osim navedenih postoje i brojni drugi standardi za opisivanje AV gradiva, poput MPEG-21 standarda koji je zamišljen kao sveobuhvatni okvir za osiguranje interoperabilnosti digitalnih multimedijskih objekata, ili PBCore koji je razvijen za američke radiotelevizijske institucije kako bi mogle opisati svoje audiovizualne zbirke. U konačnici, vrlo rijetko će samo jedna schema savršeno odgovarati potrebama određene institucije. Zbog kompleksnosti AV materijala arhivi su često prisiljeni kombinirati različite sheme ili pak na temelju njih razvijati vlastite. U idealnoj situaciji, kako bi se informacije što bolje očuvale, institucije bi trebale održavati baze metapodataka povezane s pojedinim datotekama kao i ugrađene metapodatke unutar datoteka. Ugrađujući esencijalne, deskriptivne i stalne metapodatke unutar datoteka, poput naziva djela, autora, datuma itd., zapise je uvjek moguće identificirati bez obzira na to gdje se nalaze. Isto tako, u zapise je nepotrebno umetati nove ili promjenjive podatke kao što su administrativni metapodaci zato što bi takva praksa iziskivala previše vremena. Takve modifikacije poput izmjene formata ili vlasništva trebalo bi bilježiti unutar baze metapodataka. U slučaju nemogućnosti implementiranja ili održavanja ovakve strukture prioritet bi trebala biti baza koja sadrži esencijalne metapodatke te koju se kontinuirano održava i povezuje s datotekama. No što su zbirke gradiva veće, to se sve više preporuča korištenje ugrađenih metapodataka uz zasebnu bazu. Što se tiče konkretne sheme, postoje neki općeniti kriteriji kojima bi se arhivi trebali voditi prilikom odabira. Prije svega, schema bi trebala biti bazirana na dobro poznatom jeziku poput XML-a te ako je moguće arhivi bi trebali birati otvorene standarde. Osim toga, metapodaci moraju sadržavati dobro definirane sekvence informacija te mogućnost povezivanja sa zasebnom bazom podataka. I u konačnici,

---

<sup>106</sup> PrestoPrime je bio službeni projekt Europske unije u razdoblju od 2009. do 2012. koji se bavio istraživanjem i razvojem praktičnih rješenja za dugoročno očuvanje digitalnih medijskih objekata i zbirki. Jedan od glavnih ciljeva projekta je poboljšanje pristupa tim objektima kroz integraciju europskih medijskih arhiva i digitalnih knjižnica.  
URL: <http://www.prestoprime.org/project/index.en.html> (20.7.2016.)

odabranu shemu bi se trebalo moći prevesti ili iz nje izvesti cijeli niz drugih formata metapodataka.<sup>107</sup>

### 3.4.4. Pohrana arhivskih paketa

Unutar područja digitalnog očuvanja postoji jedan okvirni standard, a to je referentni model otvorenog arhivskog informacijskog sustava (OAIS – *Open Archival Information System*). Iako je detaljan opis OAIS modela izvan opsega ovoga rada, dovoljno je reći da su osnovni entiteti unutar njega različiti informacijski paketi. Bez obzira o kojem paketu se radi (SIP, AIP i DIP), njihova osnovna funkcija je omogućavanje dugoročnog očuvanja i pristupa digitalnom objektu. U njima se pohranjuje sama esencija u smislu audiovizualnog gradiva, informacije o njegovom pakiranju te razni povezani metapodaci.<sup>108</sup> Laički rečeno, radi se o organizaciji audiovizualnog sadržaja na jednoj višoj razini od samog spremnika ili datoteke. Ovaj model nije univerzalno implementiran, a njegova primjena često varira od arhiva do arhiva. Štoviše, određene institucije koriste sami spremnik, odnosno omot kao informacijski paket (često MXF). U takvim slučajevima unutar paketa nije pohranjeno ništa što sam MXF ne može sadržavati. No za arhive koji teže primjeni OAIS referentnog modela postoje tri glavna pristupa:

- Pristup baziran na direktoriju: za pohranu različitih stavki koje sačinjavaju digitalni objekt koristi se struktura mapa ili direktorija. Ovaj pristup moguće je samo ako uređaj na koji se paket pohranjuje podrži datotečni sustav koji nudi mape. Na LTO vrpcama ovo je moguće samo uz primjenu LTFS sustava.
- Pristup baziran na indeksima: paket se sastoji samo od indeksne ili metapodatkovne datoteke koja opisuje paket i njegov sadržaj s poveznicama na mjesto gdje se nalaze datoteke sa samim sadržajem.
- Kompozitni pristup: paket se sastoji od samo jedne datoteke koja sadrži sve informacije o paketu, metapodatke i datoteke sa sadržajem. Najčešće se koriste dobro poznati ZIP ili TAR formati.

Kroz PrestoPrime projekt predstavljeno je nekoliko mogućih rješenja unutar ovog područja. Za prvi pristup naveden je BagIt kao vrlo jednostavan hijerarhijski format za

<sup>107</sup> Henriksen, S.; Seuskens, W.; Wijers, G. D6.1: Guidelines for a Long-term Preservation Strategy for Digital Reproductions and Metadata. Digitising contemporary art, ICT Policy Support Programme, 13. veljače 2012. Str. 36. URL:[http://www.digitisingcontemporaryart.eu/images/uploads/news\\_activities/DCA\\_D61\\_Guidelines\\_Long\\_Term\\_Preservation\\_Strategy\\_20120213\\_V1.pdf](http://www.digitisingcontemporaryart.eu/images/uploads/news_activities/DCA_D61_Guidelines_Long_Term_Preservation_Strategy_20120213_V1.pdf) (20.7.2016.)

<sup>108</sup> Ovi metapodaci pokrivaju informacije o samom sadržaju i načinu njegovog prikazivanja, ali i informacije o opisu zaštite kao što su povijesne, kontekstualne i referentne informacije.

pohranu datoteka koji je razvila Kongresna knjižnica. Osnovnu strukturu ovog formata čini takozvana „vreća“ (*bag*) unutar koje se nalazi sadržaj te razne oznake (*tags*) koje su zapravo metapodatkovni zapisi. U ovom kontekstu „vreća“ je direktorij koji mora minimalno sadržavati sljedeće:

- Podatkovni direktorij u kojem se nalaze sve datoteke sa sadržajem. Datoteke je moguće pohranjivati u strukturi poddirektorija.
- Najmanje jednu datoteku koja sadržava nazive svih datoteka koje su prisutne u podatkovnom direktoriju, kao i njihove kontrolne zbrojeve (*checksum*).
- BagIt.txt datoteku koja identificira direktorij kao „vreću“, verziju BagIt specifikacije koja se koristi te sustav kodiranja znakova za zapise s oznakama.<sup>109</sup>

Za pristup baziran na indeksima kao primjer se navodi već spomenuti METS. Iako je ovaj standard prihvaćen u području digitalnih knjižnica i repozitorija, njegova primjena u radiotelevizijskim arhivima je iznimno ograničena.

Kod kompozitnog pristupa postoji nekoliko mogućih formata. Iako se u arhivima tradicionalno koriste ZIP ili TAR datoteke, PrestoPrime navodi nekoliko alternativa na ovome području. Navedeni primjeri uključuju MPEG-A PA-AF kao profesionalni arhivski format ili SMPTE AXF (*Archive eXchange Format*) standard. AXF je posebno zanimljiv s arhivskog stajališta zato što ovakvi objekti mogu sadržavati bilo koji tip, broj i veličinu datoteka kao i bilo koji tip i količinu strukturiranih ili nestrukturiranih metapodataka. Jedna od velikih prednosti je ta što AXF objekti sadržavaju ugrađeni datotečni sustav koji im omogućava neovisnost o korištenoj tehnologiji kao i sposobnost pohrane na bilo koji tip podatkovnih vrpcu, diskovnih ili optičkih medija. U tom pogledu, radi se o potpuno samoodrživom i samoopisujućem formatu. Sama struktura formata bazirana je na dobro poznatoj arhitekturi te se sastoji od tri glavne particije: zaglavlja, tijela i podnožja. Unutar zaglavlja nalaze se razni deskriptivni XML metapodaci koji opisuju sam sadržaj AXF objekta kao što su jedinstveni identifikatori, datum stvaranja, opisne informacije itd. Nakon zaglavlja slijedi generički spremnik metapodataka. Ovaj spremnik nije obavezan, ali isto tako nije ograničen po pitanju broja i vrste metapodataka koje može pohraniti. Samo AV gradivo pohranjuje se u tijelu, dok se u podnožje zapisuju kopije podataka iz zaglavlja kao i dodatne informacije nastale prilikom stvaranja AXF objekta.<sup>110</sup>

---

<sup>109</sup> BagIt. Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/BagIt> (20.7.2016.)

<sup>110</sup> Archive eXchange Format: AXF Technology. OpenAXF. URL: <http://www.openaxf.org/technology/> (20.7.2016.)

Iako se unutar PrestoPrime projekta ovi primjeri navode kao moguće alternative koje bi trebalo razmotriti, također se naglašava kako nijedan pristup trenutačno nema status opće prihvaćenog standarda unutar radiotelevizijskih arhiva.<sup>111</sup>

---

<sup>111</sup> Wright, R. Deliverable D7.1.5: Audiovisual Digital Preservation Status Report 3. PrestoPrime, 26. prosinca 2011. Str. 35. URL: [https://prestoprime.ina.fr/public/deliverables/PP\\_WP7\\_D7.1.5\\_Annual\\_AV\\_Status\\_R0\\_v1.00.pdf](https://prestoprime.ina.fr/public/deliverables/PP_WP7_D7.1.5_Annual_AV_Status_R0_v1.00.pdf) (20.7.2016.)

## 4. Audiovizualni arhivi

Audiovizualni arhiv je organizacija ili odjel u organizaciji koji ima mandat za pružanje pristupa zbirkama audiovizualnih dokumenata i audiovizualne baštine kroz procese njihovog prikupljanja, upravljanja, očuvanja i promicanja.<sup>112</sup> Iako je naglasak ovoga rada na radiotelevizijskim arhivima potrebno je napomenuti kako oni čine jedan dio zaista širokog područja. Današnji audiovizualni arhivi postoje u brojnim oblicima i modelima, sa svojim specifičnim interesima i područjima djelovanja. Iako postoje razrađene teoretske podjele ovakvih arhiva, kako bi se točno utvrdio njihov funkcionalni i organizacijski profil potrebno je razmotriti određene kriterije kao što su njihov institucionalni status, geografski status, razina autonomije, izvori financiranja, opseg njihovog AV gradiva, tip primarnih korisnika itd. Jedna od općenitijih podjela AV arhiva je prema njihovom karakteru i naglasku. Ovakva tipologija predviđa nekoliko osnovnih grupa uz napomenu kako neki arhivi spadaju pod dvije ili više grupe.

- Prezentacijski arhivi koji imaju poseban naglasak na pružanju javnog pristupa svojim zbirkama kroz projekcije u vlastitim kinima ili izložbenim prostorima. Ovakve institucije uglavnom posjeduju specijalizirana kina sposobna za projekciju zastarjelih formata.
- AV muzeji stavlju naglasak na očuvanje i prikaz artefakata poput različitih tehnologija, kostima i memorabilija te prezentaciju AV gradiva u edukativne i zabavne svrhe.
- Nacionalni AV arhivi predstavljaju državne institucije s mandatom prikupljanja, dokumentiranja, očuvanja i ustupanja na korištenje nacionalne audiovizualne baštine. Načelno, njihove uloge su analogne onima nacionalnih muzeja, knjižnica ili arhiva te su često ustrojeni kao posebni odjeli unutar ovakvih institucija.
- Akademski arhivi čine skupinu posebnih AV arhiva koji djeluju unutar okvira sveučilišta, znanstvenih ustanova ili sličnih akademskih institucija.
- Tematski arhivi predstavljaju veliku skupinu specijaliziranih AV arhiva koju karakterizira naglasak na gradivo specifičnog formata, tematike, mesta, vremenskog razdoblja ili se pak odnose na specifične kulturne skupine, akademske discipline ili istraživačka područja.

---

<sup>112</sup> Edmondson, R. *Audiovisual archiving: Philosophy and Principles*. UNESCO, Pariz, travanj 2004. Str. 24.  
URL:[http://www.fiafnet.org/images/tinyUpload/E-Resources/Official-Documents/Philosophy-of-Audiovisual-Archiving\\_UNESCO.pdf](http://www.fiafnet.org/images/tinyUpload/E-Resources/Official-Documents/Philosophy-of-Audiovisual-Archiving_UNESCO.pdf) (20.7.2016.)

- Studijski arhivi su posebni odjeli velikih produkcijskih kuća poput filmskih kompanija čiji je temeljni cilj upravljanje njihovom imovinom u svrhu ispunjenja korporativnih ciljeva. Ovakvi arhivi često imaju dostupna finansijska sredstva za skupe postupke restauracije filmova i snimki za koje je procijenjeno da posjeduju komercijalni potencijal.
- Regionalni, gradski i lokalni arhivi nastaju kao rezultat posebnih upravnih i političkih okolnosti, poput decentralizacije državnih programa, te često djeluju uz potporu i interes lokalnih zajednica. Ovakvi arhivi mogu biti u sastavu različitih institucija kao što su nacionalni arhivi, knjižnice, kulturna i obrazovna tijela ili lokalna gradska tijela.
- Arhivi, muzeji i knjižnice općenito predstavljaju veliku kategoriju institucija koje posjeduju audiovizualne materijale kao integralni dio svojih zbirki ili fondova.<sup>113</sup>

Posljednju kategoriju unutar ove podjele čine naravno radiotelevizijski arhivi o kojima će biti više rečeno u narednom poglavlju.

#### **4.1. Radiotelevizijski arhivi**

Radiotelevizijski arhivi čine posebnu skupinu AV arhiva koji sadrže posebno odabранe radijske i televizijske programe te komercijalne snimke. Njihovo gradivo prvenstveno služi kao resurs za buduća emitiranja i produkcijске svrhe. Iako ovakvi arhivi posjeduju određenu razinu neovisnosti i autonomije, u vidu vlastitog osoblja, administracije, organizacijske strukture itd., u praksi se najčešće radi o odjelima unutar radiotelevizijskih kuća te je njihova osnovna svrha pružati podršku njihovom poslovanju. Kroz povijest razvoja AV arhiva često se može uočiti njihova opredijeljenost za određenu vrstu gradiva (filmski, televizijski, radijski ili zvučni arhivi). Iako zbog same prirode radiotelevizijskih institucija ovakva vrsta konkretnе specijalizacije ne postoji unutar njihovih arhiva, oni se ipak ponekad sastoje od nekoliko fizičkih odjela koji se bave različitim vrstama AV gradiva. Iako ovakvi odjeli mogu imati zasebne lokacije, spremišta i upravitelje (npr. BBC), oni ipak spadaju pod zajedničku administraciju te su dio iste institucije. U konačnici, ovakve organizacijske strukture samo odražavaju različite tehničke vještine, znanja i uvjete koji su potrebni za upravljanje i očuvanje različitih vrsta audiovizualnog gradiva.

Današnji radiotelevizijski arhivi u potpunosti su integrirani s IT infrastrukturom, a njihov glavni prioritet i dalje je osiguranje dostupnosti sadržaja za proizvodnju programa

---

<sup>113</sup> Ibid., str. 31-33.

unutar institucije. U tom pogledu njihov pristup dugoročnom očuvanju gradiva razlikuje se od pristupa baštinskih institucija kao što su nacionalni arhivi. Njihove operativne politike i deskriptivni pristupi usmjereni su na podržavanje produkcijskih ciljeva. Ovo je posebno vidljivo u često minimalnim budžetima namijenjenima za procese očuvanja, ali i u implementaciji metapodataka gdje postoji snažan naglasak na deskriptivnim metapodacima koji najbolje zadovoljavaju potrebe pristupa. Druge vrste metapodataka, poput administrativnih i tehničkih, često se stvaraju po potrebi. Jednostavno rečeno, dugoročno održavanje, te očuvanje integriteta i autentičnosti ne spadaju pod njihovu osnovnu djelatnost, a uvođenje ovakvih procesa dovodi do nepotrebnih komplikacija i povećanja finansijskih troškova. Njihov glavni fokus su pohrana i pristup informacijama pri čemu su izuzetno bitni brzina, kapacitet i dostava.

#### **4.1.1. BBC (*British Broadcasting Corporation*)**

BBC je britanska javna radiotelevizijska institucija utemeljena 1922. godine. Osim što je najstarija institucija takve vrste, također je i među najvećima što se tiče arhivskog gradiva. U arhivu BBC-a nalazi se:

- 1,5 milijuna jedinica filma i videovrpci
- 750.000 radijskih snimki
- 1,2 milijuna komercijalnih snimki

Naravno, arhiv sadrži i milijune drugih predmeta poput novinskih isječaka, fotografija, notnih zapisu, mikrofilmova itd., no što se tiče audiovizualnih zapisu ovo gradivo predstavlja više od 600.000 sati TV i 350.000 sati radijskog sadržaja. To gradivo nalazi se na svim mogućim vrstama nosača kao što su Umatic, VHS, Betacam, D3 vrpce, 1-inčne i 2-inčne vrpce, Ektachrome filmovi, gramofonske ploče, DAT kazete itd. U skladu s onime što je navedeno u prethodnom poglavlju veliku većinu korisnika arhivskih materijala čine interni korisnici. Konkretno, u slučaju BBC-a 70% korisnika su tvorci programa, a 20% informativni odjeli. BBC kao svoju primarnu misiju navodi proizvodnju i distribuciju televizijskog i radijskog sadržaja. U tom pogledu, uglavnom se vode radiotelevizijskim standardima u odabiru formata, a metapodatkovne sheme posebno su razvijene unutar institucije na temelju drugih standarda kao što je P/Meta.<sup>114</sup> Što se tiče zvučnih zapisu, oni se striktno pohranjuju u

---

<sup>114</sup> P/META je semantička metapodatkovna shema koju održava EBU od 1999. godine. Njen osnovni cilj je stvaranje standardnog rječnika za informacije koje se odnose na podatke o programima unutar profesionalne radiotelevizijske industrije. Izvor: P\_META. EBU Technology & Innovation. URL: [https://tech.ebu.ch/metadata/p\\_meta](https://tech.ebu.ch/metadata/p_meta) (20.7.2016.)

nekomprimiranim obliku unutar BWF formata. Za primjer mogu poslužiti  $\frac{1}{4}$  vrpce koje su sve prebačene u navedeni format te pohranjene na audio CD i DVD-ROM diskovima. Ovi mediji odabrani su kao privremeno rješenje zato što tada još nije postojao sustav za masovnu pohranu na razini BBC-a. Nakon nekoliko godina zapisi su migrirani na čvrste diskove, a u isto vrijeme izrađene su i sigurnosne kopije koje su pohranjene na LTO-3 vrpce.<sup>115</sup> Za primjer konkretnog projekta digitalizacije unutar arhiva može poslužiti proces očuvanja gradiva na D3 videokasetama.

#### **4.1.1.1. *Očuvanje gradiva na D3 videokasetama***

Potrebno je odmah napomenuti kako navedeni projekt nije primjer digitalizacije u najužem smislu. Iako se taj pojam često koristi u ovome kontekstu, pa čak i u profesionalnim radovima, striktno gledajući ne radi se o procesu digitalizacije zato što je početno gradivo već u digitalnom obliku. No isto tako ono nije u obliku digitalnih datoteka već je kao i analogno gradivo ovisno o specifičnom nosaču i tehnologiji. BBC je pretežito koristio ove kasete tijekom 90-ih godina prošlog stoljeća za migraciju gradiva koje se nalazilo na zastarjelim analognim formatima poput jednoinčnih i dvoinčnih magnetoskopskih vrpci. Kao i slučaju spomenutih zvučnih zapisa, glavni razlozi za ovakvu migraciju bili su propadanje starih formata i nepostojanje sustava za masovnu pohranu. D3 vrpce smatrane su kao prikladno privremeno rješenje. Na njima se video pohranjuje u kompozitnom nekomprimiranom obliku te sadrže četiri kanala za pohranjivanje 16/20-bitnog PCM zvuka uzorkovanog pri 48 kHz.<sup>116</sup> No uskoro je postalo jasno kako je i ovaj format zastario te je BBC 2006. godine pokrenuo jedan od najvećih projekata migracije video gradiva kako bi ga oslobodio ovisnosti o pojedinom nosaču. U tome trenutku nalazilo se preko 380.000 ovakvih kaseta u njihovom arhivu.

Kako bi osigurali čitljivost zapisa u doglednoj budućnosti, u BBC-u su birali otvorene standarde na svim razinama dizajna. Za prihvat signala korišten je Ingex Archive<sup>117</sup> sustav razvijen unutar BBC-a. Radi se o otvorenom i javno dostupnom softveru koji je sposoban za istovremeni prihvat nekoliko različitih video signala u studijskom okruženju te njihovo konvertiranje u realnom vremenu u MXF format. Njegovu arhivsku verziju BBC koristi za

<sup>115</sup> Wright, R. Preservation of Broadcast Archives – a BBC Perspective, u: *Preservation of Audiovisual Collections: Moving Images*. IFLA, br.47, svibanj 2009. Str. 17. URL:[http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN\\_47\\_web.pdf](http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN_47_web.pdf) (20.7.2016.)

<sup>116</sup> D-3 (video). Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/D-3\\_\(video\)](https://en.wikipedia.org/wiki/D-3_(video)) (20.7.2016.)

<sup>117</sup> Za detaljan opis mogućnosti ovog softvera vidjeti: Ingex: Award-winning digital recording system. BBC Research & Development. URL: <http://www.bbc.co.uk/rd/projects/ingex> (20.7.2016.) i Ingex: From the BBC R&D labs. Sourceforge. URL: <http://ingex.sourceforge.net/index.html> (20.7.2016.)

digitalizaciju analognog videa ili u slučaju D3 kaseta za prihvati i konverziju digitalnog signala. Prilikom prihvata video rekorder je reproducirao digitalni kompozitni PAL signal koji je pomoću posebnog dekodera konvertiran u digitalni komponentni signal. Rezultat je SDI<sup>118</sup> signal u koji se zatim ugrađuju 4 kanala digitalnog zvuka, kao i pripadajući vremenski kod, te se on dostavlja diskovnom serveru pomoću SDI kartice za prihvati. Na serveru se sirovina kombinira s različitim elementima metapodataka te se zapisuje u MXF datoteke. Za spremnik je izabran MXF u operativnoj verziji (OP - *Operational pattern*) 1a. Različite verzije MXF formata službeno su definirane podskupom specifikacija kako bi se točno utvrdio opseg njihove funkcionalnosti, a primarno se razlikuju po skupu strukturnih metapodataka koji se koriste. Verzija OP1a korištena na BBC-u je najjednostavniji tip MXF formata. Sirovine koje su pohranjene u njima sadržavale su sekvencu paketa sadržaja, po jedan za svaki okvir s pripadajućim videom, zvukom i vremenskim kodom:

- Video: 8-bitni YUVY nekomprimirani 4:2:2 video u 720x576 rezoluciji s 25 slika po sekundi prema SMPTE 384M<sup>119</sup> standardu.
- Audio: 4 staze s 20-bitnim PCM zvukom uzorkovanim na 48 kHz prema SMPTE 382M<sup>120</sup> standardu.
- Vremenski kod: VITC (*Vertical Interval Timecode*) i LTC (*Longitudinal Timecode*) vremenski kodovi se preuzimaju s izvorne kasete ako su prisutni te se pohranjuju u MXF kao zasebni podaci umjesto da ih se ugrađuje u video ili audio staze. Osim toga postoji kontinuirani „Control“ vremenski kod koji počinje na vrijednosti 00:00:00:00<sup>121</sup> te traje kroz cijeli zapis.<sup>122</sup>

Konačna veličina ovakvih video zapisa iznosila je oko 75 GB po satu. Zapisi su naravno prolazili kroz nekoliko procesa provjere kvalitete (*QC - Quality Checking*), ručnih i automatskih, kako bi se utvrdilo da nije došlo do degradacije signala, pogreške prilikom reprodukcije ili pak pogreške prilikom zapisivanja na LTO vrpce. Za pohranu metapodataka

<sup>118</sup> SDI (*Serial digital interface*) je standard za prijenos nekomprimiranog digitalnog videa i zvuka preko koaksijalnog kabla. Uveden je 1989. godine kao SMPTE 259M sa brzinama prijenosa od 143/270/360 Mbit/s. Kasnije verzije, kao što je HD-SDI, podržavaju i veće brzine. Izvor: Serial digital interface. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Serial\\_digital\\_interface](https://en.wikipedia.org/wiki/Serial_digital_interface) (20.7.2016.)

<sup>119</sup> Dio MXF specifikacije koji definira način pohrane nekomprimirane video esencije u generički spremnik.

<sup>120</sup> Dio MXF specifikacije koji definira način pohrane AES/EBU i Broadcast Wave audio esencije u generički spremnik.

<sup>121</sup> Ove vrijednosti označavaju sat, minutu, sekundu i sliku/okvir.

<sup>122</sup> Cunningham, S.; de Nier, P. File-based Production: Making It Work In Practice. BBC Research White Paper: WHP 155, rujan 2007. URL: <http://downloads.bbc.co.uk/rd/pubs/whp/whp-pdf-files/WHP155.pdf> (20.7.2016.) i Glanville, M.; Heritage, T. A Guide to Understanding BBC Archive MXF Files. BBC Research & Development White Paper: WHP 241, travanj 2013. URL: <http://downloads.bbc.co.uk/rd/pubs/whp/whp-pdf-files/WHP241.pdf> (20.7.2016.)

korištena je BBC Infax baza podataka. Određeni podskup ovih informacija pohranjen je u MXF datoteke. Konkretno, koristila su se dva seta metapodataka unutar svakog zapisa: jedan za izvorne video kasete i drugi s detaljima o samom MXF zapisu i LTO vrpcama na koje su pohranjeni. Neki od ovih elemenata su identifikatori kasete, format, barkod LTO vrpce, naziv programa, naziv epizode, datum emitiranja, trajanje programa itd. Određeni skup metapodataka stvaran je prilikom prihvata signala pomoću automatske analize esencije ili raznih dijagnostičkih sustava te je pohranjen unutar MXF zapisa u obliku oznaka (*flags*) povezanih s relevantnim slikama. Ove oznake odnosile su se na pojavu bljeskova ili uzoraka koji mogu uzrokovati fotosenzitivni epileptični napad, razne pogreške kod video rekordera prilikom reprodukcije ili netočne vrijednosti unutar vremenskog koda. Razni drugi metapodaci su pohranjeni unutar MXF zaglavlja te se ponavljaju u podnožju. Neki od njih su:

- informacije o softveru koji je korišten za stvaranje MXF zapisa.
- mrežni lokator (*Network Locator*) koji je originalni naziv zapisa. Velika mana je što se ovaj lokator automatski ne ažurira prilikom kopiranja, premještanja ili preimenovanja zapisa.
- deskriptori sirovine (*Essence Descriptors*) koji sadrže tehničke informacije poput frekvencije uzorkovanja, dubine bita, omjera slike itd.

Logička struktura ovih MXF zapisa sastoji se od tri različita paketa:

1. paket izvorne datoteke (*File Source Package*) koji sadrži deskriptivne metapodatke o samom zapisu i načinu na koji je stvoren,
2. paket izvorne kasete (*Tape Source Package*) koji sadrži metapodatke videokasete na kojoj se gradivo nalazilo,
3. materijalni paket (*Material Package*) koji sadrži referencu na prvi paket te definira kako se esencija reproducira.<sup>123</sup>

Za svaki od ovih paketa generira se jedinstveni 32-bajtni identifikator (*UMID – Unique Material ID*) te se pohranjuje u Ingex bazu podataka. Također se kreiraju i kontrolni zbrojevi za svaku MXF datoteku kao i za svaki pojedini okvir unutar njih.

Arhivski paketi pohranjeni su na LTO-3 vrpce bez bilo kojeg oblika kompresije. Prilikom pohrane korištena je posebna shema bazirana na TAR arhivskom formatu i običnom

---

<sup>123</sup> Glanville, M.; Heritage, T. A Guide to Understanding BBC Archive MXF Files. BBC Research & Development White Paper: WHP 241, travanj 2013. URL: <http://downloads.bbc.co.uk/rd/pubs/whp/whp-pdf-files/WHP241.pdf> (20.7.2016.)

tekstualnom indeksnom zapisu. Naime, na početku vrpce zapisan je ASCII tekstualni zapis koji sadržava nazive svih MXF datoteka i njihove veličine kao i detaljan opis vrpce i MXF strukture. U ovome slučaju arhivski paket je kombinacija elemenata LTO sheme i MXF profila. Svaki paket se identificira pomoću naziva MXF datoteke (koji se nalazi unutar TAR arhiva, same MXF datoteke i LTO indeksa) te pomoću MXF UMID broja. Same LTO vrpce čuvaju se na policama u trezorima (*offline*) te se također izrađuju i sigurnosne kopije. Nakon potvrde integriteta procesa kopiranja LTO kopije se pohranjuju na različitim geografskim lokacijama.<sup>124</sup> Trenutačni rezultat ovog projekta je preko 100.000 jedinstvenih zapisa koji čine oko 6 PB podataka.

Paralelno s procesom stvaranja MXF datoteka izrađene su i kopije niže kvalitete koristeći H.264 video i AAC audio kodiranje (1.2 Mbit/s). Ove kopije zapisane su na NAS server kao online pohrana te se koriste za potrebe arhivskog pretraživanja.<sup>125</sup>

#### **4.1.2. RAI (*Radiotelevisione italiana*)**

RAI je najveća talijanska javna radiotelevizijska institucija koja je započela s televizijskim emitiranjem još 1954. godine. Poput BBC-a, RAI kao primarnu misiju navodi emitiranje televizijskih i radijskih programa koji su kupljeni, proizvedeni interno ili u koprodukciji. U skladu s time, u instituciji ne zadržavaju materijale za koje nemaju pravo iskorištavanja ili sirove materijale koji se ne smatraju korisnim za kasniju produkciju. Deskriptivni, autorski, tehnički i drugi metapodaci trenutačno se pohranjuju u bazama podataka posebno razvijenima za potrebe kompanije. Većina korištenih modela za razmjenu metapodataka temelji se na posebno razvijenim XML shemama ili standardnim XML formatima kao što su EBUCore i MPEG-7.<sup>126</sup> Iako su na RAI-u testirali različite standarde pohrane arhivskih paketa, kao što je METS, njihov arhiv je i dalje primarno vezan uz produkciju. Konkretno, to znači da su pohrana i upravljanje sadržajem i metapodacima osigurani standardnim IT praksama, a procesi migracije formata nisu formalno unaprijed definirani. Ovo naravno ne znači da se RAI ne bavi očuvanjem svog gradiva. Iako ne postoji

---

<sup>124</sup> Allasia, W. Deliverable D4.3: Recommendations for Standards and Trusted Audiovisual Repositories. Presto4U, 2. siječnja 2015. Str. 69 i 70. URL: [https://www.prestocentre.org/files/deliverable\\_d4.3\\_presto4u\\_02\\_01\\_2015\\_v5r.pdf](https://www.prestocentre.org/files/deliverable_d4.3_presto4u_02_01_2015_v5r.pdf) (20.7.2016.)

<sup>125</sup> Cunningham, S.; de Nier, P. File-based Production: Making It Work In Practice. BBC Research White Paper: WHP 155, rujan 2007. URL: <http://downloads.bbc.co.uk/rd/pubs/whp/whp-pdf-files/WHP155.pdf> (20.7.2016.)

<sup>126</sup> Delaney, B.; de Jong, A. Media Archives and Digital Preservation: Overcoming Cultural Barriers. *Proceedings of the The 1st Annual conference on Digital Preservation for the Arts, Social Sciences and Humanities (DPASSH 2015)*, Dublin, Irska, lipanj 2015. Str. 2. URL: <http://publications.beeldengeluid.nl/pub/83/> (20.7.2016.)

nikakva zakonska obaveza da se moraju pridržavati nekog arhivskog modela, unutar institucije smatraju kako je njihovo gradivo dio kulturne baštine Italije.

Unutar arhiva nalazi se cijeli niz različitih formata. Od analognih najzastupljeniji su Betacam SP, Umatic, 16mm film, 1-inčne i 2-inčne vrpce za video te ¼-inčne vrpce za audio. Od digitalnih formata najčešći su Betacam IMX, Betacam SX, digitalni Betacam te D1, D2 i D5 kasete. Za digitalizaciju zvučnog gradiva RAI je usvojio standard pohranjivanja nekomprimiranog linearног PCM zvuka u BWF formatu uzorkovanog na 48 kHz s 24-bitnim uzorcima. Ovo gradivo pohranjeno je u audio knjižnici u hijerarhijskom sustavu unutar RAI-a s dodatnim sigurnosnim kopijama na LTO vrpкама u različitim skladištima.<sup>127</sup> Kao konkretan primjer digitalizacije poslužit će projekt digitaliziranja video gradiva na Betacam SP kasetama.

#### **4.1.2.1. Digitalizacija Betacam SP videokaseta**

Betacam SP su analogne videokasete koji datiraju još iz 1986. godine. Same kasete dolaze u dvije različite dimenzije, maloj (S – 15,1x9,5 cm) i velikoj (L – 25,3x14,4 cm), te sadrže jednu video stazu s analognim komponentnim signalom, jednu stazu za vremenski kod i do osam audio kanala. Ovaj format se danas smatra zastarjelim te je na RAI-u odlučeno da se gradivo na njima prebaci u digitalne datoteke. Uspostavljeni proces digitalizacije poprilično je kompleksan i sastoji se od nekoliko koraka:

1. Odabir materijala – prva faza procesa digitalizacije. Ovisi o poslovnim kriterijima, npr. digitalizacija gradiva koje se smatra važnim za buduću produkciju, kao i kriteriju hitnosti. Provodi se pažljiva analiza rizika kako bi se utvrdilo što je potrebno prvo digitalizirati.
2. Identifikacija – svaki nosač se identificira te se provjerava da se na njemu nalazi očekivano gradivo. Tijekom ove faze preporuča se stavljanje posebne oznake na nosače (barkod ili QR kod) ako ona nije prisutna.
3. Provjera, čišćenje i fizička restauracija – faza u kojoj se utvrđuje jesu li potrebne različite kemijske i fizičke restauracije kasete. U kojoj mjeri će se ovakvi procesi primjenjivati ponajprije ovisi o vrijednosti samog sadržaja.
4. Digitalizacija – centralna faza projekta u kojoj se pažljivo odabire način kodiranja i format za pohranu gradiva

---

<sup>127</sup> Del Pero, R.; Dimino, G.; Stroppiana, M. Multimedia catalogue – the RAI experience. EBU Tech Review 280, 30. kolovoza 1999. URL: [https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev\\_280-stroppiana.pdf](https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev_280-stroppiana.pdf) (20.7.2016.)

5. Automatska provjera datoteka – formalna provjera usklađenosti nastalih datoteka u odnosu na standarde
6. Rezanje i spajanje – procesi pomoću kojih nastaju jedinstvene datoteke. Rezanjem se dobivaju zasebne datoteke iz cijelovitih programa (npr. određeni segmenti iz informativnih emisija). S druge strane, spajanjem se dobivaju jedinstvene datoteke za gradivo koje je rastavljeno u fazi digitalizacije (npr. sadržaj koji se nalazi na više kasete).
7. Ručno potpomognuta provjera - faza u kojoj se obavlja najveći dio kontrole kvalitete. Za detekciju audiovizualnih nedostataka zaduženo je specijalizirano osoblje te posebni softver, ali se također koristi i automatska ekstrakcija metapodataka.
8. Digitalna restauracija – procesi digitalnog poboljšanja kvalitete, kao što su korekcija boje i ispravljanje generičkih nedostataka.
9. Arhiviranje – faza pohranjivanja zapisa namijenjenih za dugoročno očuvanje. Poseban naglasak je na osiguranju integriteta datoteka.
10. Indeksiranje, pretraga i dohvati – faza indeksiranja gradiva kako bi se osiguralo učinkovito pretraživanje i pronalaženje materijala. Minimalni zahtjev je pristup identifikacijom (pomoću naslova ili identifikacijskog broja), ali se preporučuje indeksiranje sa širokim rasponom metapodataka.<sup>128</sup>

Prilikom faze digitalizacije korišten je mali robotski automat u koji je moguće smjestiti do 60 Betacam kaseta i 4 video rekordera te koji koristi robotsku ruku za automatsko umetanje kasete. Ovim pristupom moguće je digitalizirati veće količine gradiva u kraćem vremenskom periodu, točnije više od 50 sati materijala na dan. Prijenos signala od rekordera do servera postignut je standardnim SDI kablom. Dobiveni signal pohranjen je u MXF OP1a spremnik sa sljedećim karakteristikama:

- Video: sirovina standardne rezolucije prema SMPTE 386M<sup>129</sup> standardu. Video je u takozvanom D10 formatu. Radi se o profesionalnom video formatu koji koristi MPEG-2 kompresiju unutar okvira (*I-frame only*) uz 4:2:2 shemu poduzorkovanja. Slika sadrži 625 linija uz 25 slika po sekundi. Brzina prijenosa za video iznosi 50 Mbit/s.

---

<sup>128</sup> Borgotallo, R.; Boch, L.; Messina, A. Automated industrial digitization of Betacam tapes - with MXF generation and validation. EBU Tech Review 2011, 8. prosinca 2011. URL: [https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev\\_2011-Q4\\_betacam-digitization\\_borgotallo.pdf](https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev_2011-Q4_betacam-digitization_borgotallo.pdf) (20.7.2016.)

<sup>129</sup> Dio MXF specifikacije koji definira način pohrane D10 video esencije u generički spremnik.

- Audio: osam kanala za nekomprimirani 16-bitni PCM zvuk uzorkovan na 48 kHz prema SMPTE 382M standardu. Za zvuk je dodijeljeno dodatnih 13 Mbit/s.

Kao što je navedeno, kod ove vrste zapisa sirovina se kodira samo unutar okvira što znači da se ne iskorištava vremenska zalihost, a svakom okviru može se nasumično pristupiti. Video, audio i metapodaci koji se odnose na jedan okvir nazivaju se jedinicom za editiranje (*edit unit*). Unutar arhiva stavljuju poseban naglasak na formalnu provjeru zapisa te su razvili dva posebna alata za MXF datoteke. Prvi je *d10ffdewrap* te je sposoban za sljedeće provjere na razini cijele datoteke: a) binarne kopije za zaglavlje i podnožje; b) md5 kontrolni zbroj za zaglavlje i podnožje; c) ukupni md5 kontrolni zbroj i d) ekstrakcija komponenti (m2v za video, wav za audio i vremenski kod kao tekst). Osim toga, softver posjeduje nekoliko mogućnosti za svaki okvir: a) ekstrakcija vremenskog koda, b) generiranje kontrolnog zbroja za svaku jedinicu; c) generiranje posebnog kontrolnog zbroja za audio i video unutar jedinice; d) izračunavanje glasnoće za svaki kanal i e) pronalaženje i popravak oštećenog video okvira. Drugi alat je *MXFTechMetadataExtractor* namijenjen za zaglavlje zapisa te radi s različitim verzijama MXF datoteka uključujući i D10. Njegova osnovna funkcija je provjeravanje integriteta zaglavlja i izvlačenje tehničkih metapodataka.<sup>130</sup>

Zadnja faza digitalizacije je stvaranje paketa za pohranu koji sadrže MXF zapise i pripadajuće metapodatke. Pakete se za sada pohranjuje na LTO-4 vrpce koristeći strukturu direktorija na LTO/LTFS datotečnom sustavu. Na traci se stvara glavni direktorij za svaki nosač koji se digitalizira i posebni poddirektorij za svaki zasebni entitet koji je nastao nakon uređivanja gradiva. Razmatrali su se standardi kao što su BagIt i METS, ali nijedan još nije službeno implementiran. LTO trake se čuvaju na policama u skladištima.

Što se tiče metapodataka, arhiv za sada ne koristi poznate standarde. Rezultat je skup uglavnom tekstualnih datoteka koje sadrže automatski generirane podatke i xml zapisa s različitim informacijama. Ukupno gledajući, metapodaci uglavnom sadrže:

- informacije o podrijetlu u vidu poveznica na izvorne nosače na kojima se gradivo nalazilo, ali i moguće informacije o prethodnim konverzijama formata,
- referentne informacije uključujući naziv programa i posebne identifikatore sadržaja,

---

<sup>130</sup> Borgotallo, R.; Boch, L.; Messina, A. Automated industrial digitization of Betacam tapes - with MXF generation and validation. EBU Tech Review 2011, 8. prosinca 2011. URL: [https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev\\_2011-Q4\\_betacam-digitization\\_borgotallo.pdf](https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev_2011-Q4_betacam-digitization_borgotallo.pdf) (20.7.2016.)

- kontekstualne informacije kao što su izvorni datum emitiranja, informacije koje se odnose na proces prihvata, pojedinosti o automatiziranim procesima analize sadržaja itd.,
- informacije o sigurnosti poput kontrolnih zbrojeva za svaku datoteku i svaki video okvir,
- različite informacije o kvaliteti datoteka s pojedinostima o detektiranim manama (vremenski intervali u kojima se pojavljuju, njihov tip i ozbiljnost),
- tehnički metapodaci.

Uz master zapise, stvarane su i dodatne kopije niže kvalitete namijenjene za pretraživanje gradiva ili produkciju koja ne zahtijeva zapise visoke kvalitete. Trenutačno se koristi MPEG-4 spremnik s AVC/H264 video kodiranjem u SD rezoluciji i AAC audio kodiranje za ukupnu kvalitetu zapisa od 1 Mbit/s.<sup>131</sup> Ove kopije, zajedno s odgovarajućim metapodacima, pohranjuju se u korporativni indeksni sustav pod nazivom *Multimedia Catalogue*. Sam sustav koristi hijerarhijski pristup (LTO i čvrsti diskovi), a arhitekturu čini katalog u kojem se nalaze metapodaci, već spomenuta audio knjižnica i video knjižnica. Lokacija master datoteka pohranjenih na policama također se nalazi unutar kataloga.<sup>132</sup>

## 4.2. Hibridni arhivi

Hibridni arhivi čine posebnu vrstu audiovizualnih arhiva. Njihova primarna misija je očuvanje nacionalne AV baštine. U tom pogledu, oni su ustrojeni kao nacionalni arhivi sa zakonskim mandatom održavanja digitalnih repozitorija. S druge strane, najveći dio njihovog gradiva dolazi iz radiotelevizijskih institucija što pak znači da te institucije čine najveći dio njihovih korisnika. Iz ovog razloga hibridni arhivi su usko povezani s medijskim okruženjem iz kojeg primaju većinu gradiva, a dostavu materijala proizvođačima sadržaja smatraju svojom glavnom odgovornošću. U praksi to znači da ove institucije više funkcioniraju kao radiotelevizijski arhivi s većim naglaskom na IT tehnologiju i infrastrukturu, a stvaranje metapodataka više je usredotočeno na deskriptivne i pristupne informacije. U skladu s time, fokus u hibridnim arhivima je ispunjavanje zahtjeva za brzinom, produkcijom i pristupom.

---

<sup>131</sup> Allasia, W. Deliverable D4.3: Recommendations for Standards and Trusted Audiovisual Repositories. Presto4U, 2. siječnja 2015. Str. 71-78. URL:[https://www.prestocentre.org/files/deliverable\\_d4.3\\_presto4u\\_02\\_01\\_2015\\_v5r.pdf](https://www.prestocentre.org/files/deliverable_d4.3_presto4u_02_01_2015_v5r.pdf) (20.7.2016.)

<sup>132</sup> Del Pero, R.; Dimino, G.; Stroppiana, M. Multimedia catalogue – the RAI experience. EBU Tech Review 280, 30. kolovoza 1999. URL: [https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev\\_280-stroppiana.pdf](https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev_280-stroppiana.pdf) (20.7.2016.)

#### **4.2.1. INA (*Institut National de l'Audiovisuel*)**

INA je nacionalni repozitorij za sve francuske radiotelevizijske arhive osnovan 1975. godine. Konkretno, zadaća INA-e je održavanje francuskih radijskih i televizijskih arhiva, pružanje produkcijskih usluga, služenje javnosti i proizvodnja vlastitog medijskog sadržaja za distribuciju. Sadržaj u njihovom posjedu sastoji se od dvije zasebne kategorije:

1. Audiovizualni arhiv francuskih javnih postaja, uključujući radijski sadržaj od 1930-ih (oko 720.000 sati) i televizijski sadržaj od 1940-ih (oko 780.000 sati). Sadrži i razne privatne fondove povjerene INA-i na čuvanje.
2. Arhiv sa sadržajem koji je predan prema zakonskim obavezama uvedenim 1992. godine. Svoje gradivo na čuvanje predaje 20 radijskih i 100 televizijskih ustanova, javnih i privatnih. Dosad je prikupljeno preko 1.400.000 sati radijskog i 970.000 sati televizijskog materijala.<sup>133</sup>

Kao nacionalni repozitorij, INA također dnevno preuzima emitirani program, za brojne javne i privatne postaje, što predstavlja rast gradiva od 500.000 sati godišnje. Što se tiče formata gradiva, ono se nalazi na svim mogućim vrstama nosača kao što je i slučaj kod prethodno opisanih arhiva. Suočeni sa zastarijevanjem i fizičkim propadanjem brojnih formata, u INA-i je pokrenut masovni projekt prebacivanja gradiva u digitalni oblik. Prve faze započete su još 1999. godine pa je odabir formata za migraciju i pohranu bio diktiran tadašnjim tehnološkim uvjetima. U početku je standardni arhivski format bio digitalni Betacam, odnosno cjelokupno analogno video gradivo prebacivano je na ove vrpce radi dugoročnog očuvanja. Nakon postupka konverzije izrađena su dva dodatna digitalna zapisa koristeći MPEG kodiranje. Prvi je MPEG-2 zapis visoke rezolucije uz prijenos bitova od 8 Mbit/s koji je namijenjen za daljnje korištenje te je pohranjen na LTO-3 vrpce. Drugi zapis je MPEG-1 niže kvalitete od oko 1 Mbit/s pohranjen na čvrstim diskovima te se koristi za mrežni pregled videa.<sup>134</sup> Nakon nekog vremena postalo je jasno kako je i digitalni Betacam zastario te je nedostatan za dugoročno očuvanje gradiva. U međuvremenu je i Sony prestao proizvoditi glave za čitanje za Betacam videorekordere te se unutar INA-e počelo razmišljati o novom formatu za arhivske kopije. Krajem 2011. godine službeno je odabran JPEG 2000 za

---

<sup>133</sup> Saintville, D. La stratégie de sauvegarde et de numérisation des archives de l’Institut National de l’Audiovisuel, 1999-2015, u: *Preservation of Audiovisual Collections: Moving Images*. IFLA, br.47, svibanj 2009. Str. 18. URL: [http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN\\_47\\_web.pdf](http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN_47_web.pdf) (20.7.2016.)

<sup>134</sup> Interview with the Institut National de l'Audiovisuel (INA). SCART, A website on audiovisual Heritage by PACKED, 22. prosinca 2009. URL: <https://www.scart.be/?q=en/content/interview-institut-national-de-laudiovisuel-ina> (20.7.2016.)

SD i HD zapise u verziji bez gubitaka u kombinaciji s MXF spremnikom.<sup>135</sup> Izbor ovog formata u skladu je s prihvaćenim standardima unutar radiotelevizijske industrije, a različite sheme metapodataka koje INA koristi posebno su razvijene unutar institucije. Iako digitalni repozitorij nije izvorno dizajniran u skladu s OAIS referentnim modelom, INA ipak zadržava podatke vezane uz proces digitalizacije kao što su rezultati provjere kvalitete, tehnički metapodaci i kontrolni zbrojevi. No ovi podaci se trenutačno ne održavaju u standardnim metapodatkovnim shemama niti ih se pakira zajedno s medijskim datotekama.<sup>136</sup> Kao primjer procesa digitalizacije u ovome arhivu poslužit će projekt digitalizacije audio sadržaja u produkciji javne postaje Radio Francuska (*Radio France*).

#### **4.2.1.1. Digitalizacija zvučnog gradiva**

Većinu analognih nosača unutar ovog fonda čine razne magnetske vrpce ( $\frac{1}{4}$ -inčne,  $\frac{1}{2}$ -inčne, 1-inčne i 2-inčne vrpce) te ploče sa 78 okretaja u minuti. Prilikom migracije na nove formate za pohranu, u INA-i nije dozvoljeno provođenje ikakvih subjektivnih izmjena ili poboljšanja koja mogu narušiti izvorni sadržaj. Osnovna namjera digitalizacije je pružanje najbolje moguće reprodukcije audio sadržaja bez gubljenja esencije ili ambijenta koji se nalazi u originalnom zapisu. Kako bi se ovo postiglo potrebno je prenijeti cijeli dinamički raspon signala. No isto tako se naglašava kako su različiti neželjeni artefakti unutar zvuka također sastavni dio signala te ih se mora očuvati. Radi se o raznim pojavama poput dodatne buke ili distorzije nastalim zbog ograničenja izvorno korištene tehnologije ili pak zbog neispravnog rukovanja i pohrane gradiva. S druge strane, postoje određene nepravilnosti kod originalnih snimki koje je moguće ispraviti. Jedna od češćih je takozvana azimut greška pri kojoj glave za čitanje nisu savršeno poravnate u odnosu na magnetske trake što u konačnici može dovesti do pogreške pri čitanju zapisa i gubitka viših frekvencija prilikom reprodukcije. Prije same digitalizacije potrebno je temeljito očistiti i pripremiti nosače. Postoje različite procedure čišćenja koje ovise o tipu nosača i njegovom fizičkom stanju. Recimo, 78-ice je moguće reproducirati s posebno izrađenim iglama koje uklanjuju nakupljenu prašinu u udubljenjima, pod uvjetom da fizičko stanje ploče dozvoljava takav proces. Sami uređaji za reprodukciju moraju odgovarati fizičkim zahtjevima svakog nosača. Kako bi se smanjio rizik od dodatnih oštećenja u INA-i se oprema za reprodukciju redovito održava prema

---

<sup>135</sup> INA, France's national audiovisual institute, Chooses EVS-OpenCube for its MXF JPEG2000 long term archive. EVS, 8. prosinca 2011. URL: <https://evs.com/en/news/ina-frances-national-audiovisual-institute-chooses-evs-opencube-its-mxf-jpeg2000-long-term> (20.7.2016.)

<sup>136</sup> Delaney, B.; de Jong, A. Media Archives and Digital Preservation: Overcoming Cultural Barriers. *Proceedings of the The 1st Annual conference on Digital Preservation for the Arts, Social Sciences and Humanities (DPASSH 2015)*, Dublin, Irska, lipanj 2015. Str. 3. URL: <http://publications.beeldengeluid.nl/pub/83/> (20.7.2016.)

profesionalnim standardima. Kao konkretan primjer same digitalizacije može poslužiti dokumentarna emisija koja sadrži samo ljudski govor te se nalazi na vinilskoj ploči.

Kao i kod svakog fizičkog nosača, ovdje su izradene dvije zasebne datoteke istih karakteristika:

- audio: nekomprimirani PCM zvuk uzorkovan na 48 kHz s 24-bitnim uzorcima,
- spremnik: standardni Wave format s dodanim metapodacima.

Prva datoteka služi kao arhivski primjerak te se pohranjuje bez ikakvih modifikacija. Druga datoteka izrađuje se na zahtjev ili pak za korisničke potrebe te prolazi kroz proces restauracije zvuka pri čemu mora ostati prilično vjerna originalu. U ovome slučaju, prvi korak restauracije je uklanjanje distorzije specifične za vinil, poznate kao nisko frekventna buka (*low-frequency rumble*). Ovdje se iz zapisa uklanjaju frekvencije ispod 30-40 Hz. U slučaju vinilskih ploča, ovakav proces ne dovodi do gubitka korisnih informacija jer su ove frekvencije uglavnom nečujne. Druga faza je izbacivanje raznih kratkotrajnih bučnih impulsa koji se manifestiraju kao pojedinačni klikovi ili pucketanja, a uglavnom ih uzrokuju mikro pukotine na površini ploče. Iako postoje različiti algoritmi za ovakav tip korekcije zvuka većina funkcioniра na istom principu, a to je zamjena distorzije s drugim komadom zvuka sličnih karakteristika, odnosno interpolacijom podataka iz susjednih dijelova zvuka. Najbolji rezultati se postižu za distorzije koje ne traju dulje od 3 milisekunde. Sljedeći korak je uklanjanje raznih pozadinskih šumova. U ovome slučaju radi se o jednostavnom procesu uklanjanja frekvencija koje ne spadaju pod normalni raspon govora. Konkretno, uklonjene su frekvencije ispod 300-400 Hz i iznad 4000-5000 Hz. U slučaju glazbenih snimki ovakav proces je dosta složeniji zato što je njihov frekvencijski raspon puno širi te je isprepletен s frekvencijskim pojasom pozadinskih šumova. Kod većine takvih snimki potrebno je koristiti kompleksne FFT (*Fast Fourier Transform*) algoritme.

Tijekom digitalizacije proizvodi se određeni skup metapodataka koji se registrira u lokalnoj bazi podataka te se zatim pretvara u XML zapis. Nakon završetka digitalizacije datoteke se šalju na provjeru kvalitete. Tijekom provjere poseban softver provodi automatsku analizu zapisa kako bi detektirao moguće tehničke pogreške kao što su dijelovi tištine na početku ili kraju, različite razine glasnoće itd. Nakon toga se provodi zadnji test preslušavanja zapisa kako bi se utvrdila njegova konačna kvaliteta. Rezultat je XML datoteka s pojedinostima o cjelokupnom procesu koja se pohranjuje u glavnu dokumentacijsku bazu.

Arhivske audio datoteke pohranjuju se na LTO vrpce bez korištenja ikakvih dodatnih spremnika. Na vrpcama se koristi struktura direktorija za pohranu gradiva. Dokumentacija s metapodacima pohranjuje se u glavnu dokumentacijsku bazu TOTEM. Ovi metapodaci sadrže različite informacije kao što su posebni identifikatori gradiva, podaci nastali prilikom procesa provjere kvalitete, informacije o porijeklu u vidu poveznica na originalne nosače, kontekstualne informacije, kontrolni zbrojevi za svaku datoteku itd. Tehnički metapodaci za sada se čuvaju u zasebnoj bazi, ali je u planu projekt migracije i spajanja s glavnom bazom podataka. LTO vrpce nalaze se u robotskoj biblioteci s dodatnim sigurnosnim kopijama na policama na udaljenim lokacijama. Dodatna kopija svakog zapisa nalazi se na čvrstom disku za potrebe pregledavanja.<sup>137</sup>

#### 4.2.2. B&G (*Beeld en Geluid*)

Nizozemski institut za sliku i zvuk (*Nederlands Instituut voor Beeld en Geluid*) je najveći nizozemski AV arhiv osnovan 1997. godine koji upravlja s oko 70% nizozemske audiovizualne baštine. Njegova uloga, poput INA-e, je dvostruka. On služi kao centralni producijski arhiv za javne radiotelevizijske institucije, ali i kao nacionalni audiovizualni arhiv. Njihovo gradivo sastoji se od preko 800.000 sati radijskog i televizijskog programa, glazbe i filmova. Prema zakonskom mandatu B&G održava zbirke proizvedene od strane 15 javnih radiotelevizijskih institucija. Osim toga, institut sudjeluje u pomaganju različitim kulturnim, akademskim i edukacijskim ustanovama u očuvanju njihovog AV gradiva. Njihov odabir formata (većinom MXF) za dugoročno očuvanje poklapa se sa standardima radiotelevizijskih arhiva, njihove najveće korisničke skupine. Deskriptivna metapodatkovna shema razvijena je unutar instituta te se temelji na FRBR (*Functional Requirements for Bibliographic Records*)<sup>138</sup> standardu dok su ostale sheme za informacije o porijeklu, tehničkim aspektima itd. također razvijene unutar institucije. Trenutačno nije implementiran nijedan službeni arhivski metapodatkovni standard.<sup>139</sup> Za primjer digitalizacije unutar B&G arhiva ukratko će biti prikazan projekt digitalizacije filmskog gradiva na vrpcama različitih dimenzija.

<sup>137</sup> Allasia, W. Deliverable D4.3: Recommendations for Standards and Trusted Audiovisual Repositories. Presto4U, 2. siječnja 2015. Str. 47-53. URL:[https://www.prestocentre.org/files/deliverable\\_d4.3\\_presto4u\\_02\\_01\\_2015\\_v5r.pdf](https://www.prestocentre.org/files/deliverable_d4.3_presto4u_02_01_2015_v5r.pdf) (20.7.2016.)

<sup>138</sup> Funkcionalni zahtjevi bibliografskog zapisa je konceptualni model baziran na relaciji entitet-odnos koji se bavi korisničkim zadacima pronalaženja i pristupa u online knjižničnim katalozima i bibliografskim bazama podataka. Izvor: Functional Requirements for Bibliographic Records. Wikipedia.

URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Functional\\_Requirements\\_for\\_Bibliographic\\_Records](https://en.wikipedia.org/wiki/Functional_Requirements_for_Bibliographic_Records) (20.7.2016.)

<sup>139</sup> Delaney, B.; de Jong, A. Media Archives and Digital Preservation: Overcoming Cultural Barriers. *Proceedings of the The 1st Annual conference on Digital Preservation for the Arts, Social Sciences and Humanities (DPASSH 2015)*, Dublin, Irska, lipanj 2015. Str. 3. URL: <http://publications.beeldengeluid.nl/pub/83/> (20.7.2016.)

#### **4.2.2.1. Digitalizacija filmskog gradiva**

Unutar B&G arhiva nalazi se ogromna zbirka filmskog materijala koja je podijeljena u dvije zasebne kategorije:

1. Radiotelevizijska zbirka koja ugrubo pokriva period od 1955. do 1989. godine s procijenjenim volumenom od 25.000 sati. Većina materijala je na 16mm pozitivu, ali isto tako uključuje formate u rasponu od 8 do 35mm. Od 1952. za većinu zbirke zvuk je sniman na zasebnom 16mm magnetskom filmu (sepmag), no oko 1,5% zbirke sadrži optički ili magnetski zvuk na samoj filmskoj traci.
2. Zbirka filmskog materijala koji nije bio proizведен za potrebe emitiranja. Radi se o veoma heterogenoj zbirci koja sadrži materijale brojnih nizozemskih institucija, kompanija, privatnih kolekcionara te profesionalnih i amaterskih filmaša. Raspon formata je od 8 do 35mm te sadrži više od 10.000 sati materijala. Velika količina originalnog gradiva nalazila se na nitratnim podlogama, ali su do danas svi prebačeni na poliesterski film.<sup>140</sup>

Trake su fizički pohranjene u tri vrste spremnika (*cans*): male (*S-small*), srednje (*M-medium*) i velike (*L-large*). Filmske trake u njima razlikuju se po dužini trajanja zapisa. L spremnici sadrže trake s maksimalnom duljinom od 60 minuta, M spremnici 30 minuta, a S spremnici do 13 minuta. Za radiotelevizijsku zbirku procijenjeno je da se 13% gradiva nalazi u L, 59% u M i 28% u S spremnicima.

Filmovi i pripadajući nosači zvuka registriraju se u iMMix kataložni sustav zajedno s njihovim materijalnim svojstvima, spremnicima i programskim metapodacima. Točnost ove registracije nije uvijek na zadovoljavajućoj razini te često zahtijeva dodatne napore. Za procese digitalizacije relevantni registracijski objekti u kataložnom sustavu su:

- izraz (*Expression*) – odnosi se na sami program,
- izbor (*Selection*) – odnosi se na stavku programa,
- pozicija (*Position*) – predstavlja odnos između prva dva objekta i nosača,
- nosač (*Carrier*) – označava fizičku stavku ili datoteku, npr. film ili digitalizirani film,
- jedinica za pohranu (*Storage unit*) – označava fizički spremnik.

---

<sup>140</sup> de Smet, T.; Triemstra, H. J. White Paper: Film scanning considerations. PrestoCentre, siječanj 2011. URL: <http://publications.beeldengeluid.nl/pub/79/> (20.7.2016.)

U nekim slučajevima više nosača je fizički spajano što je rezultiralo s jednom fizičkom stavkom, odnosno filmskom rolo.

Sam proces digitalizacije filma bazirao se na takozvanom telecine<sup>141</sup> transferu u video format. Dvaput mjesечно filmovi su dostavljani vanjskim pružateljima usluge skeniranja. Svaki film je bio fizički pripremljen, ultrazvučno očišćen i skeniran u SD rezoluciji na digitalni Betacam. U situacijama gdje je to moguće, prilikom procesa skeniranja zvuk je sinkroniziran sa slikom te pohranjen s videom na Betacam vrpcu. Novi nosači su registrirani u iMMix sustav, zajedno s relevantnim informacijama o vremenskom kodu za svaku pojedinu stavku na Betacamu. Nakon toga svaka stavka je kodirana u visoko rezolucijsku MXF D10 datoteku (50 Mbit/s) namijenjenu za digitalni pristup te dodatnu MPEG-1 datoteku niže kvalitete za potrebe pregledavanja. D10 format izabran je jer se smatralo kako ovaj standard zadovoljava potrebe emitiranja, arhiviranja i pristupa. Ovakav postupak korišten je u B&G arhivu sve do 2010. godine.

Nakon nekog vremena postalo je očito da SD pristup posjeduje određena ograničenja. Iako je standardna rezolucija bila dovoljna za bilježenje informacija u odabranim 8mm i 16mm filmovima, identificiran je određeni broj zbirk koje su zahtijevale veću rezoluciju prilikom digitalizacije kako bi se točno zabilježile informacije na filmu. Osim toga, počelo se razmišljati o pravom arhivskom formatu koji bi u idealnoj situaciji pohranjivao podatke bez ikakve kompresije. Dodatan razlog za promjenu formata bio je prelazak nizozemskih radiotelevizijskih kompanija na XDCAM HD422<sup>142</sup> standard za potrebe HDTV emitiranja i arhiviranja. Prilikom odabira formata u arhivu su vodili računa o tehničkim karakteristikama filma i potrebnoj rezoluciji skeniranja. Posebno je naglašeno kako na tehničku kvalitetu digitaliziranog filma utječe puno više parametara od same rezolucije skeniranja. Neki od njih su optika skenera, korišteni prostor boja, dubina bita, postavke skenera itd. Drugi veoma bitan čimbenik je tehnička kvaliteta samog filma koja je rezultat nekoliko faktora, kao što su uvjeti osvjetljenja prilikom snimanja, kvaliteta korištene leće, fokus, karakteristike filmske vrpce, razvoj filma te degradacija filma tijekom upotrebe i pohranjivanja. U arhivu su provedena konkretna mjerena pomoću različitih kvalitativnih metoda kako bi se donekle ustvrdila

---

<sup>141</sup> Pojam *telecine* primarno se odnosi na proces prebacivanja filma u video zapis, bilo na video vrpcu ili direktno u digitalnu datoteku, ali i na uređaje koji se koriste za takvu konverziju. Osnovni problem kod ovakvog postupka je sinkronizacija zbog toga što film koristi 24 slike po sekundi dok video koristi 25 ili 30. Iz ovog razloga određeni arhivi, poput B&G-a, koriste specijalizirane skenere za digitalizaciju svakog pojedinog okvira filma.

<sup>142</sup> XDCAM je serija digitalnih video formata koje je uveo Sony 2003. godine. Navedena HD verija koristi MPEG-2 kodiranje s 8-bitnim uzorcima i 4:2:2 shemom poduzorkovanja uz prijenos bitova od 50 Mbit/s. Dvije podržane rezolucije su 1920x1080 i 1280x720. Za audio se koristi 4 ili 8 kanala s 24-bitnim PCM zvukom uzorkovanim na 48 kHz. Izvor: XDCAM. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/XDCAM#XDCAM\\_formats](https://en.wikipedia.org/wiki/XDCAM#XDCAM_formats) (20.6.2016.)

potrebna rezolucija. Tako je recimo za film Lawrence od Arabije zaključeno da bi ga trebalo skenirati pri horizontalnoj rezoluciji od čak 6000 piksela kako bi se zabilježili svi detalji zbog toga što je riječ o filmu koji je snimljen u visoko profesionalnim uvjetima na 65mm negativu s vrlo dobrim lećama i filmskom trakom. Za veliku većinu 16mm materijala procijenjeno je da 1470 horizontalnih piksela predstavlja maksimalnu potrebnu rezoluciju.

Za cjelokupnu zbirku odlučeno je da puna 2K rezolucija zadovoljava potrebe i najkvalitetnijih filmova. Međutim, u većini slučajeva kvaliteta slike je i znatno niža tako da se mogla koristiti i niža rezolucija skeniranja bez kompromitiranja materijala. Kao rezultat, razrađene su dvije kategorije:

- 2K rezolucija (2048x1556) za visoko kvalitetni sadržaj. Ovdje spada sav 35mm film kao i posebno odabrani 16mm materijali iznimne kinematografske vještine i ljepote.
- HD rezolucija (1440x1080) za sav drugi 16mm materijal.

Za obje rezolucije smatra se kako omogućuju odlično mapiranje u HDTV formate. Što se tiče kvalitete boje određeno je:

- Skeniranje slike s 10-bitnim logaritamskim komponentama kako bi se osigurao dovoljan dinamički raspon.
- Korištenje RGB prostora boja samog skenera. Smatralo se kako ovo pruža maksimalnu kompatibilnost s RGB uređajima i video opremom te da pokriva većinu spektra boja prisutnih u filmu. Također je naglašeno kako se vrijednosti boja mogu lako transformirati u druge RGB prostore kao što su ITU-R BT.709 (HDTV).<sup>143</sup>

Za potrebe arhiviranja gradiva razmatrala su se dva formata, DPX i JPEG2000. DPX (*Digital Picture Exchange*) je nekomprimirani format koji se pretežito koristi u filmskoj produkciji te je reguliran kroz SMPTE 268M standard. Format omogućuje pohranjivanje linearnih ili logaritamskih vrijednosti boja uz različite dubine bita po komponenti. Najčešće korištena verzija je 2K DPX zapis s 10-bitnim logaritamskim RGB pikselima. Slike u ovakvim zapisima pohranjuju se kao individualne datoteke u strukturi direktorija koji predstavlja izvornu filmsku traku. Prilikom razmatranja ovih formata provedena su dva pilot projekta pri čemu su DPX zapisi služili kao sigurnosne kopije na policama, a JPEG2000 datoteke koristile su se u arhivske svrhe. Uz njih koristio se i dodatni format visoke rezolucije

---

<sup>143</sup> de Smet, T.; Triemstra, H. J. White Paper: Film scanning considerations. PrestoCentre, siječanj 2011.  
URL: <http://publications.beeldengeluid.nl/pub/79/> (20.7.2016.)

za potrebe pristupa. Iako nekomprimirani DPX zapisi zahtijevaju velike količine kapaciteta za pohranu, utvrđeno je kako JPEG2000 posjeduje nekoliko bitnih nedostataka:

- Kodiranje i dekodiranje ovog formata je iznimno zahtjevno s računalne strane.
- Ne postoji standardizirana specifikacija omatanja JPEG2000 esencije u MXF format. Iako je za ovo nadležan SMPTE 422M, smatralo se kako je ovaj standard nedorečen te da postoji previše varijacija u njegovoju implementaciji.
- Nedostatak alata za provjeru, kontrolu i validaciju kvalitete JPEG2000 zapisa.

U arhivu su na kraju odabrali DPX format u dvije verzije: puna 2K rezolucija za sve 35mm filmove i odabrane 16mm filmove te HD rezolucija za ostale 16mm filmove. Obje verzije koriste 10-bitni logaritamski RGB prostor boja. Za 2K materijal je odlučeno da će se digitalizirati unutar B&G instituta dok će otprilike dvije trećine HD materijala biti digitalizirano od strane vanjskih dobavljača. Konačni rezultat su datoteke u sljedećem obliku:

- video: nekomprimirani DPX zapisi u 2K ili HD rezoluciji uz 10-bitne RGB uzorke s 25 slika po sekundi,
- audio: nekomprimirani Broadcast WAVE format s 24-bitnim PCM zvukom uzorkovanim na 48 kHz.

Gradivo se pohranjuje na LTO-4 vrpce bez ikakve kompresije korištenjem TAR arhivskog formata. Metapodaci nastali tijekom različitih faza digitalizacije, kao što su provjera kvalitete DPX i BWF zapisa, pohranjuju se u bazu podataka. Određeni skup metapodataka, kao što su tehničke informacije, naziv zapisa, datum stvaranja itd., pohranjuje se unutar DPX zapisa. LTO vrpce s arhivskim materijalom nalaze se na policama. Sav digitalizirani materijal također se kodira u XDCAM HD422 format koji se pohranjuje u MXF OP1a spremnik te se nalazi u poluizravnom sustavu unutar instituta. Unutar Instituta je procijenjeno kako će se ovakvim pristupom digitalizirati više od 12.000 sati materijala<sup>144</sup>

---

<sup>144</sup> Ibid.

## 5. Zaključak

Prethodno opisani procesi digitalizacije AV gradiva, kao i prikazani konkretni primjeri, dočaravaju iznimnu kompleksnost ovakvih projekata s tehnološkog, finansijskog i vremenskog stajališta. No unatoč njihovoj zahtjevnosti, iskustva brojnih europskih i svjetskih radiotelevizijskih arhiva samo potvrđuju činjenicu kako je digitalizacija danas jedini pouzdan način dugoročnog očuvanja AV gradiva kao i jedini način na koji arhivi mogu približiti svoje gradivo većem broju korisnika. Iako su RTV arhivi tijekom godina usavršavali svoje metode i postupke digitalizacije, još uvijek su prisutni brojni nedostatci u njezinoj primjeni. Ovi problemi posebno su vidljivi kod video gradiva te ih se može zajedno promatrati kao problem nedostatka standardizacije.

Među njima posebno se ističe pitanje metapodataka. Kao što je analiza u ovome radu pokazala, RTV arhivi koriste zaista brojne i različite sheme razvijene za njihove posebne potrebe. Ovaj pristup nije toliko problematičan kada se radi o korištenju gradiva unutar institucije no predstavlja veliku prepreku pri postupcima razmjene zapisa. U ovakvim situacijama male razlike u korištenim standardima mogu dovesti do problema u interpretaciji metapodataka.

Drugi problem je povezan s korištenjem različitih spremnika za digitalni sadržaj. Opet, ovo nije toliko izraženo kod audio gradiva zato što se BWF uspostavio kao arhivski format no situacija kod videa je ponešto komplikiranija. Iako postoji određeni konsenzus o upotrebi MXF spremnika, veliki broj manjih arhiva i dalje koristi formate kao što su Appleov MOV ili Microsoftov AVI. U osnovi, ovaj problem opet se svodi na pitanje metapodataka zbog toga što različiti formati u određenoj mjeri implementiraju različite sheme koje nisu nužno kompatibilne. S druge strane, čak i unutar sustava koji koriste MXF spremnike dolazi do velikog stupnja nekompatibilnosti. Kao što je objašnjeno u poglavlju o digitalizaciji video gradiva, ovaj problem primarno proizlazi iz korištenja različitih dijelova SMPTE specifikacija što u konačnici rezultira s velikim brojem podtipova MXF zapisa.

I treći veliki problem vezan je uz pitanje kompresije. Kao i kod prethodnih primjera ovaj problem se ne pojavljuje kod audio gradiva zato što je danas opće prihvaćena praksa njegovog pohranjivanja u nekomprimiranom obliku. S druge strane, kod videa kompresija je prisutna u skoro svakom koraku. Iako i u ovom području postoje brojni standardi, poput ITU specifikacija, njihova primjena nije univerzalna. Glavni razlog je naravno sama veličina nekomprimiranog videa koji u slučaju ITU 601. standarda iznosi oko 125 gigabajta po satu.

Pohrana i rukovanje ovako velikom količinom podataka iznimno je zahtjevno što znači da je kompresija dugo vremena smatrana kao neizbjegjan postupak. No njezini brojni nedostatci natjerali su arhive da polako počnu razmatrati opciju nekomprimiranih master datoteka. Glavni problem s komprimiranjem videa leži u brojnim postupcima njegovog kodiranja i dekodiranja prilikom prikazivanja. Naime, ovi procesi mogu dovesti do iznenadnog gubitka informacija u signalu, a trenutačno ne postoje nikakve metode kojima se takve greške mogu predvidjeti. Iz ovog razloga, brojne institucije odlučile su digitalizirati svoje video i filmsko gradivo bez korištenja kompresije. No određeni arhivi odabrali su neku vrstu kompromisa te pohranjuju svoje arhivske zapise korištenjem kompresije bez gubitaka. Iako ovakav pristup u velikoj mjeri predstavlja napredak u dugoročnom očuvanju video gradiva, u konačnici on također doprinosi povećanju rizika od gubitka informacija.

## **6. Popis tablica**

Tablica 1. Veličina digitalnih audio snimki za jedan sat digitalizacije .....	15
Tablica 2. Dimenzije slike različitih video formata .....	22
Tablica 3. Frekvencije uzorkovanja boje .....	24
Tablica 4. Prikaz veličina različitih formata video zapisa .....	28

## 7. Popis literature

Addis, M.; Allasia, W.; Bailer, W.; Boch, L.; Gallo, F.; Wright, R. 100 Million Hours of Audiovisual Content: Digital Preservation and Access in the PrestoPRIME Project. PrestoPrime, ožujak 2010. URL:[http://www.joanneum.at/uploads/tx\\_publicationlibrary/BAW-2010-DPIF.pdf](http://www.joanneum.at/uploads/tx_publicationlibrary/BAW-2010-DPIF.pdf) (20.7.2016.)

Allasia, W. Deliverable D4.3: Recommendations for Standards and Trusted Audiovisual Repositories. Presto4U, 2. siječnja 2015.

URL:[https://www.prestocentre.org/files/deliverable\\_d4.3\\_presto4u\\_02\\_01\\_2015\\_v5r.pdf](https://www.prestocentre.org/files/deliverable_d4.3_presto4u_02_01_2015_v5r.pdf) (20.7.2016.)

Archival Disc. Wikipedia. URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Archival\\_Disc](https://en.wikipedia.org/wiki/Archival_Disc) (20.7.2016.)

Archive eXchange Format: AXF Technology. OpenAXF. URL:<http://www.openaxf.org/technology/> (20.7.2016.)

Arms, C. R.; Fleischhauer, C.; Murray, K. Sustainability of Digital Formats Planning for Library of Congress Collections: Motion JPEG 2000 File Format. Library of Congress, 21. listopada 2014. URL:<http://www.digitalpreservation.gov/formats/fdd/fdd000127.shtml> (20.7.2016.)

AV Digitisation and Digital Preservation: TechWatch Report #01. PrestoCentre, veljača 2014.

URL:[https://www.prestocentre.org/system/files/library/resource/techwatch\\_report\\_01\\_2014\\_0.pdf](https://www.prestocentre.org/system/files/library/resource/techwatch_report_01_2014_0.pdf) (20.7.2016.)

BagIt. Wikipedia. URL:<https://en.wikipedia.org/wiki/BagIt> (20.7.2016.)

Blu-ray FAQ: How fast can you read/write data on a Blu-ray disc? Blu-ray.com.

URL:[http://www.blu-ray.com/faq/#bluray\\_speed](http://www.blu-ray.com/faq/#bluray_speed) (20.7.2016.)

Borgotallo, R.; Boch, L.; Messina, A. Automated industrial digitization of Betacam tapes - with MXF generation and validation. EBU Tech Review 2011, 8. prosinca 2011. URL:[https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev\\_2011-Q4\\_betacam-digitization\\_borgotallo.pdf](https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev_2011-Q4_betacam-digitization_borgotallo.pdf) (20.7.2016.)

Burg, J.; Romney, J.; Schwartz E. Digital sound & music: Concepts, Applications and Science. Department of Computer Science, Wake Forest University, SAD, 29. srpnja 2013. URL:<http://csweb.cs.wfu.edu/~burg/CCLI/Documents/Chapter5.pdf> (20.7.2016.)

CD and DVD writing speed. Wikipedia.

URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/CD\\_and\\_DVD\\_writing\\_speed](https://en.wikipedia.org/wiki/CD_and_DVD_writing_speed) (20.7.2016.)

Compact disk. Wikipedia. URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Compact\\_disc](https://en.wikipedia.org/wiki/Compact_disc) (20.7.2016.)

Computer data storage. Wikipedia.

URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_data\\_storage](https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_data_storage) (20.7.2016.)

Conway, P. Rationale for Digitization and Preservation, u: *Handbook for Digital Projects: A Management Tool for Preservation and Access*, uredila Sitts, M. K. Northeast Document Conservation Center, Andover, Massachusetts, 2000. Str. 15-30.

URL:<https://www.nedcc.org/assets/media/documents/dman.pdf> (20.7.2016.)

Cunningham, S.; de Nier, P. File-based Production: Making It Work In Practice. BBC Research White Paper: WHP 155, rujan 2007.

URL:<http://downloads.bbc.co.uk/rd/pubs/whp/pdf-files/WHP155.pdf> (20.7.2016.)

D-3 (video). Wikipedia. URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/D-3\\_\(video\)](https://en.wikipedia.org/wiki/D-3_(video)) (20.7.2016.)

de Smet, T.; Triemstra, H. J. White Paper: Film scanning considerations. PrestoCentre, siječanj 2011. URL:<http://publications.beeldengeluid.nl/pub/79/> (20.7.2016.)

Del Pero, R.; Dimino, G.; Stroppiana, M. Multimedia catalogue – the RAI experience. EBU Tech Review 280, 30. kolovoza 1999. URL:[https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev\\_280-stroppiana.pdf](https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev_280-stroppiana.pdf) (20.7.2016.)

Delaney, B.; de Jong, A. Media Archives and Digital Preservation: Overcoming Cultural Barriers. *Proceedings of the The 1st Annual conference on Digital Preservation for the Arts, Social Sciences and Humanities (DPASSH 2015)*, Dublin, Irska, lipanj 2015.

URL:<http://publications.beeldengeluid.nl/pub/83/> (20.7.2016.)

Determining Your Hard Disk Storage Options: Determining How Much Space You Need. Final Cut Pro 7 User Manual. Apple Inc., ožujak 2010.

URL:<https://documentation.apple.com/en/finalcutpro/usermanual/index.html#chapter=13%26section=3%26tasks=true> (20.7.2016.)

Digital File Formats for Videotape Reformatting: Part 1. Detailed Matrix for Wrappers. Federal Agencies Digitization Guidelines Initiative Audio-Visual Working Group, 2. prosinca 2014. URL:[http://www.digitizationguidelines.gov/guidelines/FADGI\\_VideoReFormatCompare\\_pt1\\_20141202.pdf](http://www.digitizationguidelines.gov/guidelines/FADGI_VideoReFormatCompare_pt1_20141202.pdf) (20.7.2016.)

Digital Linear Tape. Wikipedia.

URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_Linear\\_Tape](https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Linear_Tape) (20.7.2016.)

Digital Video Archiving: The Evolving Reality of Any Content, Anywhere, Anytime. Oracle white paper, svibanj 2015. URL:<http://www.oracle.com/us/products/digital-video-archiving-wp-2549967.pdf> (20.7.2016.)

DVD-Audio. Wikipedia. URL:<https://en.wikipedia.org/wiki/DVD-Audio> (20.7.2016.)

DVD-Video. Wikipedia. URL:<https://en.wikipedia.org/wiki/DVD-Video> (20.7.2016.)

Edmondson, R. Audiovisual archiving: Philosophy and Principles. UNESCO, Pariz, travanj 2004. URL:[http://www.fiafnet.org/images/tinyUpload/E-Resources/Official-Documents/Philosophy-of-Audiovisual-Archiving\\_UNESCO.pdf](http://www.fiafnet.org/images/tinyUpload/E-Resources/Official-Documents/Philosophy-of-Audiovisual-Archiving_UNESCO.pdf) (20.7.2016.)

Fells, N.; Donachy, P.; Owen, C. Creating Digital Audio Resources: *A Guide to Good Practice*. Arts and humanities data service, 2002. URL:[http://www.ahds.ac.uk/creating/guides/audio-resources/GGP\\_Audio\\_7.1.htm](http://www.ahds.ac.uk/creating/guides/audio-resources/GGP_Audio_7.1.htm) (20.7.2016.)

Ferreira, P. MXF – a technical overview. EBU Technical Review, 1. rujna 2010. URL:[https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev\\_2010-Q3\\_MXF-2.pdf](https://tech.ebu.ch/docs/techreview/trev_2010-Q3_MXF-2.pdf) (20.7.2016.)

Fleischhauer, C. Format Considerations in Audio-Visual Preservation Reformatting: Snapshots from the Federal Agencies Digitization Guidelines Initiative, u: *Information Standards Quarterly*, vol. 22, br. 2, 2010. Str. 34-40. URL:[http://www.digitizationguidelines.gov/audio-visual/documents/IP\\_Fleischhauer\\_AudioVisual\\_Reformatting\\_isqv22no2.pdf](http://www.digitizationguidelines.gov/audio-visual/documents/IP_Fleischhauer_AudioVisual_Reformatting_isqv22no2.pdf) (20.7.2016.)

Formati datoteka za pohranu i korištenje (radna verzija). Nacionalni projekt „Hrvatska kulturna baština“, Digitalizacija arhivske, knjižnične i muzejske građe. Ministarstvo kulture Republike Hrvatske, studeni 2007. URL:[www.kultura.hr/content/download/597/7937](http://www.kultura.hr/content/download/597/7937) (20.7.2016.)

Functional Requirements for Bibliographic Records. Wikipedia.

URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Functional\\_Requirements\\_for\\_Bibliographic\\_Records](https://en.wikipedia.org/wiki/Functional_Requirements_for_Bibliographic_Records) (20.7.2016.)

Glanville, M.; Heritage, T. A Guide to Understanding BBC Archive MXF Files. BBC Research & Development White Paper: WHP 241, travanj 2013.

URL:<http://downloads.bbc.co.uk/rd/pubs/whp/whp-pdf-files/WHP241.pdf> (20.7.2016.)

Guidelines for the Creation of Digital Collections: Digitization Best Practices for Moving Images. Consortium of Academic and Research Libraries in Illinois, CARLI Digital Collections Users' Group Standards Subcommittee, SAD, 23. rujna 2014.

URL:[https://www.carli.illinois.edu/sites/files/digital\\_collections/documentation/guidelines\\_for\\_video.pdf](https://www.carli.illinois.edu/sites/files/digital_collections/documentation/guidelines_for_video.pdf) (20.7.2016.)

H.264/MPEG-4 AVC. Wikipedia. URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/H.264/MPEG-4\\_AVC](https://en.wikipedia.org/wiki/H.264/MPEG-4_AVC) (20.7.2016.)

Hard disk drive. Wikipedia. URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Hard\\_disk\\_drive](https://en.wikipedia.org/wiki/Hard_disk_drive) (20.7.2016.)

Henriksen, S.; Seuskens, W.; Wijers, G. D6.1: Guidelines for a Long-term Preservation Strategy for Digital Reproductions and Metadata. Digitising contemporary art, ICT Policy Support Programme, 13. veljače 2012.

URL:[http://www.digitisingcontemporaryart.eu/images/uploads/news\\_activities/DCA\\_D61\\_G uidelines\\_Long\\_Term\\_Preservation\\_Strategy\\_20120213\\_V1.pdf](http://www.digitisingcontemporaryart.eu/images/uploads/news_activities/DCA_D61_G uidelines_Long_Term_Preservation_Strategy_20120213_V1.pdf) (20.7.2016.)

High Efficiency Video Coding. Wikipedia.

URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/High\\_Efficiency\\_Video\\_Coding](https://en.wikipedia.org/wiki/High_Efficiency_Video_Coding) (20.7.2016.)

ID3. Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/ID3> (20.7.2016.)

INA, France's national audiovisual institute, Chooses EVS-OpenCube for its MXF JPEG2000 long term archive. EVS, 8. prosinca 2011. URL:<https://evs.com/en/news/ina-frances-national-audiovisual-institute-chooses-evs-opencube-its-mxf-jpeg2000-long-term> (20.7.2016.)

Ingex: Award-winning digital recording system. BBC Research & Development.

URL: <http://www.bbc.co.uk/rd/projects/ingex> (20.7.2016.)

Ingex: From the BBC R&D labs. Sourceforge. URL:<http://ingex.sourceforge.net/index.html> (20.7.2016.)

Interlaced video. Wikipedia. URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Interlaced\\_video](https://en.wikipedia.org/wiki/Interlaced_video) (20.7.2016.)

Interview with the Institut National de l'Audiovisuel (INA). SCART, A website on audiovisual Heritage by PACKED, 22. prosinca 2009. URL:<https://www.scart.be/?q=en/content/interview-institut-national-de-laudiovisuel-ina> (20.7.2016.)

Jones, M. T. Anatomy of a cloud storage infrastructure: Models, features, and internals. IBM developerWorks, 30. studenog 2010. URL: <https://www.ibm.com/developerworks/cloud/library/cl-cloudstorage/cl-cloudstorage-pdf.pdf> (20.7.2016.)

Linear Tape-Open. Wikipedia.

URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Linear\\_Tape-Open](https://en.wikipedia.org/wiki/Linear_Tape-Open) (20.7.2016.)

Lorrain, E. A short guide to choosing a digital format for video archiving masters. SCART, A website on audiovisual Heritage by PACKED, ožujak 2014.

URL:<https://www.scart.be/?q=en/content/short-guide-choosing-digital-format-video-archiving-masters> (20.7.2016.)

LTO Generation 7. Ultrium LTO.

URL:<http://www.lto.org/technology/lto-generation-7/> (20.7.2016.)

Magnetic tape data storage. Wikipedia.

URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic\\_tape\\_data\\_storage](https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_tape_data_storage) (20.7.2016.)

MP3. Wikipedia. URL:<https://en.wikipedia.org/wiki/MP3> (20.7.2016.)

Mpeg-1. Wikipedia. URL:<https://en.wikipedia.org/wiki/MPEG-1> (20.7.2016.)

Nyquist rate. Wikipedia. URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Nyquist\\_rate](https://en.wikipedia.org/wiki/Nyquist_rate) (20.7.2016.)

P\_META. EBU Technology & Inovation.

URL:[https://tech.ebu.ch/metadata/p\\_meta](https://tech.ebu.ch/metadata/p_meta) (20.7.2016.)

Pinheiro, E.; Weber, W. D.; Barroso, L. A. Failure Trends in a Large Disk Drive Population. Google Inc., 1600 Amphitheatre Pkwy Mountain View, CA 94043, SAD, veljača 2007. URL:[http://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/en//archive/disk\\_failures.pdf](http://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/en//archive/disk_failures.pdf) (20.7.2016.)

Ponlatha, S.; Sabeenian, R. S. Comparison of Video Compression Standards. International Journal of Computer and Electrical Engineering, vol. 5, br. 6, prosinac 2013. Str. 549-554. URL:<http://www.ijcce.org/papers/770-ET055.pdf> (20.7.2016.)

RAID. Wikipedia. URL:<https://en.wikipedia.org/wiki/RAID> (20.7.2016.)

Recommendation ITU-R BT.601-7, Studio encoding parameters of digital television for standard 4:3 and wide-screen 16:9 aspect ratios. International Telecommunication Union, ožujak 2011. URL:[https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.601-7-201103-I!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.601-7-201103-I!!PDF-E.pdf) (20.7.2016.)

Recommendation ITU-R BT.709-6, Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange. International Telecommunication Union, lipanj 2015. URL:[http://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.709-6-201506-I!!PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.709-6-201506-I!!PDF-E.pdf) (20.7.2016.)

Redmon, N. What is aliasing? EarLevel Engineering, 20. listopada 1996.

URL:<http://www.earlevel.com/main/1996/10/20/what-is-aliasing/> (20.7.2016.)

RIAA equalization. Wikipedia.

URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/RIAA\\_equalization](https://en.wikipedia.org/wiki/RIAA_equalization) (20.7.2016.)

Sadndstå, O. Tertiary Storage in Digital Video Archives. Department of Computer and Information Science, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norveška, svibanj 2004.

URL:[https://www.idi.ntnu.no/grupper/dif/research/phd\\_thesis/2004/26\\_Olav\\_Sandstaa.pdf](https://www.idi.ntnu.no/grupper/dif/research/phd_thesis/2004/26_Olav_Sandstaa.pdf) (20.7.2016.)

Saintville, D. La stratégie de sauvegarde et de numérisation des archives de l’Institut National de l’Audiovisuel, 1999-2015, u: *Preservation of Audiovisual Collections: Moving Images*. IFLA, br.47, svibanj 2009. Str. 18-25. URL:[http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN\\_47\\_web.pdf](http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN_47_web.pdf) (20.7.2016.)

Schüller, D. Strategies for the Safeguarding of Audio and Video Materials in the Long Term, u: *Audiovisual archives: A practical reader*, uredila Harrison, H. P. UNESCO, Pariz, ožujak 1997. Str. 292-297. URL:<http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001096/109612eo.pdf> (20.7.2016.)

Schüller, D. Video Archiving and the Dilemma of Data Compression, u: *Preservation of Audiovisual Collections: Moving Images*. IFLA, br.47, svibanj 2009. Str. 5-7. URL:[http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN\\_47\\_web.pdf](http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN_47_web.pdf) (20.7.2016.)

Schüller, D.; Stickells, L.; Storm, W. Guide to Technical Equipment Audio Archives, u: *Audiovisual archives: A practical reader*, uredila Harrison, H. P. UNESCO, Pariz, ožujak 1997. Str. 313-323. URL:<http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001096/109612eo.pdf> (20.7.2016.)

Serial digital interface. Wikipedia. URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Serial\\_digital\\_interface](https://en.wikipedia.org/wiki/Serial_digital_interface) (20.7.2016.)

Solid-state drive. Wikipedia. URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state\\_drive](https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state_drive) (20.7.2016.)

Stančić, H. Digitalizacija. Zavod za informacijske studije Odsjeka za informacijske znanosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009.

SXL-5000 Series: LTO Digital Video Archives. XenData, 24. prosinca 2015. URL:[http://www.xendata.com/Assets\\_Products/SXL-5000\\_datasheet.pdf](http://www.xendata.com/Assets_Products/SXL-5000_datasheet.pdf) (20.7.2016.)

Tech 3293, EBU Core metadata set: Specification v. 1.6. EBU, Ženeva, lipanj 2015. URL:<https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3293.pdf> (20.7.2016.)

Teruggi, D. Presto – PrestoSpace – PrestoPRIME, u: *Preservation of Audiovisual Collections: Moving Images*. IFLA, br.47, svibanj 2009. Str. 8-12. URL:[http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN\\_47\\_web.pdf](http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN_47_web.pdf) (20.7.2016.)

Understanding CD-R & CD-RW: Disk Longevity. Optical Storage Tehnology Association, siječanj 2003. URL:<http://www.osta.org/technology/cdq13.htm> (20.7.2016.)

Understanding metadata. National Information Standards Organization Press, Bethesda, MD 20814, SAD, 2004. URL:<http://www.niso.org/publications/press/UnderstandingMetadata.pdf> (20.7.2016.)

Understanding Recordable & Rewritable DVD: Disk Longevity. Optical Storage Tehnology Association, travanj 2004. URL:<http://www.osta.org/technology/dvdqa/dvdqa11.htm> (20.7.2016.)

VC-1. Wikipedia. URL:<https://en.wikipedia.org/wiki/VC-1> (20.7.2016.)

Video formats: Frame Dimensions, Number of Lines, and Resolution. Final Cut Pro 7 User Manual, Apple Inc., ožujak 2010.

URL:<https://documentation.apple.com/en/finalcutpro/usermanual/index.html#chapter=C%26section=6%26tasks=true> (20.7.2016.)

Video Formats: Types of Video Signals. Final Cut Pro 7 User Manual. Apple Inc., ožujak 2010. URL: <https://documentation.apple.com/en/finalcutpro/usermanual/index.html#chapter=C%26section=4%26tasks=true> (20.7.2016.)

Video Formats: Video Sample Rate and Bit Depth. Final Cut Pro 7 User Manual. Apple Inc., ožujak 2010.

URL: <https://documentation.apple.com/en/finalcutpro/usermanual/index.html#chapter=C%26section=11%26tasks=true> (20.7.2016.)

Vogt-O'Connor, D. Selection of Materials for Scanning, u: *Handbook for Digital Projects: A Management Tool for Preservation and Access*, uredila Sitts, M. K. Northeast Document Conversion Center, Andover, Massachusetts, 2000. Str. 45-73.

URL: <https://www.nedcc.org/assets/media/documents/dman.pdf> (20.7.2016.)

Wright, R. Deliverable D7.1.5: Audiovisual Digital Preservation Status Report 3. PrestoPrime, 26. Prosinca 2011.

URL: [https://prestoprime.ina.fr/public/deliverables/PP\\_WP7\\_D7.1.5\\_Annual\\_AV\\_Status\\_R0\\_v1.00.pdf](https://prestoprime.ina.fr/public/deliverables/PP_WP7_D7.1.5_Annual_AV_Status_R0_v1.00.pdf) (20.7.2016.)

Wright, R. Preservation Guide – Getting Started. PrestoSpace, svibanj 2006.

URL: <http://www.preservationguide.co.uk/RDWiki/pmwiki.php?n>Main.GettingStarted> (20.7.2016.)

Wright, R. Preservation of Broadcast Archives – a BBC Perspective, u: *Preservation of Audiovisual Collections: Moving Images*. IFLA, br.47, svibanj 2009. Str. 13-17.

URL: [http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN\\_47\\_web.pdf](http://www.ifla.org/files/assets/pac/IPN_47_web.pdf) (20.7.2016.)

XDCAM. Wikipedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/XDCAM#XDCAM\\_formats](https://en.wikipedia.org/wiki/XDCAM#XDCAM_formats) (20.7.2016.)

YCbCr. Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/YCbCr> (20.7.2016.)

Zakon o audiovizualnim djelatnostima. Narodne novine, 2007.

URL: <http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/298833.html> (20.7.2016.)

## **DIGITALIZACIJA AUDIOVIZUALNOGA GRADIVA U RADIOTELEVIZIJSKIM ARHIVIMA**

### **Sažetak**

Ovaj rad polazi od pretpostavke kako je audiovizualno gradivo neprocjenjiv dio kulturne baštine te kako je digitalizacija jedini način njegovog dugoročnog očuvanja. Fokus rada stavljen je na radiotelevizijske arhive kao najveće i najznačajnije stvaratelje audiovizualnih zapisa te na različite metode i standarde koje takvi arhivi koriste prilikom digitalizacije svoga gradiva. Prvi dio rada odnosi se na definiranje pojma audiovizualnih dokumenata te opis procesa digitalizacije. Unutar ovog procesa opisani su postupci analize i odabira gradiva, digitalizacije slikovnog, zvučnog, filmskog i video gradiva te postupci njihove pohrane s naglaskom na odabir uređaja i sustava za pohranu i prijenos kao i odabir sheme metapodataka. Drugi dio sadrži kratak prikaz konkretnih projekata digitalizacije različitih vrsta audiovizualnog gradiva u većim europskim radiotelevizijskim arhivima. Kao primjeri opisani su projekti digitalizacije u britanskom BBC-u, talijanskem RAI-u, francuskoj INA-i te nizozemskom B&G arhivu.

**Ključne riječi:** audiovizualno gradivo, digitalizacija, audio, video, film, radiotelevizijski arhivi, nosači, pohrana, metapodaci, BBC, RAI, INA, B&G

# **DIGITISATION OF AUDIO-VISUAL MATERIALS IN BROADCASTING ARCHIVES**

## **Summary**

This thesis assumes that the audiovisual materials are invaluable part of cultural heritage and that digitisation is the only way for its long-term preservation. The focus of the thesis is on the broadcasting archives as the largest and the most important creators of audiovisual records and the different methods and standards that these archives use to digitize their material. The first part of the thesis deals with the definition of the concept of audiovisual documents and the description of the digitization process. Within this process the following procedures are described: analysis and selection of materials, digitization of image, sound, film and video material as well as procedures for their storage with an emphasis on the selection of equipment and systems for storage and transfer as well as the selection of the metadata schema. The second part consists of overview of specific digitisation projects of different types of audiovisual materials in the major European broadcasting archives. Described examples include digitization projects in the British BBC, the Italian RAI, the French INA and the Dutch B&G archives.

**Key words:** audiovisual material, digitisation, audio, video, film, broadcasting archives, carriers, storage, metadata, BBC, RAI, INA, B&G