

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Záznamová media pro digitální kamery

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zdeněk Votruba

Autor práce: Štěpán Romanov

PRAHA 2010

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl všechny literární zdroje a prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Karlových Varech 23. 4. 2010

Podpis:.....

1. Úvod.....	1
2. Historie filmu.....	2
3. Princip činnosti videokamery.....	5
4. Konstrukční celky videokamery.....	6
4.1 Objektivy video kamer.....	6
4.2 Formát objektivu.....	7
4.3 Ohnisková vzdálenost.....	7
4.4 Clona.....	8
4.5 Hloubka ostrosti.....	9
4.6 Snímací čipy.....	10
4.6.1 CCD.....	10
4.6.1.1 princip činnosti CCD.....	10
4.6.1.2 Tříčipové snímání.....	12
4.6.1.3 Jednočipové snímání.....	12
4.6.2 CMOS.....	13
4.6.2.1 CMOS Fevoen CX.....	14
4.6.3 CCD vs. CMOS.....	15
5. Kódování videa.....	16
5.1 NTSC.....	16
5.2 PAL.....	16
5.3 HDV.....	16
6. Formáty videozáznamu ukládaného na paměťové médium.....	18
6.1 DV AVI.....	18
6.2 MPEG-2.....	18
6.3 MPEG-4.....	19
6.4. AVCHD.....	19
6.6 MOV (Quicktime).....	21
7. Zvuk.....	21
7.1 vzorkovací frekvence.....	21
8. Záznamová média digitálních kamer.....	22
8.1 Magnetická páska.....	22
8.1.1 Historie.....	22
8.1.2 Magnetické pásky určené pro záznam videa.....	24
8.1.3 Princip činnosti.....	24
8.1.4 Digital 8 (D8).....	24
8.1.5 Betacam.....	25
8.1.6 DV.....	26
8.1.7 Životnost magnetických pásek.....	28
8.1.8 Shrnutí: magnetické pásky.....	28
8.2 DVD.....	29
8.2.1 Historie DVD.....	29
8.2.2 Struktura DVD.....	29
8.2.3 Kapacita DVD.....	30
8.2.4 miniDVD.....	31
8.2.5 DVD – R(W) vs. DVD + R(W).....	32
8.2.6 DVD – RAM.....	34

8.2.7 Vypalovací mechanika DVD.....	35
8.2.8 Shrnutí: DVD.....	36
8.3 Pevný disk.....	36
8.3.1 Historie HDD.....	37
8.3.2 Technický popis HDD.....	38
8.3.3 Princip činnosti HDD.....	38
8.3.4. HDD ve videokamérách.....	39
8.3.5 Shrnutí pevné disky.....	40
8.4 Flash paměti.....	40
8.4.1 Princip zápisu a čtení.....	41
8.4.2 Secure Digital.....	41
8.4.3 Flash paměti v digitálních videokamérách.....	42
8.4.4 Hybridní videokamery.....	43
8.4.5 Shrnutí: flash paměti.....	44
9. Budoucnost záznamových médií digitálních kamer.....	44
9.1 SSD disky.....	41
9.1.1 Shrnutí: SSD.....	46
9.2 Blu-ray disky.....	46
9.3 Red One.....	47
10. Porovnání jednotlivých záznamových médií vzhledem k ceně média.....	48
11. Nároky HD videa na hardware.....	50
12. Závěr.....	51
13. Zdroje.....	53

Abstrakt

Cílem této práce bylo porovnat a zhodnotit v současné době používaná záznamová média digitálních videokamer. Na úvod práce byl ve stručnosti představen princip činnosti videokamery a jednotlivé konstrukční celky. V následující kapitole byly popsány jednotlivé formáty, rozlišení a standardy digitálního videa. V kapitole záznamová média digitálních kamer byly popsány principy funkce a porovnána dnes používaná média mezi než patří magnetické pásky, DVD, pevné disky a flash paměti. V kapitole následující bylo nastíněno jakým směrem by se mohly technologie vyvíjet v nejbližší budoucnosti. V závěru práce byly zhodnoceny jednotlivá media podle kapacity, energetické náročnosti, kvality záznamu, náročnosti obsluhy a ceny.

Storage media for digital videocamera

The aim of this work was to compare the existing storage media for digital videocameras and their construction units. In following chapter was describe the different formats, resolutions and standards for digital video. In the chapter recording media of digital cameras have been described principles, comparison nowadays used media which include tapes, DVDs, hard drives and flash memory. The conclusion was evaluated according to various media capacities, energy performance, recording quality, service and price performance.

1. Úvod

V dnešní době jsou digitální kamery poměrně dostupným zbožím a to nejen cenově, (cena mnohdy nepřesáhne ani 10 000 Kč), ale i velikostí. Doby, kdy analogových a kinofilmových kamer vážících více jak 10 kg a obrovských velikostí, které bylo nutné při převozu nutné rozebrat a bezpečně umístit do několika kufrů, už jsou dávno pryč. Dnešní digitální kamery se nám bez problému vejdou do batohu, tašky nebo kabelky. Videokamery větších rozměrů jsou stále v nabídce většiny výrobců, ale většinou se jedná o profesionální nebo poloprofesionální modely.

Stejně tak jako u počítačů, fotoaparátů a další elektroniky, i videokamery zaznamenaly velký technologický pokrok. Za dvě největší revoluční změny můžeme považovat změnu formátu záznamu - ze standardního (SD – standard definition) na vysoké rozlišení (HD – high definition) a změnu záznamového média. Ještě před pěti lety většina videokamer používala jako záznamové médium magnetické pásky, nejčastěji miniDV, v roce 2006 ale přišel velký boom v podobě záznamu na DVD. O dva roky později, v roce 2008 zabraly největší podíl na trhu videokamery ukládající nahrávky na pevné disky a flash paměti. V současné době jednoznačně vedou kamery s flash pamětí, a to jak ty s vyjímatelnou flash kartou, tak i s pamětí zabudovanou. Důvody jsou jasné, ceny flash pamětí jsou velice nízké a naopak kapacita a rychlost zápisu a čtení velmi vysoká. Nejčastěji používaná flash karta SDHC (Secure Digital High Capacity) s kapacitou 16 GB, postačující až na několik hodin záznamu ve vysoké kvalitě, se dá pořídit už za 1000 Kč.

Nejde ovšem ale jednoznačně říci, jaké záznamové médium je to nejlepší. Každé z nich používá jiný formát, kodek, druh komprese atd. Nemusíme ale posuzovat jen kvalitu natočeného záznamu, dalším důležitým faktem je např. i spotřeba energie, potažmo výdrž baterie. Laicky se dá říci: „Co se netočí, to má

menší spotřebu“, z toho tvrzení vyplývá, že kamery s flash pamětí mají výrazně nižší spotřebu než ostatní záznamová média.

Tato práce si bere za cíl přiblížit čtenáři typy dnes používaných záznamových medií jako je miniDV kazeta, DVD, pevný disk nebo flash paměť a porovnat je jak mezi sebou, tak se záznamovými medii dnes už nepoužívanými nebo používanými pouze okrajově. Jedná se konkrétně o DVCAM, DVPRO, DVCAM a Betacam.

Než ale začneme jednotlivá záznamová média porovnávat je nutné si ve stručnosti představit funkci videokamery a její základní komponenty. Výsledná kvalita natočeného záznamu nezáleží jen na použitém záznamovém mediu nebo druh komprese, neméně důležité, ba i důležitější jsou některé komponenty a jejich vlastnosti, jako například objektiv a jeho světelnost nebo druh snímacího čipu a jeho velikost.

Nejdříve však sluší začít historií a ve stručnosti si říci jak se videokamery a jejich záznamová media vyvíjely od úplného počátku. Tato práce tedy začne krátkým představením historie kinofilmu a poté zajímavými digitálními videokamerami, se kterými jsme se mohli setkat v jejich počátcích, cca před 15ti lety.

2. Historie filmu

Za rok narození filmu můžeme považovat rok 1895. Krátce po vynalezení filmu uvedli bratři *Louis Jean* a *Auguste Lumièreovi* v Indickém salónku pařížského Grand Café první filmové představení. Celé představení se skládalo z 11 krátkých filmů, mapujících každodenní život obyčejných lidí.

Zvláštnost tehdejších filmových kamer byl fakt, že snímací a záznamová část byly odděleny. Záznamovou část, připomínající magnetofon, musel kameraman nosit na popruhu přes rameno.

Filmování bylo v tehdejší době velice náročnou záležitostí a to jak z hlediska financí (vyvolávání filmu bylo celkem drahou záležitostí), tak umu kameramana. Kamery nedisponovaly žádnými automatickými funkcemi, expozice se musely odhadovat. Bez pochyby se tak mnohokrát stalo, že po vyvolání filmu na kameramana čekalo jen zklamání v podobě bílého přepalu nebo naopak velice tmavého záběru.

Dalším zlomovým okamžikem byly 20. léta minulého století, kdy se odehrálo hned několik zlomových událostí. Firma Kodak představila 16 mm film a několik měsíců poté firma Panté představila 8,5 mm film. Další z nich byla technologie Tri-Ergon vynalezená německými inženýry *Hansem Vogtma*, *Jo Benedicta Englam* a *Josepham Massollehrm*. Technologie Tri-Ergon umožňovala optický zápis zvuku přímo na filmový pás. Filmy, využívající tuto technologii byly rozšířeny o 7 mm, na které se zvuk ukládal. Tento vynález znamenal dokonalou synchronizaci obrazu a zvuku a měl nahradit staré techniky, které spočívaly na propojení promítačky a magnetofonu. Tento princip, nazývaný Biophon byl uplatňován už před 1. světovou válkou, kdy v Londýně dokonce existovalo speciální kino zaměřené na promítání zvukových filmů. Nevýhodou Biophonu byl fakt, že délka zvukového záznamu ukládaná na gramofonové desky byla značně omezená. I za použití různých zařízení na výměnu desek délka zvukových filmů nepřesáhla dvacet minut. V prvopočátcích filmu byly filmy dokonce úplně němé a zvuk v podobě improvizované živé hudby obstarávali hudebníci přímo v promítacím sále.

Technologie Tri-Ergon se ve svých počátcích ale setkala také s velkou vlnou kritiky. Bylo poukazováno na skutečnost, že lidský hlas byl zvukový zápisem značně zkreslován. Němý film byl stále považován za umělečtější.

Tvrdilo se, že neozvučený film předčí zvukový především svými výrazovým schopnostmi.

Zlomový datum pro zvukový film byl 6. října 1927, kdy hollywoodská filmová společnost premiérově uvedla snímek *Jazz Winter* režiséra Alana Croslanda. Zvuk zajišťovala patentovaná technologie s názvem Vitaphon. Poprvé v historii se divák mohl ve filmu setkat s mluveným slovem, s monologem brodwayské muzikálové hvězdy Ala Jolsona.

Tento počín společnosti Warner Bros. má však jeden velmi zajímavý zákulisní fakt. Šlo o pokus, jak dostat společnost z finanční krize. A fakt, že Warner Bros. funguje do dnes naznačuje, že tento pokus byl jednoznačně úspěšný.

Přesto trvalo ještě více jak pět let, než se zvukovým filmům podařilo prosadit, a to proto, že náklady na výrobu a následnou projekci byly značně vysoké.

Natáčení prvních zvukových filmů nebylo vůbec jednoduché, herci byli nuceni mluvit na mikrofon, který býval maskován nejčastěji nějakou dekorací, což snižovalo pohybové a výrazové možnosti herců. Další problém byl okolní hluk, který parazitoval zvuk při exteriérových scénách. Z toho důvodu se dost rozvinula technologie interiérových scén, kdy herci hráli před speciálním plátnem, na které se promítaly exteriérové záběry.

Nástup nové technologie také znamenal konec pro mnoho hvězd němého filmu, ať už šlo o herce, jejichž hlas navíc zkreslovaný nedokonalým zvukovým záznamem, působil z nějakého důvodu komicky, nebo o protagonisty ze zahraničí, kteří byli „nepoužitelní“ kvůli jazykové bariéře či silnému akcentu.

Technický vývoj filmu postupoval ale i v jiném směru. V prosinci 1909 byl v New Yorku premiérově uveden první krátký barevný film. Opravdový nástup

barevného filmu však znamenal až celovečerní snímek *The Vanity Fair* režiséra R. Manouliana natočený pomocí technologie Technicoloru v roce 1935. [1]

Kinofilm v pozdějších dobách, ale i v současnosti funguje na podobných technologiích. Film je po obou stranách opatřen děrováním, uprostřed je obrazové pole a na jedné straně mezi obrazovým polem a děrováním je místo pro optický záznam zvuku. V prvopočátcích filmu se promítalo při frekvenci 16 fps, dnes používané promítačky přehrávají film při frekvenci 24 fps, z tohoto důvodu se můžeme setkat se zrychlením při promítání tehdejších filmů na dnešních strojích.

I přes velkou finanční náročnost (vysoká cena samotného “materiálu“ i následného vyvolání) se kinofilm používá do dnes, a to hlavně díky jeho vysoké obrazové kvalitě, ale i citlivosti na světlo. Dnes se můžeme setkat s 8, 16, 35 a 70 mm filmy. [2]

Za průkopníka filmování na digitální kamery bychom mohli považovat George Lucase, který natočil v roce 1999 první díl druhé trilogie *Star Wars*, *Star Wars: Skrytá hrozba*.

V dnešní době se od natáčení na kinofilm upouští a hojně se začíná využívat se nových digitálních video kamer RED o rozlišení 4k (4096×1714 nebo 3996×2160), které si získaly sympatie nejedné profesionální produkce především kvůli nízké ceně v porovnání s ostatními digitálními kamerami podobných kvalit.

3. Princip činnosti digitální videokamery

Soustavou čoček tvořících objektiv videokamery dopadá na snímací čip nebo čipy světlo. Ve video kamerách se můžeme přednostně setkat s čipy typu CCD, v některých případech s typem CMOS. Každý z objektivů má určitý formát, od kterého se odvíjí velikost snímacího čipu. Od velikosti snímacího čipu se zase

odvíjí jeho rozlišení, tedy i kvalita záznamu. Dopadající světlo, jehož intenzitu můžeme řídit velikostí clony, vytváří elektrický náboj, jehož velikost je přímo úměrná intenzitě dopadajícího světla. Napěťová hodnota, která odpovídá velikosti naakumulovaného náboje se pomocí A/N převodníku převede na soubor digitálních dat. Videozáznam v podobě digitálních dat je ještě pomocí elektroniky upraven (např. doostřen) a následně uložen na digitální paměťové médium. Pokud ale k záznamu videokamera využívá magnetické pásky (např. miniDV) jsou digitální data převedena zpět na analogový signál, a až ten je uložen na pásku.

4. Konstrukční celky videokamer

V následující část práce se zaměří na jednotlivé konstrukční celky, jejich funkci a princip činnosti.

4.1 Objektivy kamer

Objektiv kamery je tvořen soustavou čoček vypočtených a konstruovaných tak, aby se jednotlivé čočky navzájem kompenzovaly nebo alespoň optimálně korigovaly optické vady. Objektiv zobrazuje objekty v zorném poli na světlo citlivou plochu snímacího čipu (CCD nebo CMOS). Měřítko zobrazení, tj. poměr velikosti snímaného předmětu a jeho obrazu a tím i snímací úhel, jsou dány ohniskovou vzdáleností objektivu. Většina dnešních videokamer, hlavně tedy ty spadající do kategorie amatérských, disponují objektivem nevýměnným a integrovaným do těla kamery. Dražší profesionálnější modely však už disponují možností výměny objektivu. Výběr objektivu by měl být proveden s velkou pečlivostí, protože ani ta nejlepší kamera není schopná napravit chyby, jejichž se lze dopustit při výběru objektivu, jeho zaměření a samozřejmě zaostření.

4.2 Formát objektivu

Formát objektivu je dán rozměry aktivně snímacího prvku (CCD nebo CMOS), kamery, pro kterou je určen. Poměr snímacích plošek dnešních kamer je 16:9 (poměr šířky a výšky obrazu). Diagonální rozměr plošky, vyjadřovaný v palcích, udává formát kamery. Kamery jsou obvykle vyráběny s formátem 1/3“, 1/2“, 2/3“, 1“. Je důležité, aby formát objektivu byl shodný s formátem kamery a tedy, aby obraz vytvářený objektivem odpovídal velikosti snímací ploše kamery.

Ke každému ze čtyř normovaných snímacích formátů kamery odpovídá rozsah ohniskové vzdálenosti objektivu.

Tabulka 1, rozsah ohniskových vzdáleností objektivu v závislosti na snímaném prvku

Formát	Ohnisková vzdálenost
1“	10 – 120 mm
2/3“	6,5 – 75 mm
1/2“	5 – 60 mm
1/4“	3,5 – 30 mm

Zdroj: Technika ochrany objektů, III. díl

4.3 Ohnisková vzdálenost

Ohnisková vzdálenost (f) udávaná v mm je vzdálenost měřená na optické ose objektivu, ve které se svazek paprsků dopadající na objektiv rovnoběžně s optickou osou soustředí do ohniska.

Potřebnou ohniskovou vzdálenost pro dané zobrazení lze určit ze vztahu:

$$f = D_R * (a/P) * (P_M/(1,1 * D_M))$$

kde:

f – ohnisková vzdálenost (mm)

D_R – průměr snímacího čipu (mm)

a – vzdálenost snímaného objektu (m)

P – výška snímaného objektu

D_M – úhlopříčka monitoru

P_M – požadovaná výška obrazu na monitoru

4.4 Clona

Dalším parametrem objektivů je rozsah nastavení clony. Clona je umístěna mezi čočkami a řídí množství světla, procházející objektivem. Clonu určujeme obvykle v číslech. Malá číselná hodnota znamená velké množství procházející světla. Nejmenší clonové číslo udává světelnost objektivu. Změna clony o jedno číslo znamená dvojnásobné (nebo poloviční) množství světla procházejícího objektivem. Změnou vstupního průměru otvoru clony je možné regulovat množství světla, které dopadá na světlocitlivou plochu snímacího prvku, a tím přizpůsobit objektiv různým světelným podmínkám nasazení.

Clonová čísla jsou řazena do geometrické řady se součinitelem 1, 4, kde každé vyšší clonové číslo omezuje množství dopadajícího světla na snímací prvek na polovinu. Číslo uvedené na objektivu výrobcem značí obvykle clonové číslo při cloně otevřené na maximum. Čím kvalitnější objektiv, tím nižší clonové číslo. Mezinárodní normalizovaná řada clonových čísel je:

1 1,4 2 2,8 4 5,6 8 11 16 22 32

Clona je důležitá obzvláště ve vztahu k hloubce ostrosti. Objektivy s velkou ohniskovou vzdáleností mají velmi malou hloubku ostrosti, zatímco širokouhle naopak. Hloubku ostrosti lze významně ovlivnit clonou.

Tabulka 2, vztah clony k hloubce ostrosti

Clonové číslo	Hloubka ostrosti
1,4	2,5 – 4 m
2,8	2,2 – 5 m
5,6	1,9 – 10,6 m
8	1,7 – 195 m
16	1,1 - nekonečno

Zdroj: Technika ochrany objektů, III. díl

Objektivy dnešních digitálních kamer používají jak manuální, tak automatickou clonu. Clona je ovládána elektromechanickým měničem, který je řízen z výstupu speciálního zesilovače. Velikost řídicího napětí je závislá na úrovni obrazového signálu.

4.5 Hloubka ostrosti

Hloubka ostrosti je subjektivně definovaný rozsah, v němž jsou předměty zobrazeny s ještě přijatelnou ztrátou rozlišení detailů – jsou tedy ostré. Tento parametr je závislý na technickém provedení optiky, na ohniskové vzdálenosti a na stavu otevření clony. V dnešní době i ty nejlevnější digitální kamery nabízí možnost manuální regulace hloubky ostrosti. Avšak levnější modely s méně kvalitními objektivy nabízí jen velmi malý rozsah regulace. Profesionální video kamery s velmi kvalitními objektivy nabízí hloubku ostrosti o velikosti několika centimetrů. [3]

4.6 Snímací čipy

Zařízení, skrývající se za objektivem fotoaparátu nebo videokamery určené ke snímání obrazu nazýváme snímací čip. V drtivé většině případů jsou typu CCD nebo CMOS. Rozdíly mezi CCD a CMOS jsou spíše technického charakteru, pro uživatele nepodstatné. V následující kapitole si oba typy popíšeme a na závěr porovnáme.

4.6.1 CCD (Charge-Coupled Device)

CCD snímače v dnešní době jednoznačně vládou trhu s videokamerami a fotoaparáty, a to hlavně díky použití v amatérských a poloprofesionálních přístrojích. S CCD snímacími čipy se však můžeme setkat také ve skenerech, faxe nebo v astronomických dalekohledech, včetně například Hubbleova teleskopu.

4.6.1.1 Princip činnosti

Přicházející světlo vytváří v polovodiči elektrický náboj (elektrony). Elektrony se nemohou volně pohybovat po čipu, neboť na čipu jsou vytvořeny svíslé negativní potenciálové vally (odpuzející elektrony). Systém vodorovných elektrod, rovněž s negativním nábojem, vytváří na čipu mřížku tzv. „potenciálových studní“, z nich elektrony nemohou uniknout. Každá potenciálová studna vytváří, reprezentuje jeden obrazový bod tzv. „pixel“, tedy nejmenší čtvereček obrazu. Počet pixelů v horizontálním a vertikálním směru stejně jako velikost pixelu tvoří jedny z nezákladnějších charakteristik CCD čipu. Pixely vystavené většímu množství světla naakumulují více elektronů a naopak. Jedna ze základních výhod CCD čipů ve srovnání s lidským okem je tedy schopnost akumulace náboje po dlouhou dobu. CCD tak mohou postupně nashromáždit dostatek světla i z velmi slabých světelných zdrojů.

Obrázek 1, CCD čip



Zdroj: <http://www.azfoto.cz>

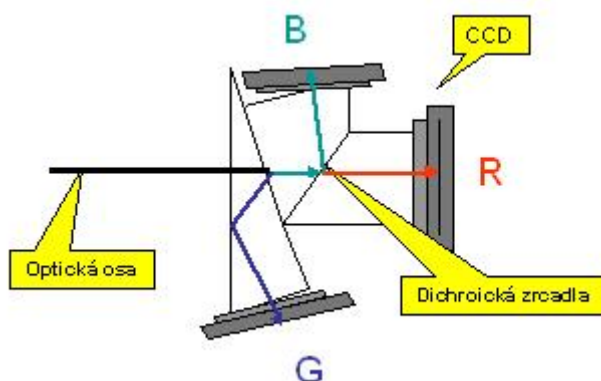
Jak již bylo řečeno, CCD čip je pokryt sítí elektrod, která udržuje světlem uvolněné elektrony v pixelech. Ale struktura elektrod je poněkud komplikovanější. Pokud se na elektrody přivede různé napětí, elektrony mohou být „přelévány“ z jedné nábojové studny do sousední. Tak je možné náboj posouvat po ploše čipu. Tento proces je používán, když je potřeba informaci z CCD čipu vyčíst. Balíky elektronů, reprezentující jednotlivé pixely, jsou posouvány do výstupního zesilovače, kde je elektrický náboj převeden na napětí. Toto napětí se objeví na výstupním pinu CCD čipu. Elektronika kamery pak musí toto napětí změřit a převést na číslo pomocí analogově/digitálního převodníku, pro každý pixel. Informace o náboji akumulovaném v každém pixelu (a tedy o množství světla, která do každého pixelu dopadlo) tvoří datový soubor reprezentující obrázek. [4]

Výše popsany princip činnosti by však stačil pouze k záznamu černobílého obrazu. K tomu abychom byli schopni zaznamenávat obraz barevný vedou dvě metody.

4.6.1.2 Tříčipové snímání

Tříčipový systém používá samostatné CCD snímače pro každou základní barvu (červená, zelená, modrá). Světlo, které vstupuje do objektivu, je dichroickými zrcadly (optickými hranoly) rozděleno na jednotlivé základní barevné složky a dopadá na samostatné hranoly. Největší výhodou tohoto systému je vysoká citlivost, protože světlo je zpracováno v původní podobě s jeho jednoznačnými charakteristikami. Díky minimálním světelným ztrátám disponuje výsledný záznam vyšším jasem, jemnou gradací a dokonalejší hloubkou. Celkově je mnohem přirozenější než u jednočipového systému.

Obrázek 2, princip 3čipového snímání pomocí dichroických zrcadel



Zdroj: www.idnes.cz

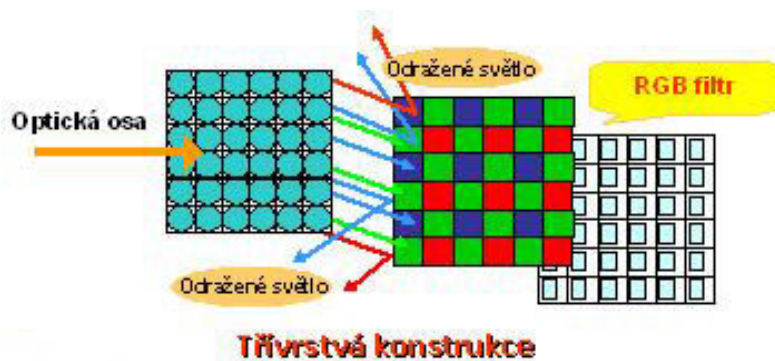
4.6.1.3 Jednočipové snímání (barevný CCD čip)

Naproti tomu 1CCD systém pracuje s mozaikově uspořádanými filtry. Tento systém si můžeme dále rozdělit podle toho, jaké používá filtry. V systému doplňkových barev obsahuje kamera žlutý, azurový, purpurový a zelený filtr. Doplňkové barvy jsou vždy tvořeny kombinací dvou základních barev.

Systém základních barev pracuje se základními barvami přímo bez předchozího zpracování a obsahuje červený, modrý a dva zelené filtry, což je

dáno tím, že normální světlo obsahuje 30 % červené složky, 60 % zelené a 10 % modré. Mozaiková struktura má tu nevýhodu, že kvůli rozložení jednotlivých barev musí systém obraz dopočítávat, což má za následek nižší citlivost a rozlišení a horší barvy a prokreslení detailů.

Obrázek 3, princip jednočipového snímání pomocí RGB filtru



Zdroj: www.idnes.cz

Když porovnáme záznam z 3CCD videokamer a 1CCD videokamer, zjistíme, že 3CCD nabízejí o 30 % nižší barevný šum. Rozlišení barev je proti jednočipovým kamerám vyšší 1,5 násobně, což je dáno právě tím, že 3CCD nemá barevné filtry na CCD snímačích. Rovněž dynamický rozsah je u 3CCD o 30 % širší. Proto jsou také 3CCD kamery vhodnější pro reprodukci všech částí obrazu od světlých až po tmavé. [5]

4.6.2 CMOS

CMOS čip je konstrukčně velmi složitou záležitostí, ale jeho výroba je velice levná a rychlá, a to díky tomu, že výrobní postup je stejný jako u procesorů používaných u počítačů. Obvody, které digitalizují obraz u CCD čipu pro všechny pixely postupně, jsou zde již přímo součástí CMOS čipu - každá světločivná buňka má tyto obvody přímo u sebe. Digitalizace obrazu se tak provádí v každé světločivné buňce zvlášť a v jeden okamžik. To snižuje dobu nutnou pro přečtení obrazu z CMOS čipu a tak snižuje spotřebu energie. Tento fakt nahrává také

použití v tzv. slow motion kamerách, které jsou schopny zaznamenat 100 až 1000 fps a to i ve vysokém rozlišení. CMOS stejně jako 1CCD systém pracuje s tříbarevnými mozaikově uspořádanými filtry.

V dnešní době se používají dva typy CMOS čipů:

Pasivní – jednoduše generují elektrický náboj úměrně energii dopadajících paprsků, náboj jde přes zesilovač do analog-digitálního konvertoru jako u běžného CCD. Výsledný obraz je značně nekvalitní.

Aktivní - Každá světlocitlivá buňka je doplněna analytickým obvodem, který vyhodnocuje tzv. šum a aktivně ho eliminuje. Moderní CMOS už generují snímky srovnatelné s levnějšími CCD a lze čekat další vývoj. [7]

4.6.2.1 CMOS Fevoen 3X

Jistou revoluci přinesl čip CMOS Fevoen 3X, který byl uveden na trh v roce 2002 a byl používán především v profesionálních a poloprofesionálních fotoaparátech. Fevoen ovšem nedostal dostatečnou podporu trhu a v současné době upadl do zapomnění.

Čip Foveon 3X si počíná stejně jako klasický kinofilm. Využívá totiž vlastnosti silikonu, který pohlcuje různé složky světla různě, podle toho jak tlustá je jeho vrstva. Každá světločivná buňka Faveonu X3 tak nezískává údaj jen o intenzitě jedné složky (např. červené), ale všech tří a to naráz. U klasického CCD či CMOS byla zapotřebí plocha 2x2 buněk jen na to, abychom detekovali jednu libovolnou barvu, zde stejnou práci vykoná jedna jediná buňka. Ihned je patrné, že barevné rozlišení takového čipu zvětšilo 4x. Černobílé digitální fotografie z čipu Foveon 3X a klasického CCD či CMOS se stejným rozlišením jsou stejně kvalitní, ale barevná digitální fotografie z čipu Foveon 3X vypadá jakoby byla dělána klasickým čipem s rozlišením 3-4x větším. 2 Mpix čip Foveon 3X tak může v barevných fotografiích zastat až 8 Mpix čip klasický. Již dnes lze zakoupit aparát s klasickým CMOS čipem 16.7 Mpix. Pokud by tento aparát měl čip

Faveon o stejném rozlišení, tak barevná fotografie z něj pořízená by při optimálním případě vypadala jako z čipu s rozlišením 66.8 Mpix! (rozlišení negativu kinofilmu je zhruba 6-8 Mpix).

Mnozí specialisté ale volají po vytvoření úplně nové technologie snímání obrazu. Důvodem je hlavně fakt, že současné CCD a CMOS čipy nejdou zmenšovat do nekonečna. [6]

4.6.3 CCD vs. CMOS

Obě technologie mají své výhody a nevýhody, proto nelze jednoznačně říci, jaký je lepší. Vždy bude záležet na okolnostech použití. Největší výhodou CMOS snímačů je nízká cena, rychlost výroby, nízká spotřeba energie a nutnost pouze jedné hladiny napětí. U CCD snímačů díky probíhá čtení po řádcích, tím pádem je nutné řádky posunovat k čtecímu polovodiči, což vyžaduje další hodnotu napětí. Můžeme se tak setkat s CCD snímači se dvěma nebo třemi hodnotami napětí. Na druhou stranu CCD snímače mají proto CMOS snímačům umístěné mimo čip, a to výrazně zamezuje rušení a vzniku šumu. U větších CCD čipů se můžeme s šumem setkat také, ten je ale v tomto případě způsoben ztrátovým teplem, které čip ohřívá. Asi největším plusem CCD čipů je velikost světlocitlivé plochy, z čeho vyplývá i vyšší rozlišení a celková kvalita obrazu. [8]

Snímací čip	CCD	CMOS
Cena	Vysoká	Nízká
Spotřeba	Vyšší	Nízká
Kvalita obrazu	Vysoká	Nízká
Rozlišení	Vysoká	Střední
Činná plocha	Vysoká	Nízká až střední
Rychlost	Nízká až vysoká	Vysoká
Rozměr	Větší	Menší

Tabulka 3, porovnání CCD a CMOS čipů

Na výstupu ze snímacího čipu dostáváme digitální signál, který je připraven k záznamu na paměťové médium. Předtím je ale nutné představit si formáty a kódování zaznamenávaného videosignálu.

5. Kódování videa

5.1 NTSC

NTSC (National Television System(s) Committee) je standard kódování analogového televizního signálu, který vznikl v USA a je používán v převážné většině Amerického kontinentu, v Japonsku, Jižní Koreji a na Filipínách. Digitální kamery prodávané ve výše zmíněných zemích ze standardu nepřevzaly způsob kódování, ale jen počet snímků za sekundu (30 fps), rozlišení (720x576 pixelů) a tedy i poměr stran 4:3. [9]

5.2 PAL

PAL (phase alternating line) vychází zcela ze soustavy NTSC, jediný rozdíl týkající se digitálních video kamer je počet snímků za sekundu (25fps). Rozlišení je stejné jako u NTSC. Se standardem PAL se můžeme setkat v Evropě, Asii, Africe nebo Austrálii. [10]

V některých případech se můžeme setkat se standardy NTSC a PAL pod označením Standard Definition (SD), tedy standardní rozlišení.

5.3 HDV

HDV (High Definition Video) jde o standard vysokého rozlišení, který byl vytvořen v roce 2003 ve spolupráci firem Canon, Sharp, Sony a JVC. Standard HDV byl koncipován tak, aby dokázal využít stavující technologie záznamu na magnetickou pásku se zachováním datového toku standardu DV, tedy 25 Mb/s.

HDV využívá komprese MPEG-2, přesněji MPEG-2 Main Profile@High-1440, (liší od komprese používané u DVD záznamu). HDV dělíme do 3 základních kategorií.

1080p – nejkvalitnější, rozlišení 1440x1080 pixelů, formát obrazu 16:9, písmeno “p” značí „progresivní“, tzn., že snímky nejsou prokládané.

1080i – stejné jako 1080p, písmeno “i” značí prokládání snímků, kdy je každý snímek rozdělen na dva půlsnímky trvající polovinu doby celého snímku – první obsahuje liché, druhý pak jen sudé řádky. Prokládání bylo zavedeno pro dosažení lepší vizuální kvality v limitech pásma.

720p – někdy nazývané také jako malé HD, rozlišení 1280x720 pixelů, formát obrazu 16:9, zobrazování snímků je progresivní. [11]

Nahrávky určené přímo pro HDTV vysílání se pořizují ve formátu 720p nebo 1080i. Použitý typ závisí na televizní stanici, nicméně platí, že formát 720p se více hodí pro záznamy obsahující rychlý pohyb (např. sporty). 1080i naproti tomu nabídne více detailu při statických nebo málo pohyblivých obrázcích. 720p se také hodně používá pro distribuci HD videa na Internetu, neboť počítačové monitory nepoužívají prokládání. Dalším důvodem je rozšíření 17- a 19-palcových LCD panelů, které používají rozlišení 1280*1024 a formát 720p tak dokážou zobrazit v plném rozlišení. Naproti tomu jen málokterý domácí uživatel má možnost zobrazit video v rozlišení 1920 x 1080.

V USA používají formát 720p stanice Fox, ABC a ESPN, ve formátu 1080i vysílají NBC, Universal HD, CBS, HBO-HD, INHD, HDNet a TNT. Evropské HD stanice Premiere, Sky, Anixe HD, Sat1 a ProSieben používají formát 1080i. [12]

6. Formáty video záznamu ukládaného na paměťová média

6.1 DV AVI

DV AVI je zvláštní typ formátu AVI komprimovaný tak, aby vyhovoval DV standardu. Mezi jeho velké výhody patří možnost k jedné video stopě nahrát až čtyři na sobě nezávislé zvukové stopy. Záznam není nijak komprimován, tudíž jeho kvalita závisí pouze na kvalitě samotné videokamery. Nevýhodou je však datová velikost, kdy platí 1 hodina = 13 GB. Však v dnešní době, kdy se dá 1TB pořídit za 2500 Kč, tento fakt už takovou překážkou není.

6.2 MPEG-2

MPEG-2 je ztrátový komprimační datový formát, který slouží ke snížení datového toku a tím i velikosti výsledného souboru u digitálně zpracovávaných videozáznamů při co nejmenším viditelném zhoršení kvality po dekomprimaci. Jeho předchůdcem je formát MPEG-1 a dokonalejším technologickým nástupcem formát MPEG-4.

MPEG-2 je standardním formátem užívaným pro ukládání a přenos videa na DVD, při distribuci digitálního televizního signálu DVB-T (digitální televizní vysílání). U aplikací, které vyžadují MPEG-2 komprimaci či dekomprimaci videa v reálném čase, jsou kladeny výrazně vyšší nároky na výpočetní kapacitu procesoru, než u formátu MPEG-1.

Písmena MPEG zkracují název expertní skupiny *Motion Pictures Experts Group*, která počátkem 90tých let 20. století pracovala na standardizaci komprimačních formátů. Současně obecně pojmenovávají celou skupinu komprimačních MPEG formátů. MPEG-2 byl představen v roce 1994.

MPEG-2 se liší od formátu MPEG-1 tím, že dokáže pracovat s tzv. proměnlivým datovým tokem (**VBR** - variable bit rate). To v praxi znamená, že komprimační software rozpozná scénu, která obsahuje řadu za sebou jdoucích velmi podobných (statických) snímků, mezi kterými jsou jen velmi malé rozdíly - např. moderátor, který (z pohledu videostopy) „pouze“ otevírá ústa. V takovém případě sekvence obsahuje velmi málo klíčových snímků a relativně málo doplňkových informací k dopočtu výsledného obrazu. Opakem je např. záznam hokejového zápasu. Ve výsledku je pak průměrný datový tok (výsledný soubor) menší než při použití konstantního datového toku (**CBR** - constant bit rate) a současně kvalitnější, neboť u náročných scén se dočasně datový tok zvýší.

MPEG-2 na rozdíl od MPEG-1 umí pracovat s prokládanými snímky, tzv. půlsnímky. [12, 13]

6.3 MPEG-4

MPEG-4 je kolekce patentovaných metod definujících kompresi a uložení zvukových a obrazových dat. Představena světu byla v roce 1998 a představovala skupinu standardů pro kódování audia a videa. Využití MPEG-4 zahrnuje kompresi AV dat pro web (Streaming), uložení dat na CD a DVD, hlasovou a video komunikaci a digitální televizní vysílání. Nejznámějším kontejnerem fungujícím na tomto standardu je MP4. Jde o moderní alternativu k zastaralému AVI kontejneru. V našem případě se můžeme setkat s kontejnerem MP4 u digitálních video kamer používajících jako paměťové medium harddisk nebo flash paměť. [14, 15]

6.5 AVCHD

AVCHD (**A**dvanced **V**ideo **C**oding **H**igh **D**efinition) je formát pro záznam a přehrávání HD videa. Byl vyvinut firmami Sony a Panasonic a používá se u videokamer ukládající videozáznam na DVD, harddisk a flash paměti.

AVCHD využívá populární kodek MPEG-4 AVC/H.264 s prostorovým 5.1 audiem Dolby Digital

V roce 2006 byly přestaveny první videokamery využívající formát AVCHD. Sony HDR-SR1 se záznamem na pevný disk a Sony HDR-UX1 na DVD. V tehdejší době byl však velký problém kontabilita s DVD přehrávači, které formát nepodporovali. Podobný problém i u počítačů, kdy bylo nutné instalovat speciální přehrávače a kodeky. Další problém nastal pokud chtěl majitel videokamery natočené video sestříhat. Tehdejší stříhové software AVCHD také nepodporovaly a bylo nutné instalovat různé plug-iny nebo záznam convertovat do jiného formátu, střížnou podporovaného. Ovšem převod mezi formáty není dobrá cesta, dochází ke snižování kvality a je vyžadován speciální software, který je buďto drahý a nebo zadarmo, distribuovaný jako freeware, ale už ne 100% fungující.

V dnešní době se ale formát AVCHD stal už samozřejmostí a přehrání umožňuje většina DVD a Blu-ray přehrávačů. Stejně tak tomu je u počítačů, kde podporu AVCHD najdeme téměř v každém balíku kodeků, samozřejmostí je i podpora ve stříhovém software.

Kromě audio a video, AVCHD obsahuje funkce pro zlepšení mediální prezentace, např. menu nebo titulky. Systém menu je podobný jako klasického DVD menu, slouží k přístupu k jednotlivým nahraným záběrům. Co se týče titulků, nepředstavujme si ty z hraných filmů, ale pouze data informující o daném záběru, jako je např. jeho délka, kvalita nebo rozměr.

AVCHD podporuje všechny současné typy HD videa, tedy 1080p, 1080i a 720p. [16, 17]

6.6 MOV (QuickTime)

MOV nebo také QuickTime je formát vyvinutý společností Apple, sloužící nejen k přehrávání videa, ale také zvuku, 3D modelů, textu nebo panoramatických fotek. MOV využívá velmi populární kodek MPEG-4. V dnešní době není ve větší míře používán, a to hlavně díky nekompatibilitě s většinou stříhových software. Jako jeden z mála ho podporuje stříhový software Final Cut, který jde spustit pouze na strojích značky Apple. U ostatního stříhového softwaru je nutné instalovat plug-in nebo videosoubor převést do formátu softwarem podporovaného. [18]

7. Zvuk

7.1 Vzorkovací frekvence

Při digitalizaci spojitého analogového signálu dochází k vytvoření velkého množství vzorků (desítek tisíc) sledovaného signálu za každou vteřinu. Čím větší počet vzorků získáme, tím podobnější bude digitální signál analogovému spojitému signálu, tedy tím kvalitnější zvuk dostaneme. Audio CD používají vzorkovací frekvenci 44,1 kHz, což znamená, že za jednu vteřinu odečtou z analogového signálu 44 100 hodnot. Ani to však nemusí pro „dokonalý“ zvuk stačit, a tak se někdy používají i vyšší vzorkovací frekvence, jako je například 48 kHz, 96 kHz nebo dokonce 192 kHz.

Vzorkovací frekvence souvisí i s nejvyšší možnou přenesenou (nebo zaznamenanou) frekvencí. Čím vyšší frekvenci potřebujeme přenést, tím vyšší vzorkovací frekvenci musíme použít (vždy minimálně dvojnásobnou). Pro frekvenci 1000 Hz musíme použít vzorkovací frekvenci minimálně 2000 Hz. Norma Audio CD, která je nastavená na 44,1 kHz evidentně souvisí s maximální možnou frekvencí slyšitelnou lidským uchem, která se pohybuje kolem 20 kHz.

Snížením vzorkovací frekvence se nahrávka ochudí o vysoké frekvence, které jsou důležité pro barvu zvuku. [19]

8. Záznamová média digitálních kamer

V následující kapitole si důkladně představíme a jednotlivá záznamová média, jejich princip činnosti a výhody a nevýhody. Postupovat budeme stejně tak jak postupoval vývoj a jednotlivé trendy. Začneme tedy magnetickými pásky neboli kazetami, v této části se budeme zabývat v současnosti používanými formáty Betamcam, Digital 8 a DV. Dále si představíme DVD disky, které můžeme také rozdělit do několika kategorií, v digitálních kamerách se setkáme s DVD $-(+)$ R, DVD $-(+)$ RW nebo DVD-RAM. Celou kapitolu pak zakončí technologie dnes nepoužívanější a nejoblíbenější, pevné disky a vysokokapacitní flash paměti.

8.1 Magnetická páska

Magnetická páska je pevné medium sestávající z magnetické vrstvy nanesené na plastické pásce. Do této kategorie spadají v podstatě pásy ve všech běžně používaných audio a videokazetách, nebo zálohovací pásy používané například v mainframech a různých datových úložištích, kdy je třeba ukládat velké množství dat po dlouhou dobu a co nejspolehlivěji.

Dále existují například magnetooptické a optické paměťové pásy, které používají podobný princip záznamu, nedosáhly však významného komerčního úspěchu a rozšíření.

8.1.1 Historie

Zvuk byl na počátku éry zvukových záznamů zaznamenávám mechanicky. Edison jej začal nahrávat na válečky fonografu, vytlačeného rovněž mechanickým gramofonem. Dán Waldemar Poulsen se vydal jinou cestou. Pokusil se zaznamenat zvuk na tenký ocelový drátek, převíjený vysokou rychlostí mezi póly

elektromagnetu, kterým protékaly hovorové proudy z telefonního sluchátka. Jeho vynález dostal název Telegraphon. Jinak se označoval také jako mluvící přístroj. Práce s kilometry vlasově tenkého drátu však nebyla snadná. Záznam byl velmi zarušený a střih nemožný.

Magnetická páska byla prvně použita pro záznam zvuků Fritzem Pfleumerem v Německu v roce 1926. Ten vycházel z vynálezu magnetického záznamu na drát Valdemara Poulsena z roku 1898. Pfleumerův vynález používá prášek oxidu železitého nanesený na dlouhém proužku papíru. Tento objev byl později zdokonalen německou společností AEG, která vyráběla záznamová zařízení a společností BASF, která k nim vyráběla pásy. Firma AEG nahradila snadno se trhající papír za celuloidový pásek, na který se přes tenkou mezeru kruhového magnetu zaznamenávaly zvukové kmitočty. Takto se zrodil první pásek pro magnetofon, slavící obdiv na Berlínské rozhlasové výstavě v roce 1935. V roce 1933, ve společnosti AEG, vynalezl Eduard Schuller hlavu rekordéru ve tvaru prstenu. Do té doby se používaly hlavy s úzkým tyčovým profilem, které poškozovaly pásy. Důležitým vynálezem této doby byl také AC bias, který dramaticky zlepšoval věrnost zaznamenaného audio signálu.

První magnetický pásek byl 6,5 mm široký a navíjel se na cívku. Byl tenčí než lidský vlas a zaznamenaný signál měl frekvenční rozsah pouze 6 kHz. Poprvé v rozhlasové historii se však daly nahrávky stříhat a bylo tak možné rychle opravovat chyby či opravit přetržený pásek.

Vzhledem k předválečné politice Německa a ke vzrůstajícímu napětí na mezinárodní půdě, byly tyto výzkumy před zbytkem světa tajeny.

Až po válce se Američanům Jacku Mullinovi a majoru Johnu Herbetu Orrovi podařilo získat tyto technologie a poté už nic nebránilo v rozvoji audio, video a různým dalším formátům pásek se speciálním využitím. Nedlouho poté se páskové mechaniky staly masovou záležitostí i mezi běžnými uživateli, nejprve

jako magnetofony, datová úložiště k prvním domácím počítačům, nakonec i jako videorekordéry.

8.1.2 Magnetické pásky určené pro záznam videa

Nahrávání videa, které klade mnohem větší nároky na šířku pásma než audio pásky, bylo možno uskutečnit díky vynálezu šroubovicového snímání. Šroubovicové snímání umožňovalo data ukládat do šikmých stop, čímž bylo získána větší plocha pro uložení dat, při zachování šířky pásku. [20, 21]

8.1.3 Princip činnosti

Obraz je nahráván na pásku do šikmých stop dvěma nebo čtyřmi videohlavami umístěnými na rotujícím bubnu, okolo jehož je páska ovinuta. Na výstupu ze snímacího čipu dostáváme digitální signál, ten je upraven a následně převeden na signál analogový, který je uložen na magnetickou pásku. Při nahrávání do počítače je analogový signál opět převeden na digitální. Během převodu mezi signály je především dbáno, aby nedocházelo ke ztrátě kvality záznamu. [22]

8.1.4 Digital 8 (D8)

Digital 8 nebili D8 je digitální videoformát využívající jako záznamové médium magnetickou pásku. Poprvé byl představen firmou Sony v roce 1999.

Digital8 je kombinace staršího analogového formátu Hi8 a kodeku DV. Záznam může probíhat ve dvou režimech shortplay (SP) nebo Longplay (LP). Režim Longplay byl vyvinut za účelem nahrávání delších záznamů (150% délky short play), kdy se páska pohybuje 2/3 rychlostí a obraz je zaznamenáván do užších stop. Nejčastěji se můžeme setkat s kazety o délce 1 nebo 2 hodiny (v režimu Shortplay).

Díky tomu, že Digital8 a miniDV používají stejný kodek, jsou to standardy téměř totožné. Největším rozdílem je velikost kazet, která vychází z rychlosti navíjení pásky. Digital8 navíjí rychlostí 29mm/s a miniDV pouze 19mm/s.

Zatímco analogový předchůdce Hi8 byl hojně používán jak mezi amatéry, tak mezi profesionály, Digital 8 zůstal velice pozadu a objevoval se pouze u amatérských videokamer. Největším soupeřem byl pro Digital8 miniDV, který se poprvé na trhu objevil o několik let dříve. I když oba formáty využívaly kodek DV a natočený záznam měl totožnou kvalitu, byl díky větší kazetě vnímán Digital8 jako horší.

Nad budoucností formátu Digital8 visí otazník. Jediný výrobce kamer, firma Sony, vyrobila poslední modely v roce 2005 a s obnovením výroby se nepředpokládá. [23, 24]

8.1.5 Betacam

Videoformát, který byl poprvé představen v roce 1982 firmou Sony ještě jako formát pro analogové video. V roce 1996 světlo světa spatřil jeho digitální nástupce, Betacam Digital (můžeme se setkat také s názvy Digibeta, D-beta nebo se zkratkou DBC). Jako záznamové médium je používána magnetická páska. Můžeme se setkat s kazetami dvou velikostí, menší, velikosti "S" je jen o málo menší než VHS kazeta. Druhý typ L už velikost VHS kazety výrazně přesahuje. Betacam záznam nahrává jak ve standardu NTSC tak i v PAL, při datovém toku 90 Mbit/s. Mimo to máme k dispozici 4 audio stopy, do kterých se ukládá nekomprimovaný zvuk při vzorkovací frekvenci 48 kHz.

Na nástup vysokého rozlišení reagovala firma Sony uvedením formátu HDCAM, tedy HD verze Betacamu. Záznam probíhá ve standardizovaném rozlišení 1440x1080 pro bitrate 144Mbit/s. 7 let po zavedení HDCAMu se objevuje HDCAM SR. Zkratka SR značí Superior Resolution, tedy vyšší rozlišení, které je v tomto případě 1920x1080.

Díky vysokému datovému toku záznamu nabízejí Betacam videokamery opravdu vysokou kvalitu záznamu a to jak v SD, tak i v HD. Betacam je stále používaný při profesionálním filmování, ať už se jedná o natáčení televizního zpravodajství nebo nízko rozpočtových a studentských filmů. Amatérský filmař s Betacamem do styku nejspíše nepřijde.

Nevýhodou je velikost videokamery, které se odvíjí i od velikosti kazety. Délka kamery se může blížit až k jednomu metru a váha může dosahovat až několika desítek kilogramů, proto jsou kamery designovány tak, aby si je mohl kameraman pohodlně položit na rameno. [25, 26]

8.1.6 DV

DV je formát pro nahrávání a přehrávání digitálního videa. Byl poprvé představen v roce 1995 předními výrobci videokamer. Zprvu označován jako Blue Book byl standardizován pod normou IEC 61834, které definovala způsob záznamu, velikost kazet, datový tok a další parametry tak, aby byl formát co nejuniverzálnější.

Rozlišení a počet snímků je definován standardy NTSC a PAL. Pokud si tedy pořídíme videokameru využívající formát DV v zámoří, budeme natáčet při frekvenci 30 fps a při rozlišení 720x480. Videokamera koupená v Evropě bude natáčet při frekvenci 25 fps a při rozlišení 720x576. Normou definovaný bitrate 25 Mbit/s zůstává u obou standardů stejný. Stejně jako Digital 8, tak i většina DV formátů podporuje mód Long Play

Formát DV se dále dělí do několika podkategorií na:

DVCPRO – prvním formátem DV, byl vytvořen jak NTSC, tak i v PAL verzi. Zvuk byl nahráván pouze v 16bit/48 kHz verzi. Tento typ ještě nepodporoval mód Longplay.

DVCAM – druhým formátem DV, byl vytvořen v roce 1996 firmou Sony. Nejvýraznějším rozdílem proti předchozímu DVCPRO je vyšší rychlost převíjení pásky, probíhá o 50% rychleji. Tím pádem se kapacita kazety snižuje na 2/3. Podporuje ale Long Play.

DVCPRO50 – byl představen firmou Panasonic roku 1997 jako formát pro profesionální použití. Oproti standardnímu DVCPRO nabízí dvojnásobný bitrate 50 Mbit/s, ale také pouze poloviční dobu záznamu. Výsledná kvalita obrazu byla srovnatelná s Betacamem.

DVCPRO Progressive – byl opět představen firmou Panasonic, jak už z názvu vypovídá, formát využívá progresivního záznamu, tedy neprokládané snímky. Velký úspěch nezaznamenal a brzy byl nahrazen formátem obdobným ale ve vysokém rozlišení.

DVCPRO HD - nebo někdy také označovaný DVCPRO 100, je formát DV pro vysoké rozlišení. Videozáznam disponuje datovým tokem 100 Mbit/s. Záznam může probíhat ve třech rozlišeních 960x720, 1280x1080 a 1440x1080. DVCPRO HD je formát využívaný především profesionály a to hlavně pro jeho obrazové kvality.

DV využívá jako záznamové médium několik typů kazet lišících se především velikostí a délkou pásky. V dnešní době se nejčastěji setkáme s miniDV kazetami a to jak u kamer v nejnižší cenové třídě, tak i u strojů profesionálních. Velkou výhodou miniDV kazet je jejich velikost, která je například oproti Betacamu téměř osminová. Je tak možné vyrábět videokamery velice malé. Na miniDV kazetu můžeme nahrávat ve formátech DV, DVPRO a HDV. I když jde o médium nejstarší a s mnohými nevýhodami oproti moderním digitálním záznamovým médiím, jsou miniDV kazety stále hojně využívané a to především díky vysoké obrazové kvalitě. [27, 28]

8.1.7 Životnost magnetických pásek

Teoreticky je magnetická páska přepisovatelné médiu, avšak skutečnost je jiná. Je doporučováno kazetu přepsat dvakrát, nanejvýše třikrát. Během opakovaného zápisu dochází k odlepování magnetické vrstvy z pásky, ta zůstává přichycená na hlavách kamery. Nejen že tak dojde k poškození pásky, tudíž i záznamu, ale především k znečištění hlav. Může tak dojít až k trvalému poškození hlav a jejich oprava je velice nákladná. U levnějších videokamer může oprava přesáhnout i původní pořizovací cenu kamery.

8.1.8 Shrnutí: magnetické pásky

Výhody:

- vysoká kvalita záznamu
- cena média
- možnost zaznamenávat v SD nebo v HD na stejné médium
- jednoduché předání média s nahranými záběry druhé osobě
- životnost média, resp. záznamu

Nevýhody:

- lineární záznam
- zdlouhavé nahrávání do počítače probíhá v reálném čase
- kapacita média, 60 nebo 120 min
- náchylnost vůči atmosférickým vlivům, především vlhkosti
- omezená opakovaná použitelnost média, doporučuje se max. dvakrát

8.2 DVD

DVD (Digital Versatile Disc nebo Digital Video Disc) je formát digitálního optického datového nosiče, který může obsahovat filmy ve vysoké obrazové a zvukové kvalitě nebo jiná data. [29]

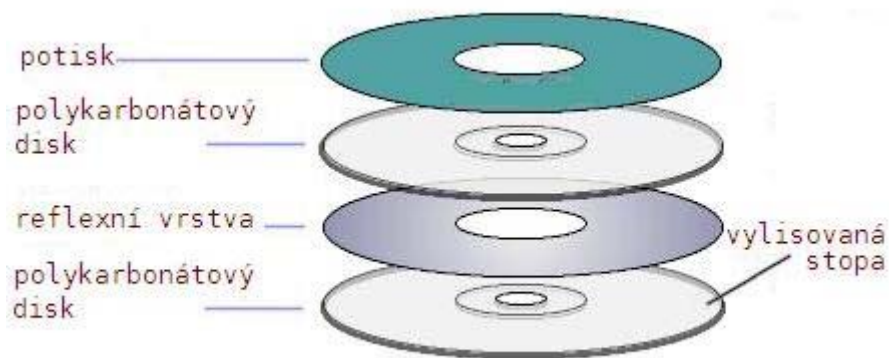
8.2.1 Historie DVD

V první polovině 90. let se hledal nástupce kompaktního disku, jak už bývá zvykem vznikly dva nástupci, Super Disc (SD) prosazováno společnostmi Toshiba nebo Warner, na druhé straně Sony a Philips prosazovali jejich Multimedia CD (MMCD). Nevýhodou však byla naprostá nekompatibilita těchto formátů. Tento fakt se ale nelíbil velkým z IT průmyslu jako byl např. Microsoft, Apple, IBM nebo Intel, kteří dali jasně najevo, že je nutné vytvořit jeden univerzální a kompatibilní formát. Vzniká tzv. DVD Fórum a i přes mnoho problémů představuje v 1995 specifikaci DVD. Avšak ani nyní nebylo docíleno jednoho formátu a vznikají DVD + a DVD -. Důvod problémů je zřejmý. Každá originalita ve standardu DVD znamená licence a vysoký příjem majiteli licence a to je jedna z hlavních příčin rozporů v oblasti zapisovatelných médií.

8.2.2 Struktura DVD

Při návrhu *DVD* se vycházelo z již existující a široce zavedené technologie kompaktních disků. Zůstaly zachovány základní rozměry optického média, průměr 12 cm a tloušťka 1,2 mm. U *DVD* jsou použity dvě polykarbonátové vrstvy, mezi nimiž se nachází jedna či dvě datové vrstvy a jednostranná či oboustranná reflexní vrstva – tímto jednoduchým způsobem je možné na *DVD* provádět oboustranný záznam dat a tím i zdvojnásobit kapacitu média.

Obrázek 4: Vrstvy, ze kterých je složeno jednostranné DVD

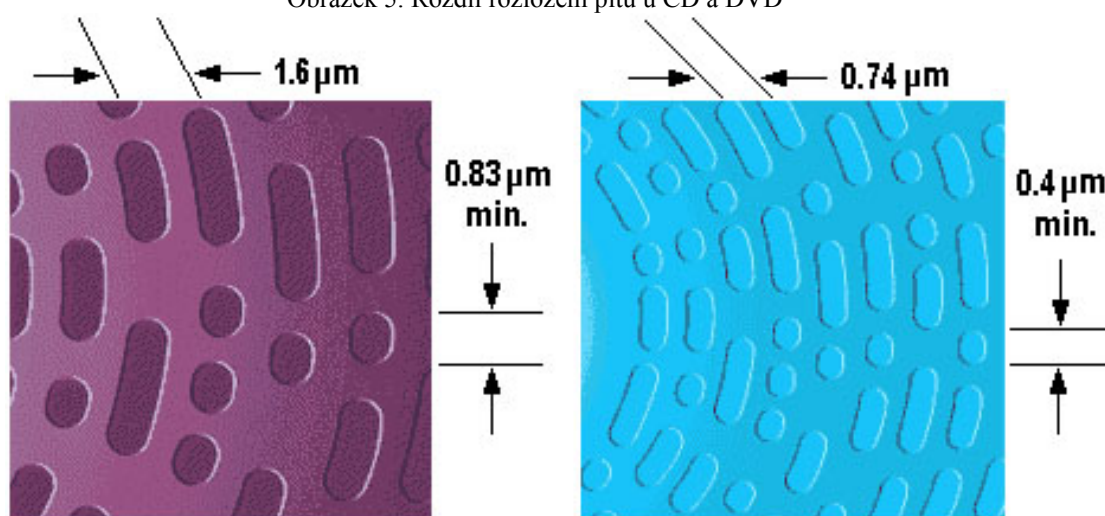


Zdroj: www.root.cz

8.2.3 Kapacity DVD

Data jsou ukládána do jedné nebo dvou vrstev ve stopě tvaru spirály. Oproti klasickým kompaktním diskům narostla kapacita DVD téměř 6,7x, z 700 MB na 4,7 GB při zachování téměř stejné fyzické plochy. Na druhou stranu však došlo ke zvýšení plochy určené přímo pro zápis dat a díky snížení minimální vzdálenosti mezi osami stop z hodnoty 1,6 mikronu na 0,74 mikronu. Zároveň došlo také ke snížení délky pitu z 0,972 mikronu na 0,4 mikronu. Další a neméně významnou změnou je lepší využití sektorů, u CD dvoukilobytový sektor zabírá ve skutečnosti 2352 bytů a u DVD pouze 2060 bytů. Poslední změnou je způsob zakódování zapsaných dat. Použitím všech těchto změn získáváme médium o kapacitě téměř sedminásobně větší, ale zároveň na první pohled nijak nelišící se od kompaktního disku.

Obrázek 5. Rozdíl rozložení pitů u CD a DVD



Zdroj: www.root.cz

Další zvýšením kapacity dosáhneme buďto použitím oboustranného DVD nebo dvouvrstvého DVD. V případě oboustranného DVD dochází přesně ke zvojnásobení kapacity, protože obě strany média mají naprosto stejnou strukturu i kapacitu. U dvouvrstvých DVD však došlo k nepatrnému snížení kapacity vnější vrstvy, u které muselo dojít k prodloužení pitů, aby nedocházelo k interferencím při čtení dat z vnitřní datové vrstvy.

Samozřejmě došlo také k využití obou technologií zároveň a bylo tak vytvořeno oboustranné dvouvrstvé DVD, jehož kapacita byla oproti klasickému DVD téměř čtyřnásobná. Nevýhodou oboustranných DVD však je, že mechaniky mají čtecí laser pouze z jedné strany a ač máme fyzicky disk pouze jeden, logický se jedná o dva. Pokud chceme přečíst data z druhé strany je nutné disk z mechaniky vyjmout a otočit. [30]

8.2.4 miniDVD

Klasické DVD o průměru 12 cm je pro využití v digitálních videokamerách díky jeho velikosti, která by se odrážela na velikosti videokamery, nevhodné. Z tohoto důvodu se používá k záznamu DVD o průměru 8 cm, tzv. miniDVD.

Tabulka 4. Označení jednotlivých typů DVD a jejich základní vlastnosti

Označení	Průměr média	Počet stran	Počet vrstev	Kapacita (GB)	
DVD-1	8 cm	1	1	1,46	
DVD-2	8 cm	1	2	2,66	
DVD-3	8 cm	2	1	2,92	(2×1,46)
DVD-4	8 cm	2	2	5,32	(2×2,66)
DVD-5	12 cm	1	1	4,70	
DVD-9	12 cm	1	2	8,54	
DVD-10	12 cm	2	1	9,40	(2×4,70)
DVD-18	12 cm	2	2	17,08	(2×8,54)

Zdroj: www.root.cz

8.2.5 DVD – R(W) vs. DVD + R(W)

V dnešní době se můžeme setkat s dvěma typy optických disku DVD, s tzv. plusovými a minusovými DVD. Proč se na trhu můžeme setkat s různými typy DVD? Odpověď je jednoduchá, v první řadě šlo o peníze. Pro lepší pochopení celého sporu je ale lepší vrátit se do druhé poloviny 90. let, kdy se DVD právě vyvíjelo.

Konsorcium firem Microsoft, Apple, IBM a Intel, vystupující také pod označením DVD Fórum v roce 1995 představilo optické médium o kapacitě 3,95 GB. V prvopočátcích DVD probíhalo ukládání dat na disk pouze tzv. lisováním. Až v roce 1997 přišla firma Pioneer s prvními disky, na které bylo možné data vypálit, jednalo se o první disk DVD-R (Recordable). Později byla přestavena druhá verze o kapacitě 4,7 GB, která je používána dodnes.

V roce 1999 přišla opět firma Pioneer s optickými prepisovatelnými disky, tzv. DVD-RW (ReWritable). Tato optická média je možné přepsat přibližně tisíckrát, aniž by došlo k podstatnému zvýšení chybovosti záznamu nad mez, kdy by již nebylo možné použít samoopravné kódy.

Oba typy, jak už pouze zapisovatelné DVD-R nebo prepisovatelné DVD-RW, optická média jsou používána do dnes, bez jakýchkoliv výraznějších technologických změn. Vývoji se pouze podrobila rychlost čtení resp. zápisu.

Na druhé straně konsorcium firem Sony, Philips, Hewlett-Packard, Ricoh, Yamaha a Mitsubishi, tzv. DVD+RW Alliance, představuje v roce 1998 médium DVD+RW. Zajímavostí je, že chronologie jejich vzniku je naprosto opačná, než u DVD-R(W) nebo u kompaktních disků. Zatímco u ostatních technologií optických pamětí bylo nejdříve vyvinuto technologicky nejméně náročné „lisované“ médium, poté médium, na které je možné informace zapsat pouze jedenkrát (*WORM – Write Once, Read Many*) a teprve na samotném konci vývoje stojí prepisovatelná média, většinou založená na změně fáze materiálu datové vrstvy, byl vývoj technologie *DVD* s plusem v názvu přesně opačný. Nejdříve totiž bylo vyvinuto prepisovatelné médium *DVD+RW*, posléze pak *DVD+R*.

Rozdíly mezi plusovými a minusovými disky jsou pouze minimální. *DVD+R(W)* mají nepatrně větší odolnost proti chybám při zápisu, lépe pracují s méně kvalitními médii a současně také mají menší kapacitu, ovšem tyto technické detaily ke vzniku nového typu médií v žádném případě nevedly.

Hlavní důvod tkví v tom, že původní licence na *DVD-R* a *DVD-RW* byly pro výrobce přehrávačů a mechanik poměrně nákladné, nehledě na to, že se muselo platit přímým konkurentům. Právě z tohoto důvodu vznikla *DVD+RW Alliance* výše zmíněných firem, které vytvořily konkurenční technologii k *DVD-R* a *DVD-RW*.

Fakt, že se počátkem 20. století objevily oba typy optických disků DVD, zmátl nejednoho uživatele. Před koupí jak DVD přehrávače nebo mechaniky, tak i samotného média, bylo nutné pořádně promyslet, jelikož v tehdejších dobách byla kompatibilita plusových a minusových technologií nulová. Mohlo se tak stát, že si uživatel pořídil nový DVD přehrávač, který mu byl ale nakonec k ničemu, jelikož vlastnil pouze médium druhého typu.

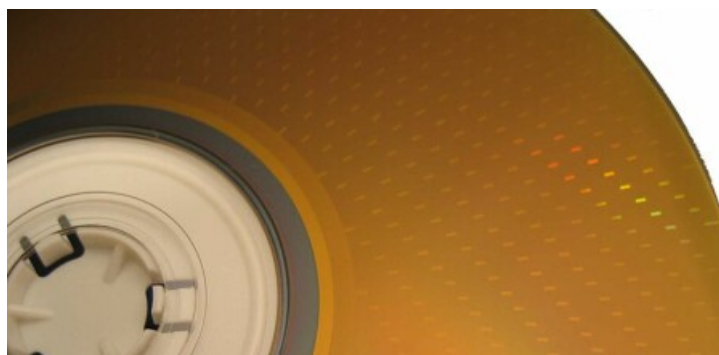
V dnešní době je naštěstí situace jiná. V roce 2008 byla plusová technologie schválena konkurenčním DVD Fórem a více jak 90 % přehrávačů, mechanik ale i digitálních videokamer je schopná bez problému používat obě technologie.

8.2.6 DVD - RAM

Zatímco výše popsané čtyři formáty zapisovatelných a přepisovatelných DVD ideově vychází z principů zavedených již u prvních lisovaných kompaktních disků (jediná spirálová stopa v každé vrstvě, jenž začíná u středu disku a končí na jeho okraji), jsou média DVD-RAM svým formátem zápisu (nikoli však technologií) podobná spíše magnetooptickým diskům. Namísto jedné stopy ve tvaru spirály je u DVD-RAM použit systém kruhových stop rozdělených na sektory, přičemž vždy několik desítek stop umístěných vedle sebe má stejné množství sektorů. Sektory jsou na povrchu disku viditelné, jejich začátky jsou totiž na disk vylisovány při jeho výrobě. Řízení hlavy s laserem při čtení a zápisu je prováděno přímo ve firmware optické mechaniky, což mj. znamená, že se DVD-RAM uživateli jeví jako další pevný disk či flash paměť, ze které může data číst či na ni zapisovat. Vzhledem k tomu, že DVD-RAM má mnohem lépe vyřešenou detekci a korekci chyb, umožňuje provést mnohem více přepisů než ostatní dvě technologie (sto tisíc přepisů místo jednoho tisíc) a podle všeho má i dlouhou životnost záznamu, udává se hodnota přes 30 let. DVD-RAM je velmi populární v oblasti počítačů, především při zálohování dat. Také kapacita médií je

vyšší, například oboustranná optická média *DVD-RAM* ve verzi 2.0 mají kapacitu 9,4 GB oproti 8,5 GB u dvouvrstvých *DVD-RW* či *DVD+RW* médií.

Obrázek 6: viditelné začátky sektorů



Zdroj: www.root.cz

DVD-RAM je velice populární u digitálních videokamer a to díky možnosti nahrané záběry editovat. To oceníme hlavně v situaci, kdy se nám daný záběr nepovede zachytit hned na první pokus podle našich představ. Nepovedené záběry můžeme ihned po jejich natočení smazat, a tím získáme nejeden další volnou kapacitu pro nahrání dalších záběrů, ale také při stříhu ušetříme mnoho času. Do počítače nahrajeme pouze “povedené“ záběry a nemusíme se zdlouhavě probírat záběry nepovedenými a mezi nimi hledat ty povedené. [31, 32]

8.2.7 Vypalovací mechanika DVD

Díky velké hustotě pitů, sloužících pro záznam je nutné, aby hlava laseru byla naváděna s velikou přesností, např. oproti klasickým kompaktním diskům je hlava naváděna s dvojnásobnou přesností. Laser vypalovací mechaniky pracuje s vlnovou délkou 650nm (červené světlo) a je nutné, aby byl schopen zaostřit na vzdálenost 0,6 mm od povrchu disku. [30]

8.2.8 Shrnutí DVD

Výhody:

- cena média
- jednoduchá manipulace, výměna média
- v případě DVD-RAM životnost média
- v případě DVD-RAM možnost editovat video přímo ve videokameře
- možnost okamžitého přehrání

Nevýhody:

- kapacita
- u strašících modelů videokamer špatná kvalita záznamu
- váha kamery odvíjející se od váhy mechaniky
- náchylnost k otřesům

8.3 Pevný disk

Pevný disk neboli ve zkratce HDD (HardDisk) je hardware, sloužící k trvalému uložení dat. Digitální videokamery s pevným diskem jsou v současné době u široké veřejnosti velice oblíbené především díky jednoduchosti práce s natočeným materiálem.

8.3.1 Historie HDD

Prvním magnetickým médiem, které kdy bylo použito, byl ocelový drát. Tento vynález si nechal 1. prosince 1898 patentovat Valdemarem Poulsenem, tehdy pracovník kodaňské telefonní společnosti. Svůj vynález nazval "telegrafon". Magnetizovaný ocelový drát byl používán k záznamu hlasu. Jednalo se o dlouhý drát, podél kterého přejíždělo nahrávací zařízení. Drát byl schopen uchovávat změny magnetického pole, takže po čase bylo možné původní záznam za použití čtecího zařízení zrekonstruovat.

V roce 1927 byl ocelový drát nahrazen kovovou páskou s magnetizovaným povrchem a k průlomů došlo o několik let později, kdy se v Německu místo kovové pásky začal používat plast pokrytý tenkou vrstvou magnetického materiálu (železné rudy). V poslední fázi vývoje došlo k vytvoření skutečného magnetického pásku, takového, jaký známe dnes. První skutečný pevný disk byl představen 13. září 1953 společností IBM. Tento disk už byl postaven na stejných principech, na kterých fungují současné pevné disky. Data byla uložena ve stopách na magnetickém povrchu diskové plotny. Tato plotna se otáčela a nad jejím povrchem se pohybovala čtecí a zapisovací hlava. Tvořilo jej 50 24" (60cm) diskových ploten nad sebou, vážil jednu tunu a disponoval kapacitou 5MB. [33,34]

Postupem času se pevné disky zmenšovaly a jejich kapacita rostla. V roce 1983 představila firma Rodine první disk o dnes standardizované velikosti 3,5". O 8 let později byl na trh uveden firmou Integrated Peripheral první harddisk o velikosti 1,8". Disky této velikosti se dnes používají ve videokamerách. [34]

8.3.2 Technický popis HDD

Pevný disk je zařízení používané především v počítačích, ale také v elektronice jako jsou Mp3 přehrávače, videokamery nebo videorekordery. Data jsou uložena pomocí magnetického záznamu. Disk je složen z kovových ploten, pokryté tenkou magnetický měkkou vrstvou. Hustota datového záznamu se udává jako počet bitů na měrnou jednotku disku, u nás se můžeme nejčastěji setkat s jednotkou bity na mm čtvereční [bit/mm²]. [35]

8.3.3 Princip činnosti HDD

Základem všeho je materiál, na kterém je nanesena vrstva feromagnetika, která je tedy tvořená oxidem železa (konkrétně oxidem železitým), případně je tento oxid smíšen s oxidy manganu nebo baria. Tyto látky se podobají klasickým

feromagnetickým látkám a zesilují magnetické pole a dokážou jej především uchovat.

Vrstva feromagnetika je následně trvale zmagnetována záznamovou hlavou. Hlava je tvořená cívkou, jejíž jádro je složené z malých plíšků uspořádaných do tvaru prstence. Magnetické pole indukované vodičem cívky je nejsilnější ve středu prstence, resp. jeho horní části. To proto, aby nedocházelo ke zmagnetování nežádoucích částí záznamové vrstvy v nepravou chvíli. Proud procházející vodičem indukuje v jádře cívky proměnné magnetické pole. Velikost magnetické indukce je pak přímo úměrná velikosti proudu procházejícího vodičem. Samotné magnetické pole proudící jádrem cívky je však velmi slabé a nedokáže záznamovou vrstvu zmagnetovat. Proto je jádro v části, kde je nejbližší záznamové vrstvě přerušeno úzkou štěrbinou vyplněnou nemagnetickou látkou (nejčastěji bronz). Takové látky mají nízkou permeabilitu a tudíž v místě oné štěrbiny dochází k magnetickému stínění jádra a následnému vychýlení indukčních čar z jádra cívky do feromagnetické vrstvy na záznamovou vrstvu.

Mazaní dat probíhá pomocí opětovné magnetické indukce. Dochází k nasycení magnetického pole na záznamové vrstvě a jeho opětovnému snížení. Poté je možné na záznamovou vrstvu uložit nova data. [33, 36]

8.3.4. HDD ve videokamerách

Harddiskové videokamery zažily největší rozmach v letech 2006 a 2007, kdy se staly nejprodávanějším a u amatérských filmařů velice oblíbeným typem. Mnohým uživatelům byla sympatická především jednoduchost nahrání záznamu do počítače. Nebylo nutné instalovat nebo pracovat s žádným softwarem (u strašících operačních systému bylo nutné nainstalovat pouze ovladače). Stačilo pouze připojit videokamery k počítači pomocí USB nebo Fireware kabelu a nadále pracovat se záznamovým médiem videokamery jako s externím pevným diskem. Vzhledem k úspoře místa jsou používány pevné disky o velikosti 1,8“

s 4200 ot/min. Dnešní harddiskové videokamery disponují kapacitou až 120 GB, na disky s touto kapacitou můžeme nahrát i několik desítek hodin záznamu a je tak možné záznam archivovat přímo na harddisku v kameře.

Stejně jako pevné disky v počítačích, tak pevné disky ve videokamerám jsou náchylné k otřesům, při nedbalém manipulaci může dojít k poškození zaznamenaných dat nebo v horším případě k úplnému poškození harddisku. Z tohoto důvodu byly harddiskové videokamery vybaveny slotem pro flash paměť a při natáčení, kdy by mohlo dojít k otřesům bylo doporučeno zaznamenávat data na flash paměť, ovšem však v nižší kvalitě.

Stejně jako předchozí média, magnetické pásky a DVD, tak harddisk se musí točit (resp. navíjet) což je energeticky náročné. Vysoká spotřeba pevných disků byl jeden z hlavních důvodů k vývoji videokamer ukládající záznam na flash paměť.

8.3.5 Shrnutí pevné disky

Výhody:

- kapacita
- organizace záznamu
- možnost editovat video přímo ve videokameře
- jednoduchost

Nevýhody:

- vyšší energetická spotřeba
- náchylnost k otřesům
- vyšší váha

8.4 Flash paměti

Flash paměť je ve své podstatě kombinace RAM a pevného disku ve formě "pevné karty". Flash paměť uchovává elektronická data v paměťových buňkách stejně jako DRAM a SRAM, ale současně pracuje jako pevný disk, jelikož si uložené informace zachová i po odpojení od elektrického napájení. Flash paměti se stávají stále více populární v oblasti přenosných počítačů a elektronických komunikacích. Zde je několik důvodů proč:

- Stablní uložení informací - uchová data i bez napájení (stejně jako HD)
- Nízká úroveň napájení - velice nízký příkon vhodný pro přenosná zařízení závislá na baterii
- Stálost - jsou schopny odolat otřesům nebo chvění bez ztráty dat
- Kompaktní velikost - vhodná pro široký rozsah přenosné elektroniky
- Rychlost - extrémně krátká vybavovací doba [37]

8.4.1 Princip zápisu a čtení

Data jsou ukládána v poli unipolárních tranzistorů s plovoucími hradly, zvaných „buňky“, každá z nich obvykle uchovává 1 bit informace.

Jedno hradlo je ovládací (CG - control gate), druhé je plovoucí (FG - floating gate), izolované od okolí vrstvou oxidu. Protože je FG izolované, všechny elektrony na něj přivedené, jsou zde „uvězněny“. Tím je uložena informace.

Buňka je čtená umístěním určitého elektrického napětí na CG, elektrický proud tranzistorem pak buď teče nebo neteče a to v závislosti na prahovém napětí buňky (U_t), které je závislé na počtu elektronů na FG. Tato přítomnost nebo nepřítomnost elektrického proudu je přeložena na 1 a 0, představující uložená data.

Pro vymazání flash buňky je velký napěťový rozdíl přiveden mezi CG a zdroj, což odvede elektrony pryč. Současné flash paměti jsou rozdělené do vymazatelných částí nazývaných buď bloky nebo sektory. Všechny paměťové buňky v rámci jednoho bloku musí být vymazány současně. [38]

8.4.2 Secure Digital

Momentálně máme na trhu několik typů flash karet lišící se tvarem, rozměry, přenosovou rychlostí a v neposlední řadě cenou. Jako záznamové médium se v drtivé většině případů používají flash karty typu SD.

Secure Digital (SD) je paměťová karta používaná v přenosných zařízeních včetně digitálních fotoaparátů, přenosných počítačů, mobilních telefonech a samozřejmě i v digitálních videokamerách.

Standardní SD karty byly omezeny maximální kapacitou 2 GB, která by v dnešní době byla už nedostatečná. Proto byla vytvořena nástupnická technologie SDHC (Secure Digital High Capacity), která nabízí maximální kapacitu až 32 GB.

Pro jednodušší orientaci mezi kartami stanovila SD Association třídy karet, které se dělí podle garantovaných přenosových rychlostí. Na trhu se tak můžeme setkat s kartami s označením Clase 2, 4, 6 nebo 10. Číslo třídy uvádí minimální přenosovou rychlost v MB/s

Vedle rychlostní třídy se často také udává přenosová rychlost vztažená na původní rychlost mechaniky CD-ROM (150 KB/s). SDHC karta s označením 40x, podle toho tedy dosáhne rychlosti 6 MB/s ($40 \cdot 0,15$) a odpovídá tedy třídě 6. Velmi rychlé karty dosahují označení 133x a zvládají tedy přenosovou rychlost až 20 MB/s.

Maximální kapacita SDHC karet 32 GB byla už dávno pokořena a pomalu roste poptávka po větších kapacitách. V loňském roce se tak přišel standard SDXC (Secure Digital eXtended Kapacity), který má maximální, prozatím jen

teoretickou kapacitu až 2 TB. Mimo jiné u nich předpokládáme vyšší přenosové rychlosti. Nová horní hranice byla stanovena na 104 MB/s, a to se už uvažuje o jejím zvýšení na 300 MB/s. Obě čísla jsou prozatím jen teoretické hodnoty, kterých současné SDXC karty zdaleka nedosahují. [39]

8.4.3 Flash paměti v digitálních videokamérách

Od roku 2008, kdy se poprvé na trhu ve větší míře objevily flash videokamery, se stávají čím dál tím oblíbenějšími. V současné době jsou bezesporu jedničkou na trhu. Staly se oblíbenými jak u amatérů ale i u profesionálů a to především díky přijatelné ceně nebo nízké spotřebě energie. Cena samotného média - SDHC karta s kapacitou 32 GB se dá pořídit už od 2000 Kč. Nevýhodou může být nižší rychlost zápisu v porovnání s pevnými disky, z tohoto důvodu se videozáznam nejčastěji ukládá ve formátu mp4 s kodekem H.264, který nabízí vysokou kvalitu a zároveň nízký datový tok. Můžeme se ale setkat také s videozáznamem ve formátu mpeg2 nebo AVCHD. Každá flash kamera je označená určitou třídou a měla by správně být osazena SDHC kartou o stejné třídě. Pro HD video by se měla používat minimálně karta třídy 4.

Videokamery využívající jako záznamové médium flash paměti čeká bezesporu ještě slibná budoucnost. Důvodem je především neustálý vývoj paměťových karet, každým rokem roste kapacita až o dvojnásobek, to samé můžeme říci o rychlosti zápisu a čtení. V horizontu několika let můžeme ale očekávat nástup SSD disků, které nabízí především mnohonásobně vyšší rychlost zápisu a čtení.

8.4.4 Hybridní videokamery

Na závěr této kapitoly je nutné zmínit, že možnost ukládat na flash paměti, přesněji na SD karty nabízejí i kamery předchozích tipů. Avšak záznam na SD kartu probíhá v daleko nižším rozlišení a nižší kvalitě než na primární médium, kterým může být miniDV kazeta, DVD nebo pevný disk.

8.4.5 Shrnutí flash paměti

Výhody:

- cena média
- jednoduchá manipulace při výměně média
- možnost editovat video přímo ve videokameře
- organizace záznamu
- nízká energetická spotřeba

Nevýhody:

- nižší kapacita
- u levnějších kamer horší kvalita záznamu

9. Budoucnost záznamových médií digitálních kamer

9.1 SSD disky

SSD disk (Solid-state drive) je typ datového média pracující na principu flash paměti. Jde o technologii, která by měla v budoucnu nahradit standardní pevné disky, z toho důvodu se SSD disky vyrábějí ve velikostech a s rozhraním jaké známe u HDD.

Nejčastěji se setkáme s SSD disky postavenými na využití flash paměti. Možné jsou i jiné typy paměti jako je DDRAM nebo takzvané hybridní SSD disky, které v sobě kombinují 2 druhy NAND paměti, ty se liší podle programovatelných buněk uvnitř na MLC (multi level cell) a SLC (single level cell).

SLC i MLC mají své výhody i nevýhody. SLC umožňuje pojmout v jedné buňce jeden bit, tedy 2 stavy (0,1). Oproti tomu MLC nabízí místo nejčastěji pro

2 bity, tedy 4 stavy (možné jsou ale i 3 bity na buňku, tedy 8 stavů). Díky tomuto nabízejí SLC disky vyšší rychlost, ale zároveň menší kapacitu ve srovnání s MLC.

Díky tomu, že SSD nemají mechanické pohyblivé části, vykazují nižší spotřebu, mají nižší čas na alokaci dat (u klasických disků spotřebovaný na přesunutí čtecích/zápisových hlaviček), dosahují vyšších přenosových rychlostí, jsou nehlukné atd. Taktéž jsou znatelně lehčí, což je s nižší spotřebou předurčuje k použití do notebooků, netbooků, PDA a nebo do digitálních kamer, kde spotřeba hraje velkou roli. Kromě toho nejsou tak náchylné na nárazy a ořesy jako mechanické disky.

Ovšem jde o novou technologii, která má i své velké nevýhody. Jednou z nich je vysoká pořizovací cena, za cenu okolo 2500 Kč můžeme mít buďto SSD disk s kapacitou 32 GB nebo klasický harddisk s kapacitou 1 TB, což je vzhledem ke kapacitě neuvěřitelně velký rozdíl. Na druhou stranu se ale dá říci, že se cena každým rokem snižuje a kapacity SSD zvyšují. Další velkou nevýhodou je životnost disku, výrobci udávají, že jedna buňka vydrží okolo 100 000 zápisů, což je mnohokrát menší počet než u klasických pevných disků. [40, 41]

Téměř s jistotou ale můžeme říci, že SSD disky mají velkou budoucnost. Ovšem dostat se na kapacity dnešních klasických pevných disků bude ještě několik let trvat. Už teď se ale stávají velice oblíbené a využívané. Se zvyšováním výrobní kapacity jde ruku v ruce i snižování výrobních nákladů. SSD disky disponují vysokou rychlostí zápisu potažmo čtení, to by mohlo umožnit ukládat záznam v DV standardu, který je velice využíván především profesionálními filmaři.

V dnešní době už několik výrobců představilo videokamery, které používají jako záznamové médium SSD disky nejčastěji s kapacitou 32 GB, firma Samsung má momentálně ve své nabídce model HMX-16S dokonce s kapacitou 64 GB. Nevýhodou je však již zmíněná vysoká cena.

9.1.1 Shrnutí SSD:

Výhody:

- vysoká rychlost
- nízká spotřeba energie
- odolnost proti otřesům
- možnost editace videa přímo v kameře

Nevýhody:

- relativně nízká kapacita
- vysoká cena

9.2 Blu-ray disky

I přesto, že digitální kamery používající jako záznamové medium DVD disky dnes upadají trošku do zapomnění, mají stále proti ostatním mediím jisté výhody. To by mohlo vést k vývoji videokamery ukládající na nový typ optického média, na Blu-ray disky.

Blu-ray disk patří k třetí generaci optických disků. Data se ukládají ve stopě tvaru spirály 0,1 mm pod povrch disku, délka jednoho pitu je 0,32 μm , což o více jak dvakrát méně než u DVD. Jednovrstvý, jednostranný Blu-ray disk disponuje kapacitou 25 GB, Při použití disku oboustranného dvouvrstvého můžeme dosáhnout kapacity až 100 GB . Technologii vyvinula japonská firma Sony, podílí se na ní také např. firma Philips. Princip zápisů a čtení je totožný jako u ostatních optických disků, avšak je nutné použít mechaniku s laserem o vlnové délce 405 nm. [31]

V současné době žádný z výrobců nemá ve své nabídce Blu-ray kameru, ale můžeme očekávat, že některý z výrobců ji v budoucnu představí, tak aby uspokojil zákazníky, kteří si oblíbili DVD kamery, ale na druhou stranu chtějí využívat novější technologie, především kvůli zvýšení kapacity. Zatím se Blu-ray disky využívají především k distribuci filmů ve vysokém rozlišení.

9.3 Red One

Red One kamera je úplná novinka, která byla vyvinuta firmou Red Digital Cinema Camera Company sídlící v USA. Myšlenka sestrojení této nové technologie byla vytvořit digitální videokameru, která bude schopná zaznamenávat obraz v kvalitě 35mm filmu. Red One kamera zaznamenává v rozlišení 4K, tedy 4520x2580 pixelů, ale je podporuje i nižší rozlišení jako je 2K, 1080p nebo 720p. Jako snímač je použit 12Megapixelový CMOS s názvem Mysterium a rozměry 24,4 mm x 13,7 mm. Tyto rozměry odpovídají velikosti okénka Super35 filmu. Záznam je možné komprimovat buď do kodeku Redcode RAW, který slibuje datový tok 220 megabit/s, nebo zaznamenávat nekomprimované video. Výhodou Redcode RAW je vysoká kvalita a nízký datový tok. Frekvence snímání je od 1 do 120 fps a tak lze využít kameru jak k tvorbě časosběrných, tak i slow-motion záběrů.

Kromě toho nabízí širokou nabídku příslušenství – hledáčky, display nebo objektivy, které umožňují vysokou variabilitu v téměř každé situaci. Na kameru lze mimo jiné upevnit i standardní filmové objektivy. Dalším nástrojem, který ke kameře patří, je software REDCINE, jenž by měl sloužit k primárním barevným úpravám a korekcím, ještě než se materiál překóduje do dalšího formátu, určenému k postprodukci. Je to vlastně velmi jednoduchý program (který přesto vypadá velmi pěkně a intuitivně), který nabízí možnost několika základních úprav (vyvážení bílé, gamma, sytost, kontrast atd.) a následnou možnost exportu.

Díky obrovskému datovému toku zaznamenávaného videa nemůže u Red One kamer použít standardní digitální záznamová média jako je flash paměť nebo

harddisk. Použití magnetických kazet by vzhledem k lineárnímu záznamu vhodné též nebyly. Red One kamery využívají k záznamu buď to superrychlé SSD disky s kapacitou 128 GB nebo disková pole složená ze standardních pevných disků zařazených do RAID 0.

Už v současné době Red One pomalu vytlačují klasický film, každým rokem se objevuje více a více snímků natočených právě na tyto kamery. Plusem je i cena, Red One kamera v plné výbavě může sice překročit cenu půl milionu korun, ale v porovnání s jinými profesionálními kamery tohoto typu je cena stále několika násobně nižší. Nemůžeme samozřejmě zanedbat snížení (nebo spíše jejich úplné zanedbání) obrovských nákladů, představující cenu samotného kinofilmu a jeho následné vyvolání. Zajímavostí je také, že firma Red Digital Cinema Camera Company se nechala slyšet, že v blízké budoucnosti představí videokameru s rozlišením 8K, tedy s šířkou obrazu více jak 8000 pixelů! [42, 43]

Obrázek 7: Red One kamera v plném vybavení



Zdroj: www.red.com

10. Porovnání jednotlivých záznamových medií vzhledem k ceně

Pokud budeme porovnávat jednotlivá záznamová media musíme také přihlídnout k ceně. Na druhou stranu není jednotlivá média možné porovnávat pouze podle pořizovací ceny. Jak už bylo psáno v této práci některá je možno použít pouze jednou, některá dvakrát a jiná zas téměř bez omezení.

V následující tabulce porovnáme čtyři nejpoužívanější média, tedy miniDV kazety, DVD, harddisk a flash paměť, a spočteme u každého z nich cenu za 1 hodinu záznamu.

V prvním kroku výpočtu je nutné stanovit si formát nahrávaného videa. V případě miniDV kazet volba nutná není, ať jde o SD nebo HD záznam, kapacita zůstává stejná. Pro ostatní média volíme záznam ve formátu mp4 v HD rozlišení (1920x1080), kde platí 1 min=cca 90 MB

Tabulka 5: Cena jedné hodiny záznamu

Médium	Typ	Kapacita (GB)	Kapacita (hod)	Cena (Kč)	Cena (Kč/h)
Harddisk	Toshiba MK-1011 GAH	100	18,52	2039	110,1
DVD-R DL	Verbatim	2,6	0,48	62	129,2
DVD-RAM	Panasonic	2,8	0,52	97	186,5
miniDV	Sony Premium	-	1	80	80
Flashpaměť	Verbatim SDHC Vbase 6	32	5,93	2207	372,2

Z tabulky vyplívá, že miniDV jsou v přepočtu ceny na jednu hodinu záznamu nejlevnějším médiem. Ovšem je nutné brát v úvahu velice omezený počet přepsání, doporučuje se dvakrát, maximálně třikrát. V následující tabulce opět spočteme cenu jedné hodiny záznamu, ale vezmeme v úvahu i maximální možný počet přepsání (mmpp). V případě DVD-RAM zvolíme 1000 jako maximální hodnotu přepsání, výrobci sice uvádějí hodnotu 100krát větší, ale musíme brát v potaz, že při tak časté a opakované manipulaci s médiem (vyjímání a opětovné vkládání do mechaniky) dojde k poškození dřívě. U pevného disku a flash paměti zvolíme hodnotu 100 000 přepsání a u miniDV kazet maximálně 3 přepsání.

Tabulka 6: Cena jedné hodiny záznamu po započtení maximálního možného počtu přehrání

Médium	Typ	Kapacit a (GB)	Maximální možný počet přehrání	Cena (Kč/h)	Výsledná cena (Kč/hod*mm pp)
Harddisk	Toshiba MK-1011 GAH	100	100 000	110,1	0,001101
DVD-R DL	Verbatim	2,6	1	129,2	129,2
DVD-RAM	Panasonic	2,8	1000	186,5	0,1866
miniDV	Sony Premium	-	3	80	26,7
Flashpaměť	Verbatim SDHC Vlase 6	32	100 000	372,2	0,003722

Zahrnutím hodnoty maximálního možného počtu přepsání (mmpp) ve výpočtu výsledky výrazně zamíchalo. Do čela se dostal pevný disk, který nabízí nejen nejnižší cenu, ale také nejvyšší kapacitu. Omezená přepisovatelnost DVD-R a miniDV je odsouvá až na poslední příčky s cenou několikanásobně vyšší oproti ostatním médiím.

11. Nároky HD videa na hardware

V počátcích nebylo HD video dostupné úplně všem. Vysoká cena videokamer a vysoké nároky na hardware odradily nejednoho uživatele. V současnosti je už doba jiná ceny videokamer výrazně klesly a s nimi i ceny hardware, nutného pro editaci HD videa. Dnešní stolní počítače v ceně okolo 15 000 Kč nabízí dostatečný výkon pro jeho editaci, pozadu nezůstávají ani notebooky. Už za cenu okolo 20 000 Kč si můžeme pořídit notebook, dostatečně výkonný pro střih videa ve vysokém rozlišení. Ovšem střih na notebooku neprobíhá úplně plynule, důvodem je především harddisk s nízkými otáčkami (pouze 5400 ot/min). Pokud si tedy budeme pořizovat počítač na střih, je dobré dát přednost stolnímu, investovat do dvou pevných disků a využít je v RAID 1 (dva pevné disky fyzicky, pouze jeden logicky, získáme tak vyšší výkon)

12. Závěr

V předchozích kapitolách jsme si ve stručnosti představili jednotlivá média, princip činnosti a jejich klady a zápory. Jak ale z předchozích kapitol vyplývá, každé médium má oproti jiným nějaké nevýhody nebo naopak výhody. Nelze tedy jednoznačně říci, co je v současné době nejlepší nebo kam bude vývoj směřovat. Každý z uživatelů má jiné požadavky a jiné nároky na samotné záznamové médium. Pojďme si tedy ve stručnosti zhodnotit jednotlivá média a určit si cílovou skupinu uživatelů.

Dovolil bych si začít nejprve zvolením rozlišení videa. V tomto případě není nutné nijak sáhodlouze diskutovat a porovnávat jaké rozlišení je lepší. V tomto případě za sebe můžeme nechat mluvit čísla, jednoduše platí, že šířka obrazu 1920 pixelů je víc než 720 pixelů. Vysokém rozlišení pomalu odsunuje standardní rozlišení do zapomnění. HD je jednoduše fonémem dnešní doby. Vysoké rozlišení nabízí dobře prokreslený obraz v porovnání se standardním rozlišením. Aby také ne, když je HD obraz složen z více jak 2 miliónů pixelů oproti 414 720 pixelům obrazu SD. Jednoduše řečeno HD nabízí obraz 5x

prokreslenější než SD. Ještě před několika lety byl největším nepřítelem HD videa nevykonný hardware. Technologický vývoj je ale nezastavitelný a v dnešní době si můžeme sestříhat vlastní video v HD rozlišení i na notebooku s pořizovací cenou do 20 000 Kč. Z výše popsaných faktů si každý určitě udělá jednoznačný závěr. Při výběru videokamery by měl každý z nás bez váhání sáhnout po HD modelu. Koupě SD kamery by byl v současné době krok zpět.

Co se týče samotných záznamových médií začněme stejně jako v této práci magnetickými pásky. Magnetické pásky, i přes mnohé nevýhody jako je třeba lineární záznam nebo zdlouhavé přehrávání do počítače, mají i své zatím nedosažitelné výhody. Tou je především možnost zaznamenávat jak SD tak i HD video na stejný typ pásky, při vysokých datových tocích. Tento fakt přivítají především profesionální filmaři, kterým jsou kamery ukládající záznam zejména na miniDV kazety určeny. Tím se řídí i výrobci videokamer, kteří čím dál častěji nabízí pouze profesionální stroje a levnější videokamery určené amatérům osazují jinými záznamovými médii.

Jedním z nich může být například DVD, přesněji řečeno miniDVD. Tento formát je ale v současné době z celé čtveřice asi nejméně používaným. Důvodem je mnoho jeho záporů, mezi které patří především velice nízká kapacita záznamového média, váha kamery, která se odvíjí od váhy mechaniky nebo v neposlední řadě vyšší spotřeba energie. Na druhou stranu ale nabízí jednoduchost při přehrávání záznamu. DVD z kamery stačí vyjmout, vložit do stolního DVD přehrávače a natočené video můžeme jednoduše zhlédnout. Proto je dobré doporučit DVD kameru zejména uživatelům, kteří nebudou mít zájem zaznamenané video nijak editovat. Pro ostatní uživatele nemá toto záznamové médium žádný význam.

Amatérští filmaři asi nejvíce ocení harddiskové a flash kamery. A to především díky kapacitě záznamového média, možnosti editovat video přímo v kameře nebo jednoduchosti při přehrávání záznamu do počítače. Pokud by jsme měli doporučit konkrétní médium, záleží na požadavcích uživatele. Pokud hledá

kameru s opravdu vysokou kapacitou záznamového média, měl by sáhnout po HDD kameře, pokud ale spíše hledá kameru s nízkou energetickou spotřebou a odolnou vůči otřesům, měl by volit flash kameru.

Výhody obou výše popsaných médií můžeme skloubit pořízením si kamery ukládající záznam na SSD disk. Záporům ale bude vyšší cena.

Před výběrem nové digitální videokamery je nejprve nutné si zvolit své priority, kterými může být energetická spotřeba, kapacita, obrazová kvalita nebo v neposlední řadě i cena. Po určení priorit by se nám měl výběr zúžit maximálně na dvě záznamová média.

13. Zdroje

[1] Stručná historie filmu od počátku do Druhé světové války, http://is.muni.cz/th/52254/ff_m/1772992/priloha4.doc

[2] Filmový pás, http://cs.wikipedia.org/wiki/Filmov%C3%BD_p%C3%A1s

[3] Jan Uhlíř, Technika ochrany objektů, III. díl, ISBN 80-7251-235-1

[4] CCD čipy, <http://ccd.mii.cz/art?id=303&lang=405>

[5] Proč jsou lepší tříčipové digitální videokamery, http://technet.idnes.cz/proc-jsou-lepsi-tricipove-digitalni-videokamery-f65/tec_video.asp?c=A050131_161404_digital_psp

[6] Digitál pod lupou - snímací čip, http://www.azfoto.cz/informace/digital_pod_lupou/snimaci_cip

[7] Co je to CMOS, <http://www.digineff.cz/cojeto/cmos/cmos.html>

[8] Fotomobily,,: snímací čipy, CMOS vs. CCD, http://www.digimanie.cz/art_doc-67BCCD2DF7A9F53EC125763F0044663D.html

[9] NTSC, <http://cs.wikipedia.org/wiki/NTSC>

- [10] PAL, <http://cs.wikipedia.org/wiki/PAL>
- [11] HDV, <http://en.wikipedia.org/wiki/HDV>
- [11] HDTV, http://cs.wikipedia.org/wiki/High-definition_television
- [12] MPEG-2, <http://cs.wikipedia.org/wiki/MPEG-2>
- [13] Tomáš Závodný, Bakalářská práce: Videokodeky a videoformáty, <http://www.fi.muni.cz/~xpavlov/xml/examples/bc3/bc3.rtf>
- [14] MPEG-4, <http://www.digizone.cz/slovnicek/mpeg-4/>
- [15] MP4, <http://cs.wikipedia.org/wiki/MP4>
- [16] Není všechno zlato co je AVCHD, http://www.digimanie.cz/art_doc-BDC53D856C2CFF97C125720A003BBAAE.html
- [17] AVCHD, <http://en.wikipedia.org/wiki/AVCHD>
- [18] Quicktime, http://en.wikipedia.org/wiki/.mov#QuickTime_file_format
- [19] Vzorkovací frekvence, <http://slovníkmidi.info/vyklad/792/>
- [20] Magnetická páska, http://cs.wikipedia.org/wiki/Magnetick%C3%A1_p%C3%A1ska
- [21] Videotape, <http://en.wikipedia.org/wiki/Videotape>
- [22] VHS, <http://cs.wikipedia.org/wiki/VHS>
- [23] Digital 8, <http://en.wikipedia.org/wiki/Digital8>
- [24] Digital 8 video format, <http://www.mediacollege.com/video/format/8mm/digital8.html>

- [25] Betacam ,<http://en.wikipedia.org/wiki/Betacam>
- [26] Peter Ward, Basic Betacam Camera Work, ISBN 0-240-51604-4,
<http://books.google.cz/books?id=5jAW4ljcPK0C&printsec=frontcover&dq=betacam&cd=1#v=onepage&q&f=false>
- [27] Jon Fauver, DVCAM, ISBN 0-240-80480-5,
http://books.google.cz/books?id=5Ge0i3a-NBgC&printsec=frontcover&dq=betacam&source=gbs_similarbooks_s&cad=1#v=onepage&q=betacam&f=false
- [28] DV, <http://en.wikipedia.org/wiki/DV>
- [29] DVD, <http://en.wikipedia.org/wiki/DVD>
- [30] Následovníci kompaktních disků, <http://www.root.cz/clanky/nasledovnici-kompaktnich-disku-dvd/>
- [31] Vývoj optických pamětí od DVD po Blu-ray,
<http://www.root.cz/clanky/vyvoj-optickyeh-pameti-od-dvd-k-blu-ray/>
- [32] Ing. David Buchtela, Ing. Dana Vynikářová, Vypočetní systémy cvičení, ISBN 978-80-213-1490-0
- [33] Historie HDD, <http://wectomy.7x.cz/historie-hdd-pevny-disk>
- [34] Historie a trendy v oblasti pevných disků,
<http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2003/xkumpost.htm>
- [35] Pevný disk, http://cs.wikipedia.org/wiki/Pevn%C3%BD_disk
- [36] Mark Minasi, Pevné disky od A až do Z, ISBN 80-85623-35-8
- [37] Flash paměti, fenomén dneška, http://www.svethardware.cz/art_doc-D5474F7D742D5908C125674200319ADE.html

- [38] Flash paměti, http://cs.wikipedia.org/wiki/Flash_pam%C4%9B%C5%A5
- [39] Malé velké karty, časopis CHIP 04/2010
- [40] SSD disky – budoucnost?, <http://digitalne.centrum.cz/ssd-disky-budoucnost/>
- [41] SSD disky, http://cs.wikipedia.org/wiki/Solid-state_drive
- [42] Red one kamera, <http://www.muymac.cz/art/periferie/red-one-kamera.html>
- [43] Oficiální web společnosti Red, <http://www.red.com/>