STANDARDY ZAPISU I TRANSMISJI OBRAZU

DR INŻ. PIOTR ODYA
KATEDRA SYSTEMÓW MULTIMEDIALNYCH

1

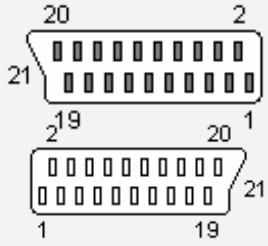
POŁĄCZENIA ANALOGOWE

- **composite**
  - zespolony sygnał wizji – luminancja+chrominancja
  - najczęściej na złączu cinch, BNC
- **s-video**
  - luminancja i chrominancja rozdzielone
  - własne złącze, zbliżone do PS/2 – Mini-DIN, spotykana także wersja 7-pinowa i połączenia 2xBNC

- **RGB**
  - składowe RGB przesyłane oddzielnie
  - SCART, 3xcinch, D-SUB (VGA), 3xBNC
- **YUV/YCbCr/YPbPr**
  - składowe luminancji i chrominancji przesyłane oddzielnie
  - możliwość przesyłania sygnałów HD
  - 3xcinch, 3xBNC, czasem SCART

2

SCART/EURO/EUROZŁĄCZE

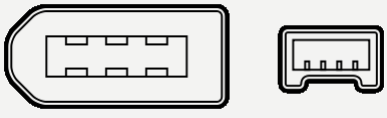


Pin	Opis	Poziom sygnału	Impedancja
1	Audio Out Right	0.5 V rms	<1k ohm
2	Audio In Right	0.5 V rms	>10k ohm
3	Audio Out Left + Mono	0.5 V rms	<1k ohm
4	Audio Ground		
5	RGB Blue Ground		
6	Audio In Left + Mono	0.5 V rms	>10k ohm
7	RGB Blue In	0.7 V	75 ohm
8	Audio/RGB switch / 16:9		
9	RGB Green Ground		
10	Data 2: Clockpulse Out (Unavailable ??)		
11	RGB Green In	0.7 V	75 ohm
12	Data 1: Data Out (Unavailable ??)		
13	RGB Red Ground		
14	Data Ground		
15	RGB Red In / Chrominance	0.7 V (Chrom.: 0.3 V burst)	75 ohm
16	Blanking Signal	1-3 V=RGB, 0-0.4 V=Composite	75 ohm
17	Composite Video Ground		
18	Blanking Signal Ground		
19	Composite Video Out	1 V	75 ohm
20	Composite Video In / Luminance	1 V	75 ohm
21	Ground/Shield (Chassis)		

3

POŁĄCZENIA CYFROWE

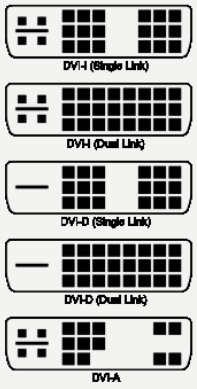
- **DV – FireWire**
  - używany do transferu danych A/V z kamer cyfrowych (DV, Digital-8, HDV)
  - przepływność – 25Mbit/s (standard FW 400, 800Mbit/s)
  - przesyłanie także danych sterujących pracą kamery lub magnetowidu
  - dwa typy złącza – 6 i 4 piny
    - w kamerach amatorskich wyłącznie wersja 4-pinowa
    - w kamerach profesjonalnych – wersja 6-pinowa
  - teoretycznie **hot plug**



4

POŁĄCZENIA CYFROWE

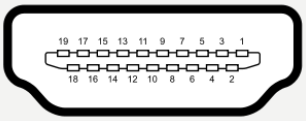
- DVI (*Digital Visual Interface*)
  - cyfrowy przesył **nieskompresowanych danych wideo** (choć istnieją wersje analogowe)
  - zastępuje złącze D-SUB
  - maksymalna przepływność: 3,7Gbit/s (tryb single link)
  - maksymalna długość: 4,6 m
  - możliwość przesyłania dźwięku - poza standardem



5

POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*)
  - jak DVI + dźwięk
  - obowiązkowa obsługa sRGB (8 bit) przez wszystkie urządzenia
    - YCbCr (4:4:4 lub 4:2:2) jest opcjonalne
  - zaimplementowane zabezpieczenia przed kopiowaniem – HDCP (*High-bandwidth Digital Content Protection*)
  - obsługa CEC (*Consumer Electronic Control*) – sterowanie pracą urządzeń
  - sygnał foniczny aż do 8 kanałów w PCM: 192 kHz; 24 bity
  - maksymalna długość: typowo ok. 5 m, przy zastosowaniu kabli o mniejszym tłumieniu: 12-15 m, przy użyciu światłowodów: 100 m (i więcej)



6

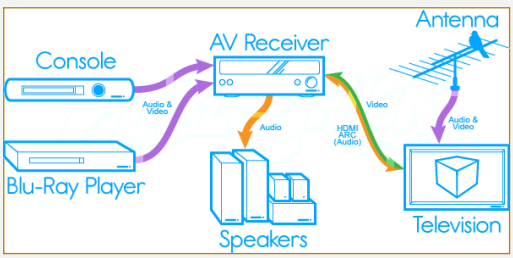
POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*)
  - wersja 1.0 – rok 2002
    - pasmo wideo do 4 Gbit/s - 1080p60 (lub 1600x1200)
  - wersja 1.3 – rok 2006
    - pasmo wideo do 10,2 Gbit/s - do 2560x1600p60
    - strumienie audio łącznie z Dolby TrueHD, DTS-HD Master Audio
    - zapewnia synchronizację strumieni A/V

7

POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*)
  - wersja 1.4 – rok 2009
    - zwrotny kanał audio
    - kanał Ethernet (100Mbit/s)
    - obsługa 3D – maks. 1080p24 (od wersji 1.4b - 1080p120)
    - maksymalna rozdzielczość 4096x2160 @ 24Hz



Źródło: http://www.cablechick.com.au

8

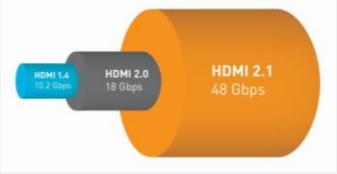
POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- HDMI 2.0 – rok 2013
  - kompatybilny wstecznie z wersją 1.x
    - identyczny elektrycznie
  - zwiększenie przepływności do 18Gbit/s
  - obsługa rozdzielczości do 4k@50/60Hz
  - obsługa do 32 kanałów dźwiękowych
  - obsługa 3D dla 4k (@24Hz)
  - przesyłanie dwóch strumieni wizyjnych jednocześnie
  - przesyłanie czterech strumieni fonicznych jednocześnie
  - obsługa formatu 21:9
  - obsługa HDR

9

POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- HDMI 2.1 (01-2017)
  - maksymalna rozdzielczość – 10k@120Hz
  - maksymalna przepływność 48Gbit/s (10x więcej niż w 1.0)



  - **dla rozdzielczości wyższych niż 4k 60Hz 8bit wymagany nowy kabel!**

10

POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- HDMI 2.1 (01-2017)

	8-bit	10-bit	12-bit	16-bit
4K 24-60fps	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:0
4K 100|120fps	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:0
5K 24-60fps	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:0
5K 100|120fps	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:0
8K 24-30fps	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:0
8K 48-60fps	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:0
8K 100|120fps	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	4:2:2 | 4:2:0	4:2:2 | 4:2:0	4:2:0
10K 24|25|30fps	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:0
10K 48|50|60fps	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	RGB | 4:4:4 4:2:2 | 4:2:0	4:2:0
10K 100|120fps	4:2:0	4:2:0	4:2:0	–

Formats in RED require Display Stream Compression (DSC)

11

POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- HDMI 2.1 (01-2017)
  - zaawansowana obsługa HDR (dynamiczny HDR)

SDR

Static HDR

Dynamic HDR

12

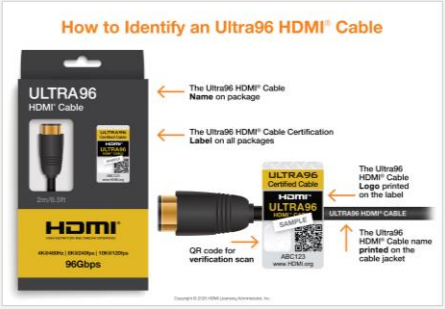
POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- HDMI 2.1 (01-2017)
  - Variable Refresh Rate (VRR) - obsługa zmiennej liczby kl./s
  - Quick Media Switching (QMS) - redukcja czasu przełączania pomiędzy źródłami
  - Quick Frame Transport (QFT) - płynniejszy obraz w grach
  - Auto Low Latency Mode (ALLM) - automatyczne dopasowywanie dźwięku i obrazu
  - eARC - obsługa większych przepływności oraz obiektów dźwiękowych w kanale zwrotnym
  - maks. 32 kanały audio przy częst. próbk. 192 kHz i 24 bitach (maks. 1536 kHz)

13

POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- HDMI 2.2 (06-2025)
  - maksymalna przepływność 96Gbit/s
  - maksymalna rozdzielczość – 12k@120Hz i 16k@60
  - obsługa trybów 8K@60/4:4:4 oraz 4K@240/4:4:4 (dla 10-bitów i 12-bitów
  - Latency Indication Protocol – poprawa synchronizacji dźwięku i obrazu
  - nowy kabel: oznaczony jako ULTRA96
  - HDMI Cable Power pozwala na zasilanie aktywnych kabli
  - usprawnienia w pozostałych trybach

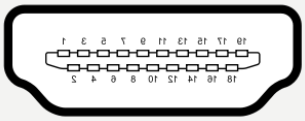


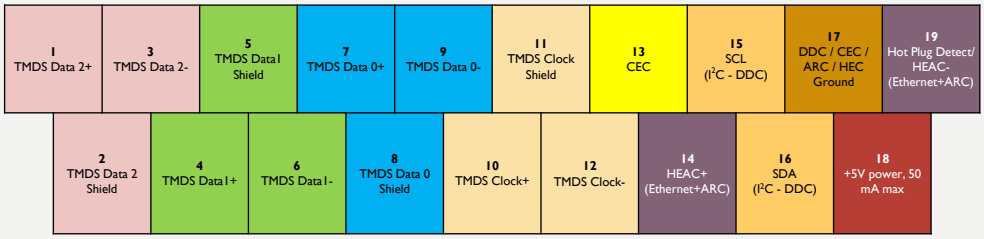
źródło: https://www.hdmi.org/

14

POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*)

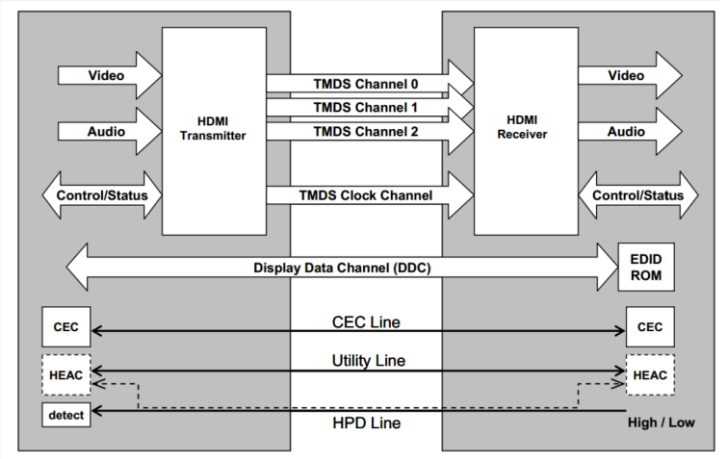




15

POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

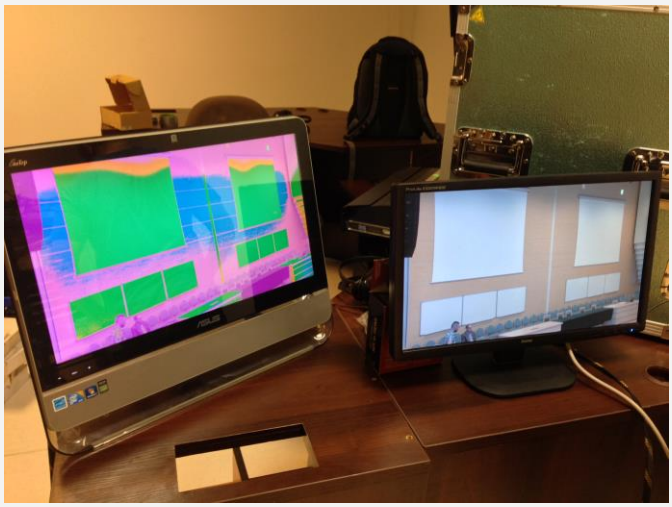
- HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*)



źródło: http://www.usb.org/developers/presentations/USB_DevDays_Hong_Kong_2016_-_HDMI_Alt_Mode_USB_Type-C.pdf

16

POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

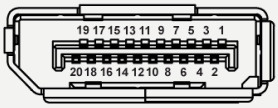


17

POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

18

POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE



- DisplayPort
  - obecnie wersja 2.1b (od stycznia 2025)
  - transmisja danych zbliżona do USB
  - w założeniu lepsze parametry niż HDMI + kompatybilność ze starymi standardami
  - do wersji 1.4 maksymalna przepływność do 32,4Gbit/s (25,92 Gbit/s do wykorzystania)
  - od wersji 2.0 maksymalna przepływność do 80Gbit/s (77,37 Gbit/s do wykorzystania)
  - możliwość obsługi do 63 ekranów za pomocą jednego złącza
  - długość kabla co najmniej 15 metrów bez problemu (nie dotyczy najnowszych specyfikacji

20

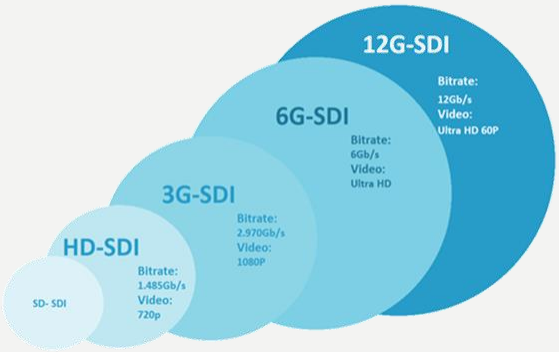
POŁĄCZENIA CYFROWE

- SDI (*Serial Digital Interface*)
  - standard profesjonalny, wykorzystywany przez nadawców telewizyjnych
  - przesyłanie nieskompresowanych danych wizyjnych wraz z towarzyszącym dźwiękiem (do 16 kanałów PCM: 48kHz, 24 bity)
  - wykorzystanie kabli koaksjalnych i złącz BNC
  - maksymalna długość kabla: 100 m dla HD i 300 m dla SD

23

POŁĄCZENIA CYFROWE

- SDI (*Serial Digital Interface*) - wersje
  - 3G-SDI (2006)
    - 2,97Gbit/s
    - maks. 1080p60
  - 6G UHD-SDI (2015)
    - 6Gbit/s
    - maks. 1080p120, 2160p30
  - 12G UHD-SDI (2015)
    - 12Gbit/s
    - maks. 2160p60
  - 24G UHD-SDI (2020)
    - 24Gbit/s
    - maks. 2160p120, 4320p30



źródło: https://www.barco.com/en/support/knowledge-base/2194-what-is-12gsdi-and-what-cables-can-be-used

24

POŁĄCZENIA CYFROWE

- Dante AV
  - uzupełnienie standardu Dante o transmisje obrazu
  - maks. 4k60 z kompresją bezstratną opartą na JPEG2000
  - niezależny routing sygnałów audio i wideo
  - bezproblemowa integracja z istniejącymi urządzeniami Dante

27

NOŚNIKI

DV/DVCAM

miniDV/
miniDVCAM/
miniHDV

Video-8/Hi-8/
/Digital 8

VHS-C/
S-VHS-C

VHS/
S-VHS/ADAT

29

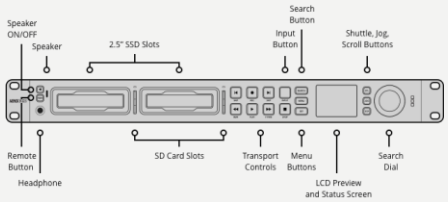
REJESTRACJA OBRAZU

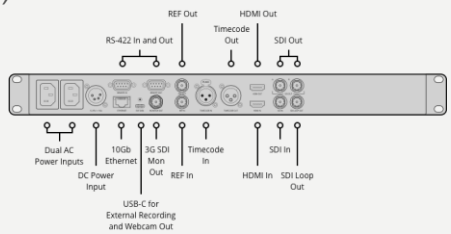
- rejestratory Blackmagic Video Assist
  - zapis na dwóch kartach pamięci SD lub na dysku SSD z użyciem USB-C
  - praca w trybie „wirtualnej kamery” (maks. 1080p)
  - zasilanie także bateryjne
  - obsługa 4k@60
  - obsługa HDR
  - małostratne kodeki (ProRes lub DNx)
  - niewielkie rozmiary
  - cena: ok. 4000 zł

30

REJESTRACJA OBRAZU

- rejestratory Blackmagic HyperDeck Studio 4K Pro
  - zapis na kartach pamięci SD lub dyskach SSD
  - podwójne zasilanie
  - obsługa 4k@60
  - obsługa HDR
  - kodeki małostratne oraz h.264 i h.265 (dla 4k)
  - cena: ok. 10000 zł





31

FORMATY BIEŻĄCE

XAVC

- XAVC (SONY)
  - zapis materiału w rozdzielczości 4K/HD przy 12-/10-/8-bitowym próbkowaniu koloru i podpróbkowaniu chrominancji w standardzie 4:4:4/4:2:2/4:2:0
  - zapis na dedykowanych kartach pamięci
  - kontener MXF

Range	Resolution	Frame Rate	Colour	Max Bitrate	Intra / Long
4K	4096x2160 3840x2160	23.98p to 59.94p	4:2:0/8bit to 4:4:4/12 bit	960Mbps	Intra Long
HD	2048x1080 1920x1080 1440x1080 1280x720	23.98p to 59.94p 50i/59.94i	4:2:0/8bit to 4:4:4/12bit	440Mbps	Intra Long
Proxy		23.98p to 59.94p	4:2:0/8bit	28Mbps	Long

40

Professional Equipment Recording Formats

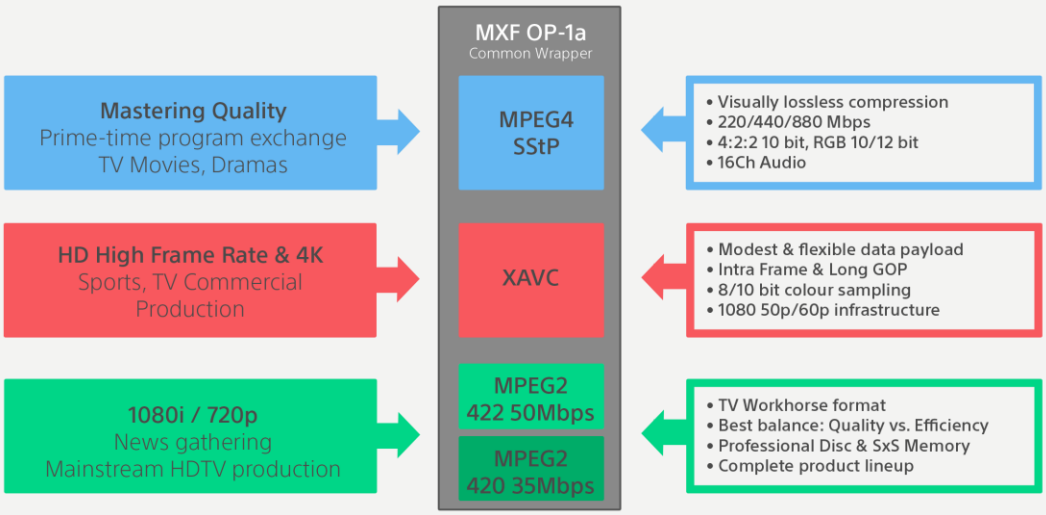
Resolution	Format	Intra/Long	Color Sampling	Bit Depth	Bitrate (60i/30P)	Extension	Main Device Brand
4K	RAW	-	-	16bit	2.4Gbps (F65) / 1.2Gbps (F55/FS)	.mxf	XDCAM
4K	XAVC Intra (MPEG-4 AVC/H.264)	Intra	4:2:2	10bit	300Mbps	.mxf	XDCAM
4K	XAVC Long (MPEG-4 AVC/H.264)	Long GOP	4:2:0	8bit	100Mbps	.mxf	XDCAM
HD	SStP (MPEG-4 SStP)	Intra	4:4:4 / 4:2:2	12bit / 10bit	880 / 440 / 220Mbps	.mxf	SRMASTER / XDCAM
HD	XAVC Intra (MPEG-4 AVC/H.264)	Intra	4:2:2	10bit	111Mbps	.mxf	XDCAM
HD	XAVC Long (MPEG-4 AVC/H.264)	Long GOP	4:2:2	10bit	50 / 35 / 25Mbps	.mxf	XDCAM
HD	MPEG HD422 (MPEG-2 422P@HL)	Long GOP	4:2:2	8bit	50Mbps	.mxf	XDCAM
HD	MPEG HD420 (MPEG-2 MP@HL/H14)	Long GOP	4:2:0	8bit	35 / 25Mbps	.mxf / .mp4	XDCAM
HD	XAVC S (MPEG-4 AVC/H.264)	Long GOP	4:2:0	8bit	50Mbps	.mp4	NXCAM
HD	AVCHD (MPEG-4 AVC/H.264)	Long GOP	4:2:0	8bit	24Mbps	.m2ts	NXCAM

Consumer Equipment Recording Formats

Resolution	Format	Intra/Long	Color Sampling	Bit Depth	Bitrate (60i/30P)	Extension	Main Device Brand
4K	XAVC S (MPEG-4 AVC/H.264)	Long GOP	4:2:0	8bit	100Mbps	.mp4	HANDYCAM Alpha
HD	XAVC S (MPEG-4 AVC/H.264)	Long GOP	4:2:0	8bit	50Mbps	.mp4	HANDYCAM Alpha
HD	AVCHD (MPEG-4 AVC/H.264)	Long GOP	4:2:0	8bit	24Mbps	.m2ts	HANDYCAM Alpha

41

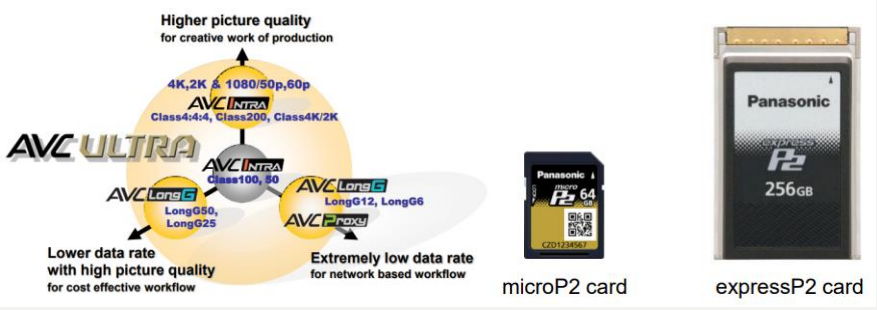
FORMATY BIEŻĄCE



43

FORMATY BIEŻĄCE

- AVC-ULTRA
  - rodzina kodeków opracowanych przez Panasonica
  - bazują na H.264
  - kontener: MXF
  - zapis na dedykowanych kartach pamięci (miniP2, expressP2)



FORMATY BIEŻĄCE

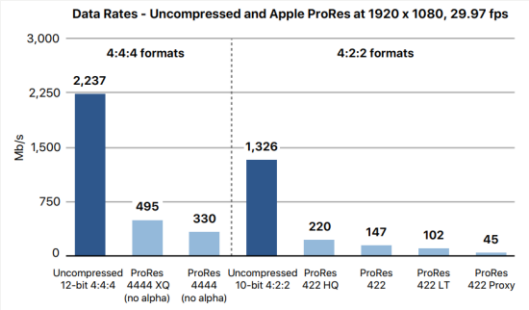
- AVC-ULTRA

Codec	Compression Format						File format	Approximate Video Rate (bps)							
								1080			720			1080	
	Class	Color sample	Bit depth	Full resolu-tion	Intra/ Long	CBR/ VBR		23.98p 24p	25p 29.97p	59.94i 50i	23.98p 24p	25p 29.97p	59.94p 50p	59.94p 50p
AVC-INTRA	4:4:4	4:4:4	12bit	Yes	Intra	VBR	MXF	180M	220M					440M
	200	4:2:2	10bit	Yes	Intra	CBR	MXF	178M	226M	226M			226M	452M
	100	4:2:2	10bit	Yes	Intra	CBR	MXF	89M	111M	111M	44M	56M	111M	222M
	50	4:2:0	10bit	No	Intra	CBR	MXF			54M			54M	
AVC-LongG	G50	4:2:2	10bit	Yes	Long	VBR	MXF	50M	50M	50M			50M	
	G25	4:2:2	10bit	Yes	Long	VBR	MXF	25M	25M	25M			25M	50M
	G12	4:2:0	8bit	Yes	Long	VBR	MXF/mov			12M			12M	24M
	G6	4:2:0	8bit	Yes	Long	VBR	MXF/mov			6M			6M	12M
AVC-Proxy	G6	4:2:0	8bit	Yes	Long	VBR	mov	6M						
	SHQ	4:2:0	8bit	No	Long	VBR	mov	3.5M						
	HQ	4:2:0	8bit	No	Long	VBR	mov	1.5M						
	LOW	4:2:0	8bit	No	Long	VBR	mov	800k						

Codec	Compression Format					File format	Approximate Video Rate (bps)					
							2048x1080			4096x2160 3840x2160		
	Class	Color sample	Bit depth	Intra/ Long	CBR/ VBR		23.98p 24p	25p 29.97p	59.94p 50p	23.98p 24p	25p 29.97p	59.94p 50p
AVC-INTRA	4K4:4:4	4:4:4	12bit	Intra	VBR	MXF				640M	800M	
	4K4:2:2	4:2:2	10bit	Intra	VBR	MXF				320M	400M	800M
	2K4:4:4	4:4:4	12bit	Intra	VBR	MXF	180M	220M	440M			
	2K4:2:2	4:2:2	10bit	Intra	VBR	MXF	90M	110M	220M			

FORMATY BIEŻĄCE

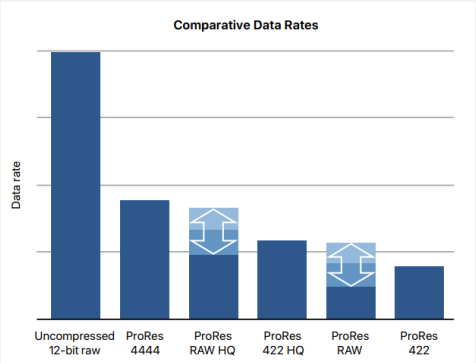
- Apple ProRes
  - popularna rodzina kodeków obsługujących rozdzielczości do 8k
  - tworzone z myślą o dużej szybkości działania
  - bazują na DCT
  - tylko ramki I
  - VBR



46

FORMATY BIEŻĄCE

- Apple ProRes RAW (HQ)
  - wykorzystuje dane z sensorów kamery w celu umożliwienia łatwiejszego kolorowania oraz dla zachowania wyższej jakości



47

FORMATY BIEŻĄCE

- Cineform
  - przejęty przez GoPro
  - open source (https://gopro.github.io/cineform-sdk/)
  - jeden z niewielu kodeków używających kompresji falkowej
  - kompresja typowo między 10: 1 a 4:1
  - obsługa rozdzielczości do 8k (w tym 360 stopni), kwantyzacja 10 i 12 bitów, podpróbkowanie 4:2:0, 4:4:4
  - obsługa RAW
  - obsługa 3D

48