

STANDARDY ZAPISU I TRANSMISJI OBRAZU

DR INŻ. PIOTR ODYA
KATEDRA SYSTEMÓW MULTIMEDIALNYCH

1

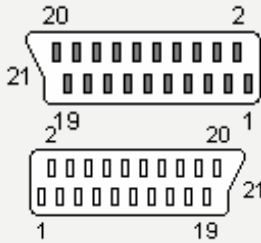
POŁĄCZENIA ANALOGOWE

- **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



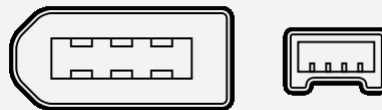
Pin	Opis	Poziom sygnału	Impedancja
1	Audio Out Right	0.5 V rms	<1k ohm
2	Audio In Right	0.5 V rms	>10k ohm
3	Audio Out Left + Mono	0.5 V rms	<1k ohm
4	Audio Ground		
5	RGB Blue Ground		
6	Audio In Left + Mono	0.5 V rms	>10k ohm
7	RGB Blue In	0.7 V	75 ohm
8	Audio/RGB switch / 16:9		
9	RGB Green Ground		
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

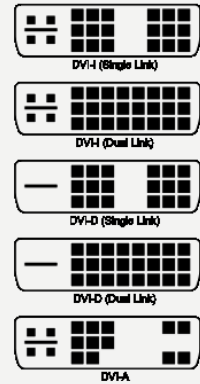
- używany do transferu danych A/V z kamer cyfrowych (DV, Digital-8, HDV)
- przepływność – 25Mbit/s (standard FW 400, 800Mbit/s)
- przesyłanie także danych sterujących pracą kamery lub magnetowidu
- dwa typy złącza – 6 i 4 piny
 - w kamerach amatorskich wyłącznie wersja 4-pinowa
 - w kamerach profesjonalnych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



4

POŁĄCZENIA CYFROWE

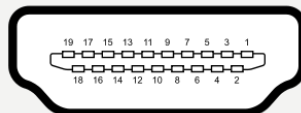
- DVI (*Digital Visual Interface*)
 - cyfrowy przesył **nieskompresowanych danych wideo** (choć istnieją wersje analogowe)
 - zastępuje złącze D-SUB
 - maksymalna przepływność: 3,7Gbit/s (tryb single link)
 - maksymalna długość: 4,6 m
 - możliwość przesyłania dźwięku - poza standardem



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

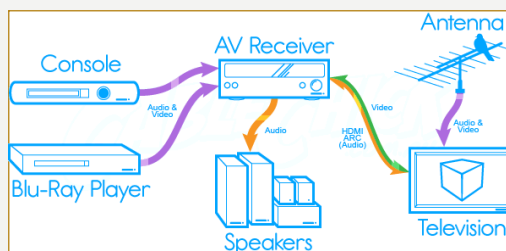
POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- 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

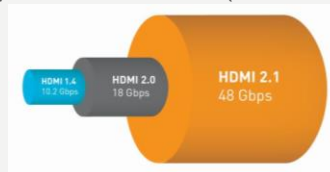
POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- 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

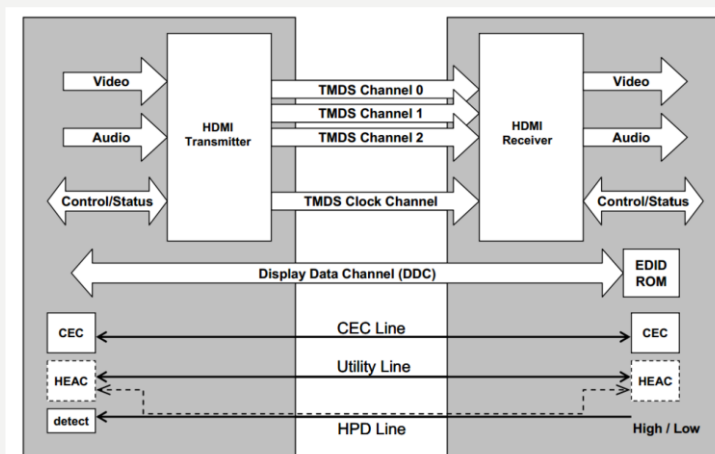
POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- 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 (*High-Definition Multimedia Interface*)

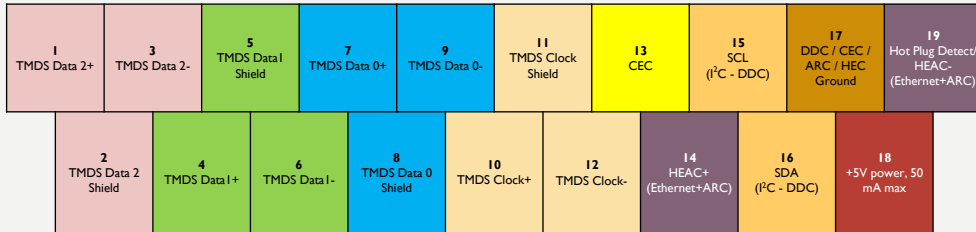
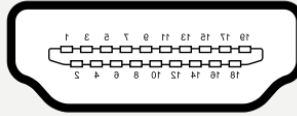


źródło: http://www.usb.org/developers/presentations/USB_DevDays_Hong_Kong_2016_-_HDMI_Alt_Mode_USB_Type-C.pdf

14

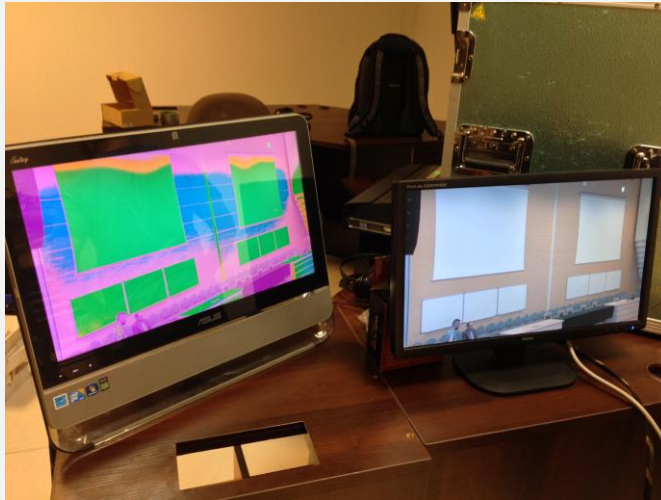
POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*)



15

POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE



16

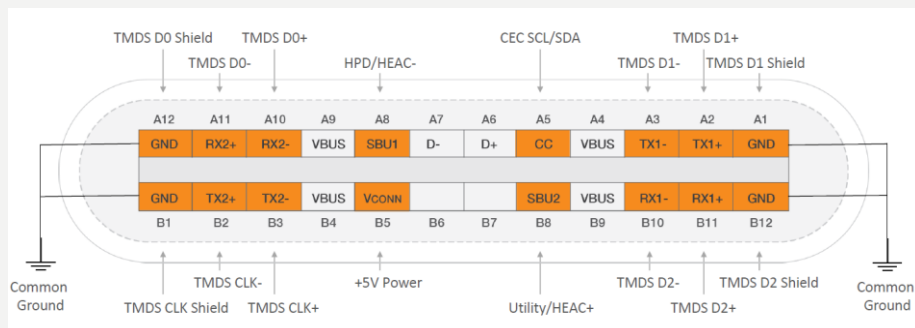
POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE



17

POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- HDMI Alt Mode for USB Type-C
 - wykorzystanie złącza USB-C
 - pełna zgodność z HDMI 1.4b
 - nie są wymagane konwertery

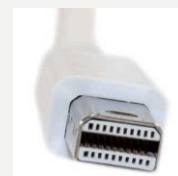
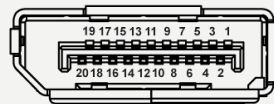


źródło: http://www.usb.org/developers/presentations/USB_DevDays_Hong_Kong_2016_-_HDMI_Alt_Mode_USB_Type-C.pdf

18

POŁĄCZENIA WIZYJNE - CYFROWE

- DisplayPort
 - obecnie wersja 2.1a (od stycznia 2024)
 - 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



19

POŁĄCZENIA CYFROWE

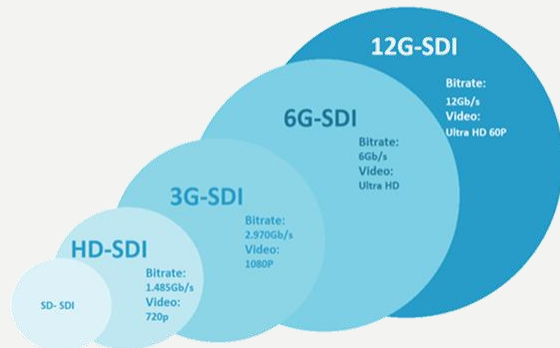
- SDI (*Serial Digital Interface*)
 - standard profesjonalny, wykorzystywany przez nadawców telewizyjnych
 - przesyłanie nieskompresowanych danych wizyjnych wraz z towarzyszącym dźwiękiem (do 16 kanałów PCM: 48kHz, 24 bity)
 - wykorzystanie kabli koaksjalnych i złącz BNC
 - maksymalna długość kabla: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



22

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



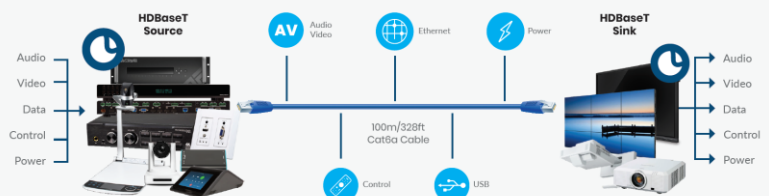
źródło: <https://www.barco.com/en/support/knowledge-base/2194-what-is-12gsdi-and-what-cables-can-be-used>

23

POŁĄCZENIA CYFROWE

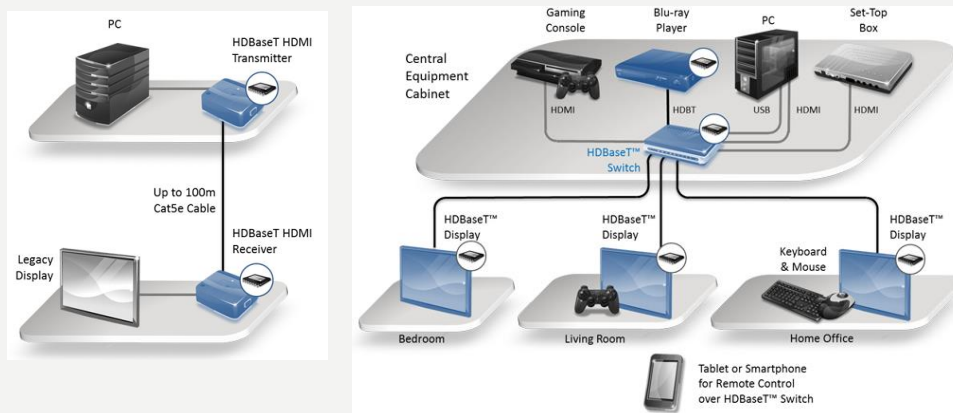


- HDBaseT
 - specyfikacja pojawiła się w 2010 roku
 - współpraca takich firm jak Samsung, LG, Panasonic, Sony, Epson
 - przesyłanie danych A/V, a także zasilania oraz innych sygnałów przez skrętkę (CAT6a) na odległość do 100m
 - maksymalna przepływność: 20 Gbit/s
 - niewielka latencja
 - obsługa 4k, 3D, ARC, CEC itp.
 - obsługa 8k w planach



24

POŁĄCZENIA CYFROWE



źródło: <http://www.hdbaset.org/>

25

POŁĄCZENIA CYFROWE

• Dante AV

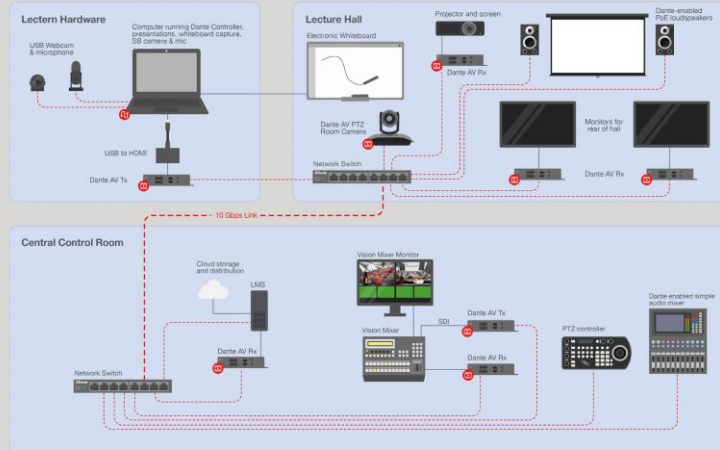
- uzupełnienie standardu Dante o transmisję obrazu
- maks. 4k60 z kompresją bezstratną opartą na JPEG2000
- niezależny routing sygnałów audio i wideo
- bezproblemowa integracja z istniejącymi urządzeniami Dante



26

POŁĄCZENIA CYFROWE

Higher Education Lecture Theatre

connected by
Dante

V 1.0

27

NOŚNIKI

DV/DVCAM

miniDV/
miniDVCAM/
miniHDVVideo-8/Hi-8/
/Digital 8VHS-C/
S-VHS-CVHS/
S-VHS/ADAT

28

REJESTRACJA OBRAZU

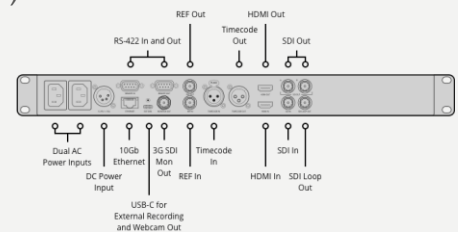
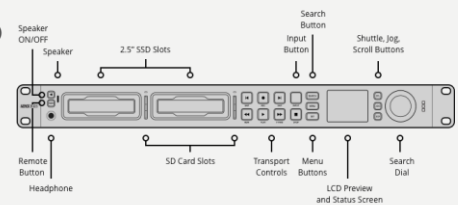
- rejestratory Blackmagic Video Assist
 - zapis na dwóch kartach pamięci SD lub na dysku SSD z użyciem USB-C
 - praca w trybie „wirtualnej kamery” (maks. 1080p)
 - zasilanie także bateryjne
 - obsługa 4k@60
 - obsługa HDR
 - małostratne kodeki (ProRes lub DNx)
 - niewielkie rozmiary
 - cena: ok. 4000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



29

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



30

FORMATY BIEŻĄCE (?)

- HDCAM SR (Superior Resolution)
 - typowy format używany przez stacje telewizyjne do wymiany programów, masteringu i archiwizowania
 - uznaje się, że nie wnosi strat do jakości obrazu
 - 4:2:2 i 4:4:4
 - przepływność wideo: 440Mbit/s (880Mbit/s)
 - kodek MPEG-4 Part 2 Studio Profile
 - tylko ramki typu I
 - 12 kanałów audio (24bity/48kHz)



37

FORMATY BIEŻĄCE

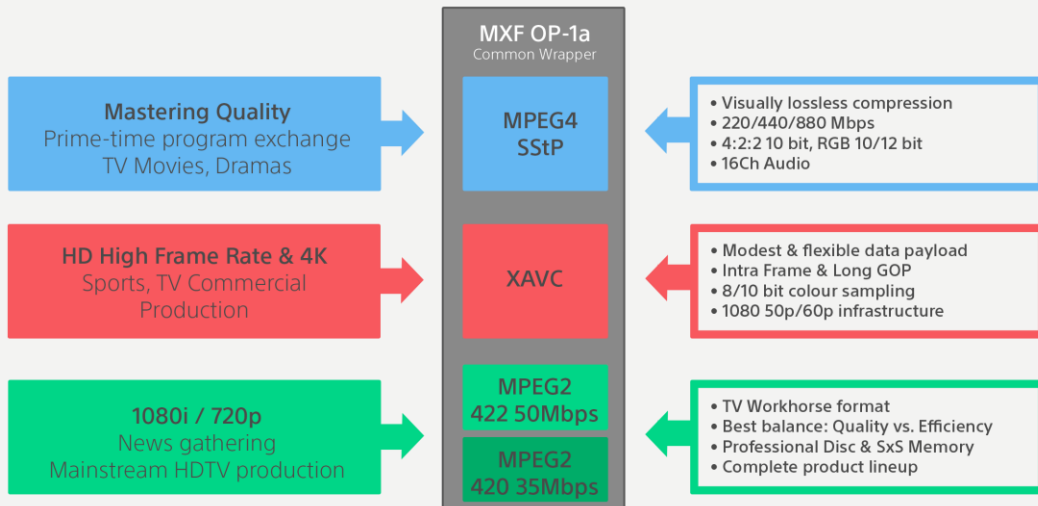
XAVC

- XAVC
 - 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

39

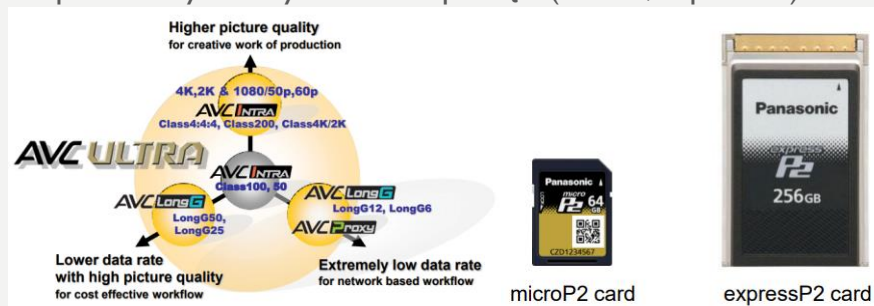
FORMATY BIEŻĄCE



41

FORMATY BIEŻĄCE

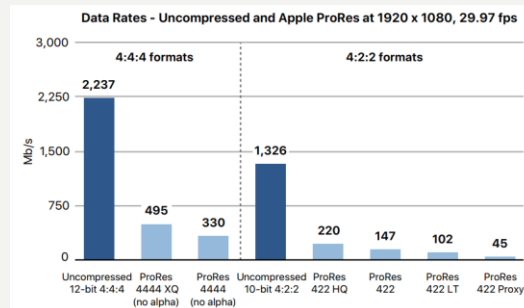
- AVC-ULTRA
 - rodzina kodeków opracowanych przez Panasonic
 - bazują na H.264
 - kontener: MXF
 - zapis na dedykowanych kartach pamięci (miniP2, expressP2)



42

FORMATY BIEŻĄCE

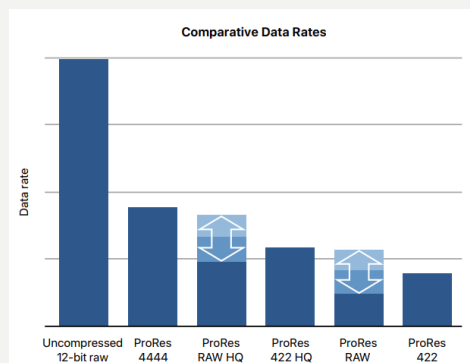
- Apple ProRes
 - popularna rodzina kodeków obsługujących rozdzielczości do 8k
 - tworzone z myślą o dużej szybkości działania
 - bazują na DCT
 - tylko ramki I
 - VBR



44

FORMATY BIEŻĄCE

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



45

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