

Vlastnosti UHD systému a přenos v kabelových sítích

Ing. Jindřich Liszka

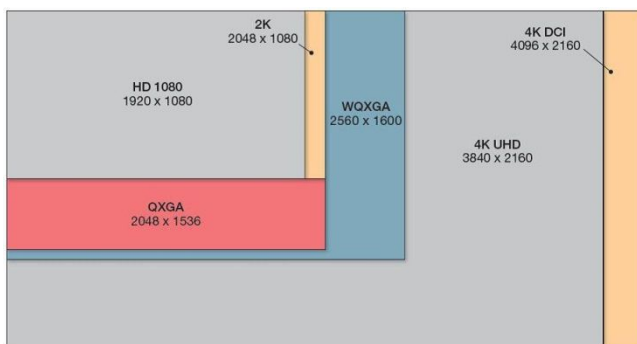
DWP s.r.o., GTT a.s., Praha

Tento článek vychází z prezentace s poněkud pejorativním názvem „OD OMALOVÁNEK K BRILANTNÍMU 8K“, přednesené na konferenci SAKT. Hlavní naplní je názornou formou přiblížit vývoj vysílání v ultra vysokém rozlišení z pohledu jeho vývojových fází, a to i ve srovnání dnes již konečné obvyklého vysílání Full HD. V druhé části jsou zmíněna specifika převodu mezi jednotlivými formáty rozlišení a jejich vlivem na reálnou obrazovou kvalitu. Poslední část v hrubých rysech popisuje odlišnosti distribučního formátu DVB-C2 ve srovnání se stávajícím DVB-C (1).

A. HLAVNÍ ODLIŠNOSTI HD A UHD FORMÁTŮ

1. ROZLIŠENÍ A POMĚRY STRAN OBRAZU

Z pohledu rozlišení HD/UHD vyplývá čtyřnásobný počet zobrazovacích bodů. Tato odlišnost je ale jen prvoplánová, v blízké budoucnosti budou důležité zcela nové postupy v pořízení a zpracování obrazu, tedy jejich vliv na výslednou obrazovou kvalitu.



Při posuzování přenosového formátu je nutné rozlišovat mezi TV formáty (HD, UHD) a kino formáty (2K, 4K), rozdílnost v poměru stran

9:16 (HD 1920x1080; UHD 384x2160) a 17:9 (2K 2048x1080; 4K4096x2160). Nejčastěji používané formáty v TV praxi:

HD 1080i – DVB-S2/MPEG4, 1920x1080, **6 - 18 Mbit/s**

HD 1080p – Bluray přehrávač, 1920x1080, **až 40 Mbit/s**

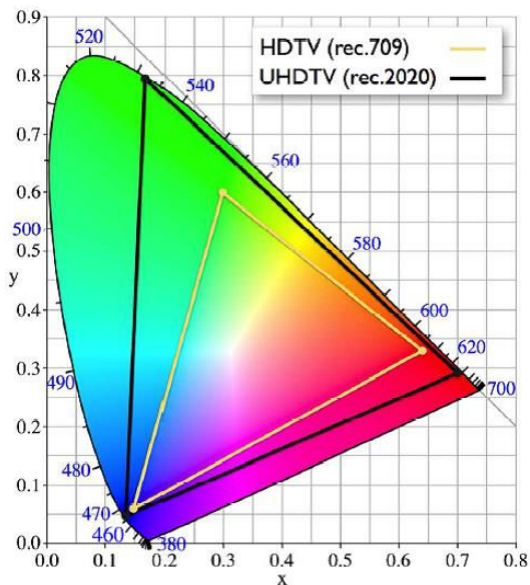
4K UHD – DVB-S2/HEVC, 3840x2160, **20 - 30 Mbit/s**,

4K BD – přehrávač Bluray 4K, 3840x2160, **až 100 Mbit/s**

2. ŠÍŘE PŘENOSU BAREV (GAMUT)

Prvním zásadní změnou v navýšení obrazové kvality bude zásadní rozšíření palety barev (Gamutu) - budou zobrazeny barvy, které současné přenosové formáty a zobrazovače nebyly schopny přenést.

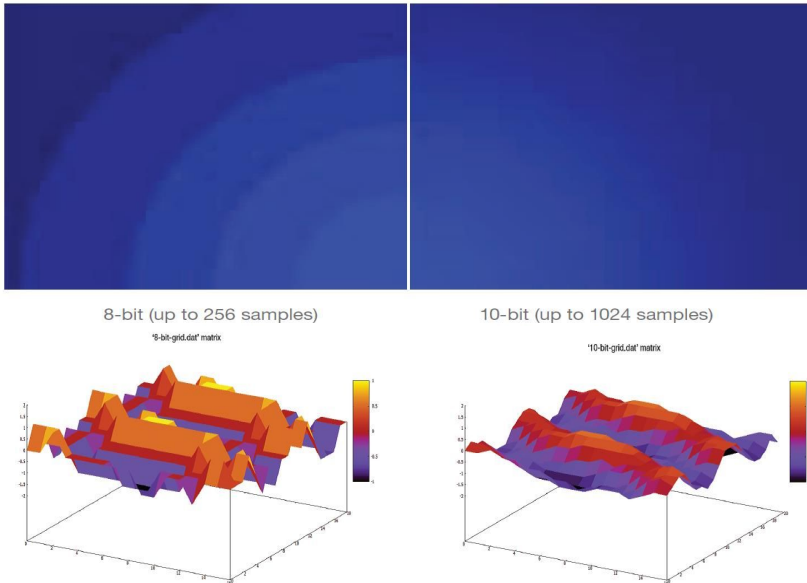
Definice jednotlivých barevných formátů vychází ze tří doporučení ITU (viz také trojúhelníky v grafu): ITU-R BT.2020 pro UHDTV, ITU-R BT.709 pro HDTV a ITU-R BT.601 pro SDTV, přičemž mezi BT.601 a BT.709 se jedná o minimální navýšení barevného podání. Dobrou zprávou je, že se již objevily na trhu první TV přijímače pro systém podle BT.2020.



UHDTV vs HDTV Color Gamuts

3. ZMĚNA VZORKOVÁNÍ Z 8 BIT NA 10 BIT, HDR¹

Čtyřnásobné množství vzorků, tedy 1024 místo současných 256, výrazně eliminuje vznik map při ztemňování obrazu. Dalším přínosem je snížení kvantizačního šumu v obraze, tedy vyšší spojitost signálu a tím i lepší predikce obrazu při kódování.



4. VYŠŠÍ SNÍMKOVÁ FREKVENCE, HFR²

Slouží k zabezpečení ostrého obrazu při pohybu na scéně. Projevují se dva charakteristické jevy - rozmáznutí obrazu nebo stroboskopický efekt.



¹ High Dynamic Range = vysoce dynamický rozsah (zobrazení)

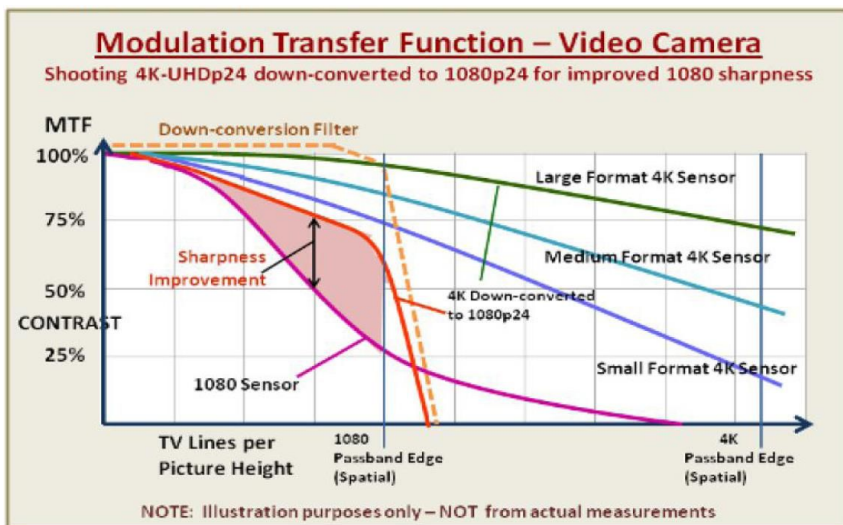
² High Frame Rate = vysoká snímková rychlost

Motion blur (vlevo) – rozostření v pohybu; tento jev lze eliminovat zkrácením expozice (např. na 1/300 s).

Strobe effect (vpravo) – chvění, sekvence v obrazu při pohybu, zvýšení snímkové frekvence na 120 Hz; toto ale znamená také dosti masivní navýšení datového toku.

5. DOWN KONVERZE 4K TO 2K (HD)

Jiný způsob, jak navýšit poměrně zásadně obrazovou kvalitu např. v HD rozlišení, je využití nativního zdroje ve 4K, u kterého se provede down konverze na HD.



Zásadní rozdíl v obrazové kvalitě z Blu-ray disku (BD) se projeví, jestliže zdrojový záznam a zpracování bylo provedeno ve 4K a vysílá se v 1080p (progressive) směrem z BD do TV. Výstižně tuto skutečnost vystihuje graf, kde je tento rozdíl v obrazové kvalitě označen jako Sharpness Improvement (vylepšení ostroty). Tento jev je dán především reálnými vlastnostmi kamer.

6. PŘENOSOVÉ RYCHLOSTÍ - BD vs. FTA ... OTT

Consumer HDTV & 4K-UHD Delivery Chain: 4:2:0 @ 8-bit					
Delivery Vehicle	Format	Transmission Modulation	Video Encoding	Avg. Video compressed Bit-rate	Potential in-Home Large Screen Display Quality
TV Broadcast	1080i60 720p60	ATSC 8-VSB	MPEG-2	10 Mbps	Very good (HD)
Cable TV	1080i60 720p60	QAM	MPEG-2/4	9 Mbps	Very good (HD)
Satellite TV	1080i60 720p60	DVB-S2	MPEG-2/4	9 Mbps	Very good (HD)
OTT HD (Internet)	1080p60 720p60	IP Streaming	MPEG-4 AVC H.264	3 to 5 Mbps	Acceptable to Good (HD) [Netflix, HULU, VUDU etc.]
Blu-ray Disc	1080p24	17PP Disc	AVC/VC-1	36 Mbps	Excellent (HD)
OTT 4K-UHD (Internet)	4K-UHDp30	IP Streaming	HEVC H.265	16 Mbps	Very good
OTT 4K-UHD (Internet)	4K-UHDp60	IP Streaming	HEVC H.265	40 Mbps	Excellent
Blu-ray Disc	4K-UHDp24 (up to p60)	?	HEVC H.265 10-bit	100 Mbps	Excellent (Ultra-HD w/HDR)

Z tabulky distribučních vlastností jednotlivých forem vysílání a z vlastní analýzy vyplývá: vyšší obrazová kvalita (přenosová rychlost) se využívá u celoplošných „FTA“ programů, vůči někdy až výrazně nižší přenosové rychlosti, tedy i obrazové kvalitě, nakupovaných programů do CATV. Ještě níže se dle tabulky nachází IP streaming (OTT služby...).

Jsmo tedy svědky, že některé programy a služby (OTT), za které se navíc platí, jsou již operátorům CATV dodávány v nižší obrazové a datové kvalitě.

7. KODEK HEVC³ (H.265)

Přenosová rychlost UHD programů ve zdrojové DVB-S2 se obvykle pohybuje od 20 do 30 Mbps, přičemž je většinou využíván variabilní bitový tok (VBR). Z tohoto vyplývá velice problematické umístění dvou programů do standardního kanálu v DVB-C, 256-QAM, 51 Mbit/s. Zkušenosti vyplývají z vysílání v sítích společnosti DWP, stanic FunBox 4K (13°E), Fashion 4K (19,2°E) v DVB-C, 256-QAM.

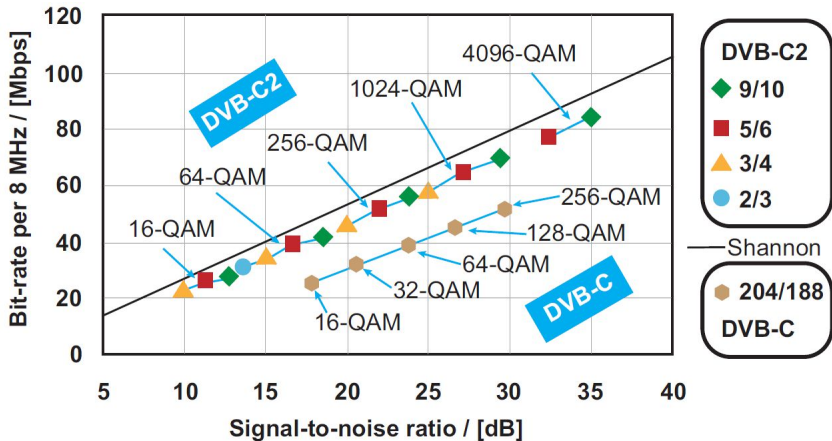
³ High Efficiency Video Coding = vysoce efektivní kódování videa

Zpracování signálu HEVC pro přenos v kabelové síti je zcela bezproblémové (DCM-Cisco, D5-Arris), chování v síti je zcela shodné s MPEG4. Neprojevují a nemohou se ani projevit rozdíly DVB-S/S2.

V prodeji jsou již první UHD přijímače s dekodéry HEVC, v některých případech i s tunerem DVB-C2. Tyto přijímače je nutno vždy otestovat - vznikají paradoxy DVB-S2 – ano, DVB-C – ne, chyby ve firmware.

Je nutno si uvědomit, že dekodéry HEVC mají 10x vyšší požadavek na procesorový výkon u dekodérů, navýšení spotřeby a tepla. Z průzkumu v rozvinutých státech vyplynul interval obnovy TV přijímačů v domácnostech 3,5 (Čína) až 5 let (USA).

Paradoxně vysílání ve 4K potvrzuje nástup HD jako samozřejmost, nikoliv jako marketingový výstřel, jak tomu bylo u 3D.



8. MODULACE DVB-C2 – od 256-QAM k 4096-QAM

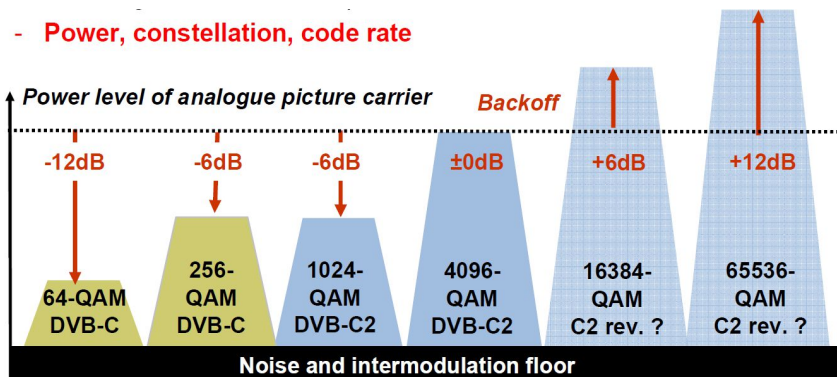
V novém přenosovém systému DVB-C2 budou dosahovat přenosové rychlosti až 85 Mbit/s v 8 MHz kanálu. Změna modulace jedné nosné pomocí QAM na využívání multiplexu COFDM se bude analogicky využívat i u DOCSIS 3.1, struktury přenosu obou systémů jsou téměř shodné. Formát DVB-C2 používá již ověřených metod zabezpečení přenosu LDPC a BCH proti rušení v kanálu jako -S2 a -T2 vs. RS kód u DVB-C. Z grafu můžeme jednoduše vyčíst změny v přenosové rychlosti při stejném SNR v síti.

9. STRATEGIE, ÚROVNĚ SIGNÁLU DVB-C2

Testování přenosu ve formátu DVB-C probíhá v sítích Kabel Deutschland v Berlíně, Hamburgu a Mnichově. Využity jsou modulace 1024-QAM a zabezpečení FEC 3/4, navýšení přenosové kapacity je o 46 %.

Výhledově se předpokládá aplikace širších přenosových kanálů (8x8 MHz) podobně jako u Docsis 3.0. Tento krok bude zásadní změnou v lepší statistickou kombinaci programů ve streamu, především v návaznosti na UHD programy. Z uvedeného vyplývá obezřetnost při nákupu nových nebo použitých výstupních technologií DVB-C. Nové technologie budou pouze s DVB-C2, DVB-C pouze jako starší bude za 10 až 20 % ceny nové technologie.

- Power, constellation, code rate



Dosavadní zvyklost v nastavování úrovní jednotlivých nosných se vztahuje na úroveň analogového TV signálu. V případě DVB-C se 64-QAM nastavuje u nás i v Německu cca -10 dB pod analog, u DVB-C s 256-QAM je to obvykle -6 dB, ve výjimečných případech (problémové části spektra) pak -4 dB pod analog. Výborně posuje tuto problematiku německý předpis ANGA ZVEI.

V případě DVB-C2 je to pak především -6 dB pro 1024-QAM (stávající síť kvalitativně na rozmezí 64-QAM a 256-QAM v DVB-C) a 0 dB u 4096-QAM – platí pro poctivě udržované sítě výhradně s DVB-C a DOCSIS 3.0 s 256-QAM a hromadně nasazenými hlasovými službami VoIP.

10. LITERATURA – DLE KAPITOL

- [1] Extron Electronics: Distributing 4K and UHD Signals in Professional AV Environments 02/03/14
- [2] Fawcett, R.: 4K TV Development Made Easy with the ZynqSoC
- [3,4] Ericsson Whitepaper: Uen 284 23-3266 | November 2015
- [5,6] A JVC Professional Video White Paper issued April 2015 at NAB
- [8] www.dvb.org: DVB Fact Sheet – April 2009
- [9] Jaeger, D.: ANGA Cable 2009