

**RADIOKOMUNIKACE 2016  
PARDUBICE  
18. - 20. 10. 2016**

---

# **Dlouhodobá vize digitální terestrické televize DTT**

**Dušan Líška  
d.liska@volny.cz  
mobil: 604 247 931**

# Hlavní témata

- **IBC 2016**
  - HDR, virtuální realita VR, ATSC 3.0
  - Novinky EBU, DVB, NHK
- **Základní směry obrazové kvality**
  - Vyšší rozlišovací schopnost HDTV, UHD 1, UHD 2
  - Vyšší dynamický rozsah HDR, rozšířený barevný gamut WCG, vyšší snímkový kmitočet HFR
- **Situace DTT po WRC 2015**
  - Opuštění pásma 700 MHz a zachování pásma 470 - 694 MHz pro DTT
- **Standard ATSC 3.0**
  - Standardizace, porovnání s DVB-T2, FoBTv ?

# Zavádění UHDTV podle DVB

- **DVB 2160p 4K (UHD 1 Fáze 1) – 2014/15**
  - Snímkové kmitočty do 60 Hz, 8 - 10 bitů/vzorek, HEVC, Audio 5.1 (totožné s HDTV), barevný prostor jako v HD (Dop. 709)
- **DVB 2160p 4K (UHD 1 Fáze 2) – 2017/18**
  - 10-12 bitů/vzorek, HEVC/MPEG H, 3D Audio (5.1 + 4)
  - High Dynamic Range (HDR) – vysoký dynamický rozsah
  - Wider Color Gamut (WCG) - barevný prostor dle Dop. 2020
  - Higher Frame Rate (HFR) - snímkové kmitočty do 120 Hz
- **DVB 4320p 8K (UHD 2 Fáze 3) – 2020/22**
  - Snímkové kmitočty do 120 Hz, 10-12 bitů/vzorek, HEVC
  - Prostorová a časová skalabilita pro dekodéry 2160p, HDR, WCG, New Generation Audio (NGA) – audio 10.2., 22.2

# Hlavní témata IBC 2016

- **EBU: Budoucnost tvorby programů je IP**
  - Generace 0 – SDI 12G; Generace 1 – SDI přes IP; Generace 2 – elementární toky IP; Generace 3 – samořídící (self managed) systémy; Generace 4 - virtualizace
  - Live IP studio VRT-EBU v Belgii
- **DVB:**
  - Ředitele DVB Phila Lavena nahradil Peter MacAvock
  - Standardizace UHD 1 Fáze 2 se opožd'uje, jednotlivé instituce se nemohou dohodnout
  - Předpokládá se rozdělení na fázi 2a (HDR, WCG a NGA) a 2b (HFR). Fáze 2b závisí na realizaci čipu, která je reálná za 2 roky
- **NHK:**
  - Ultratenký displej 8K, plastický a rolovatelný
  - Satelitní přenosy 8K v roce 2018 a také z LOH 2020 v Tokiu
- **HDR, virtuální realita VR, ATSC 3.0 atd.**

# Tvůrci historie IP (VRT-EBU IP studio)



# Virtuální realita VR



# Názor Pavla Potužáka – IBC Daily

- **Motto:**

- „Nevěřte všemu co slyšíte, ale věřte tomu co vidíte“
- Vztahuje se k síle marketingu, ale má obecnou platnost
- Technický pokrok kráčí nezadržitelně kupředu, ale standardizace a zavedení do praxe vyžaduje relativně dlouhý čas
- Zavedení do praxe je velmi závislé na konkrétní situaci v dané zemi (platí i pro Českou republiku)

## OPINION

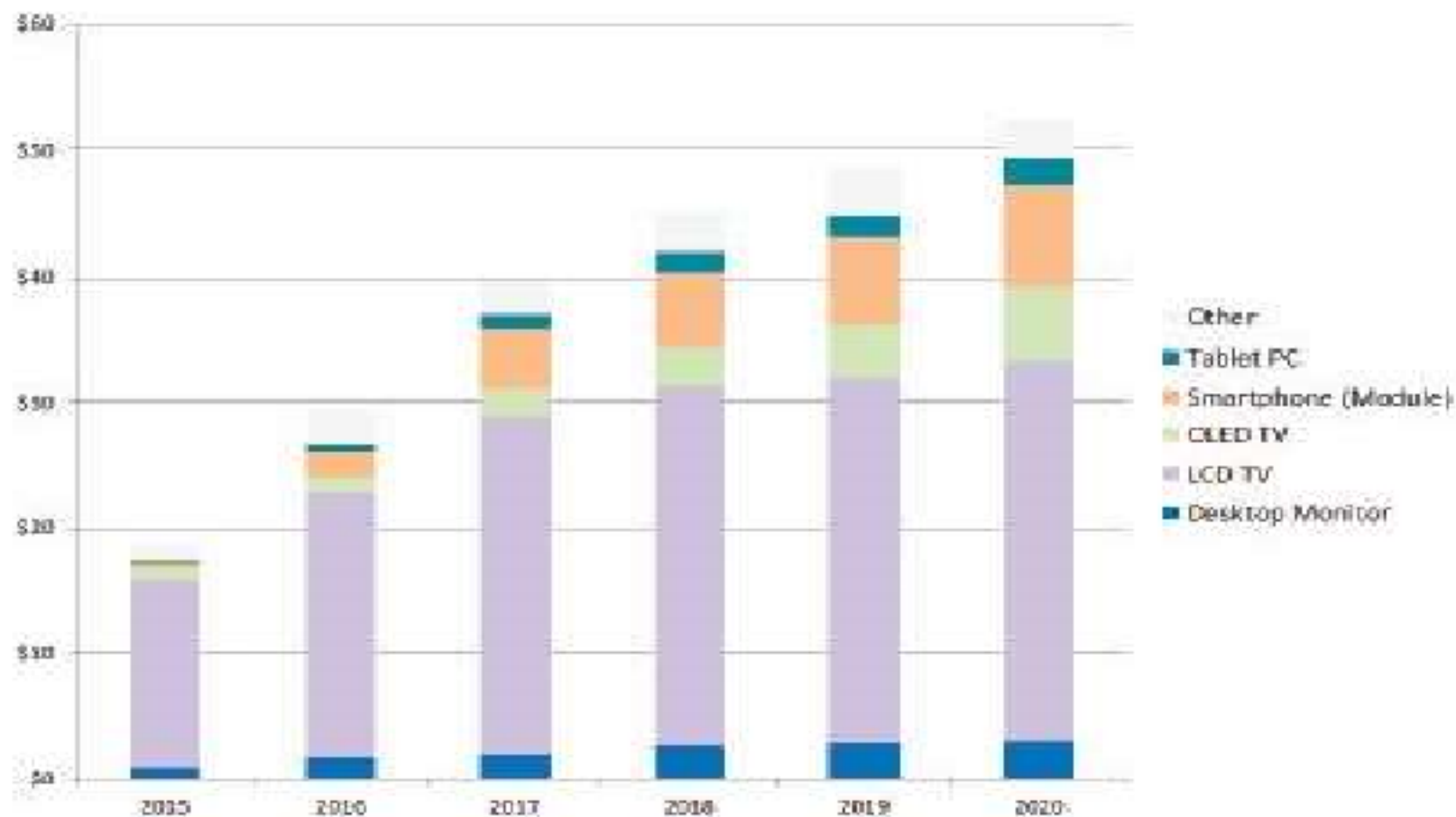
### The power of marketing

Don't believe all you hear but trust what you see, says **Pavel Potuzak**, CEO, Aveco



# Předpověď rozvoje displejů 4K

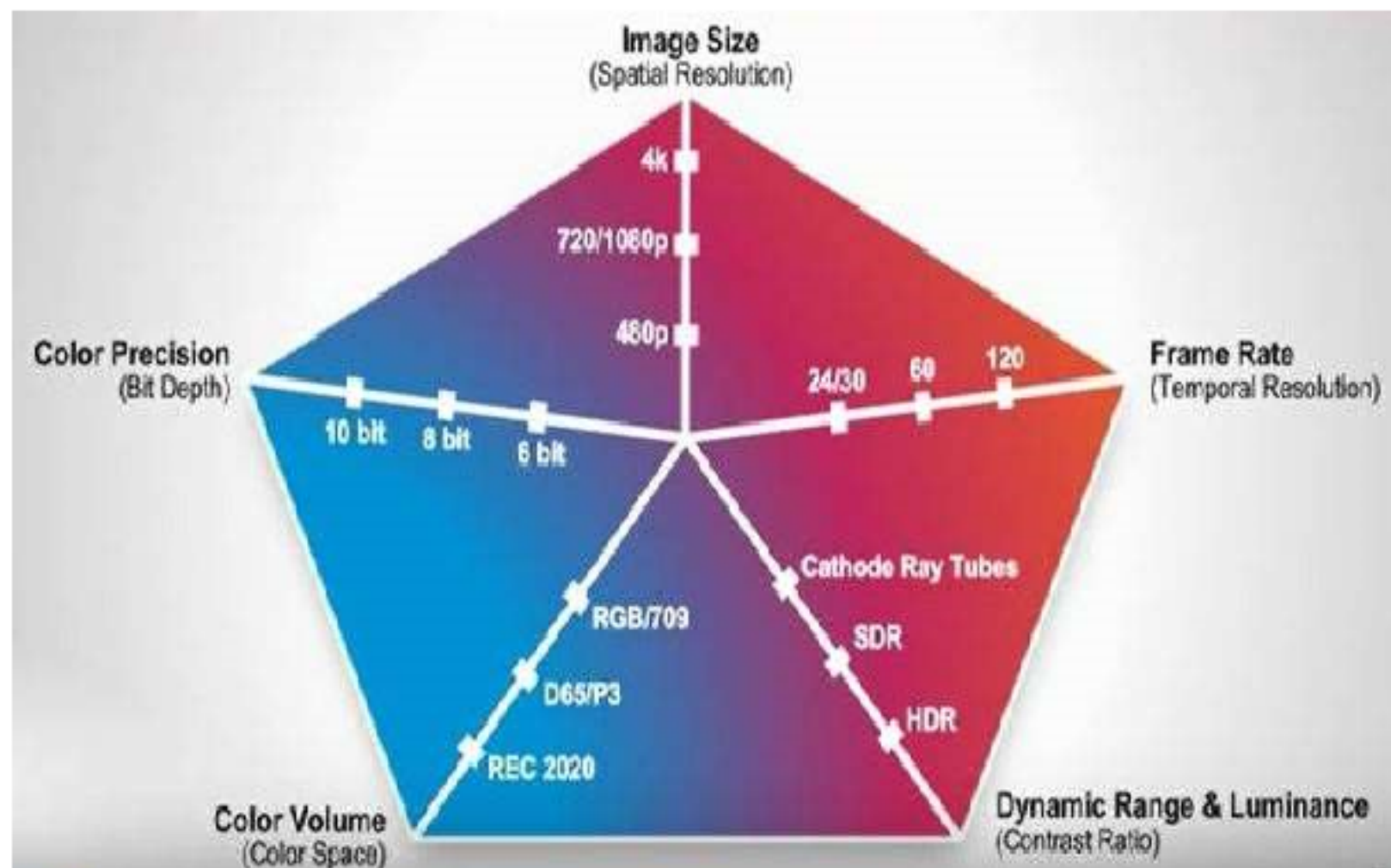
Mld. USD



Zdroj: IHS-2015



# Základní směry obrazové kvality



Zdroj: Technicolor

# Příklady obrazové kvality

## Dynamický rozsah



SDR



HDR

## Barevný gamut



standardní



rozšířený

## Barevná rozlišovací schopnost



nízká



rozšířená

## Barevná bitová hloubka



nízká



vysoká

Zdroj: Technicolor

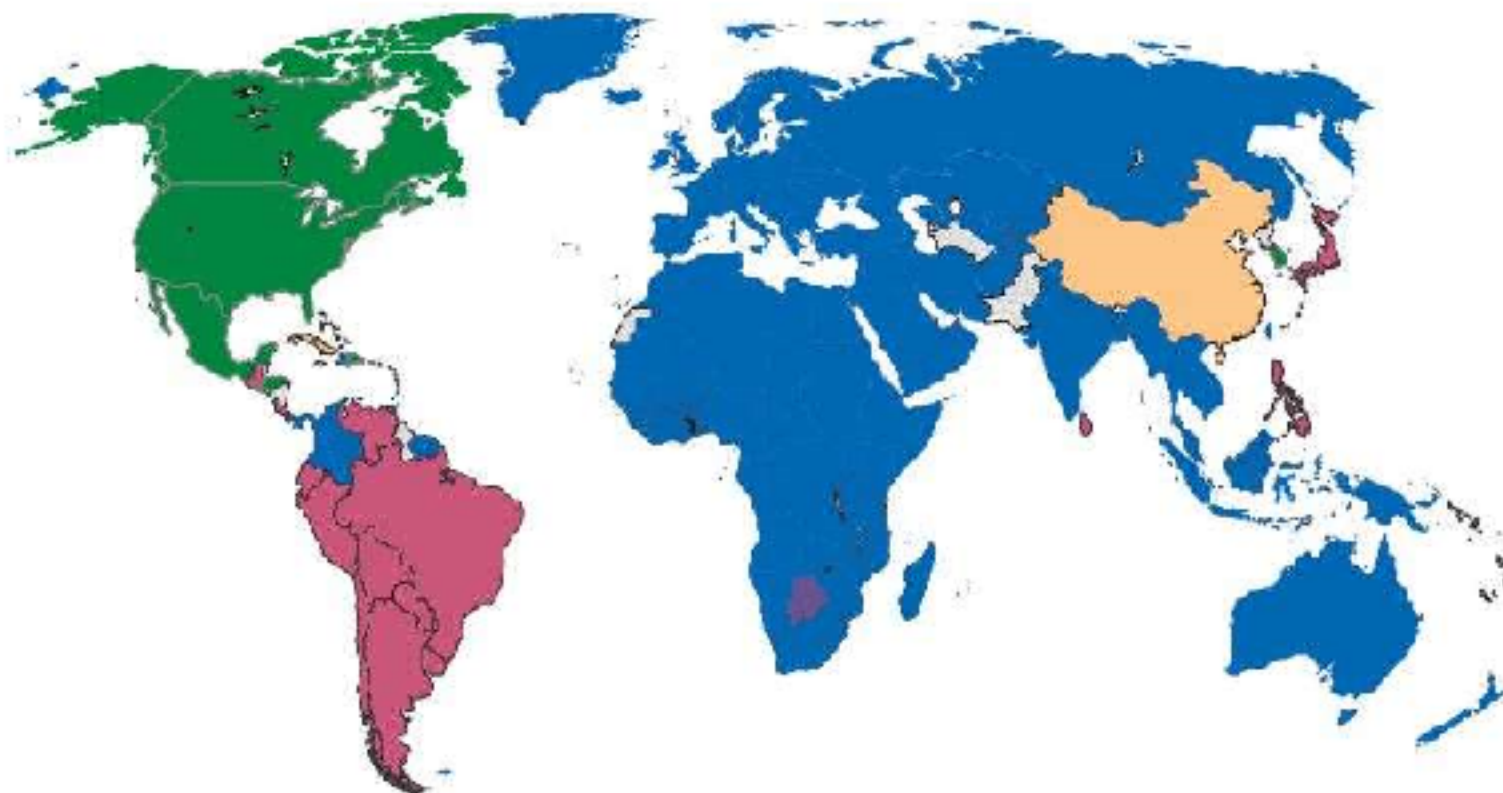
Dušan Liška

# Příklad HDR



Zdroj: Samsung Electronics America

# Systemy DTT – červenec 2016



ATSC ■

ISDB-T ■

DVB-T ■

DVB-T2 ■

Zdroj: DVB Project 2016

# Pásmo UHF (470 – 694 MHz) po WRC 15



- ◆ Region 1, většina Regionu 3 a v Regionu 2 Jihoamerické země zachovají toto spektrum pro DTT zhruba až do roku 2030
- ◆ Část (614-698) vyhradily pro mobilní broadband Kanada, USA, Mexiko, Kolumbie, v Asii Bangladéš a v Oceánii Nový Zéland a některé Pacifické ostrovy

Zdroj: EBU, prosinec 2015

# Televizní kanály v USA

## ● Pásmo VKV

- 54 až 72 MHz – kanály 2 až 4, celkem 3 kanály
- 76 až 88 MHz – kanály 5 až 6, celkem 2 kanály
- 174 až 216 MHz – kanály 7 až 13, celkem 7 kanálů
- dohromady 12 kanálů

## ● Pásmo UKV

- 470 až 608 MHz – kanály 14 až 36, celkem 23 kanálů
- 608 až 614 MHz – kanál 37 vyhrazen pro radioastronomii a mobilní lékařské aplikace
- 614 až 698 MHz – kanály 38 až 51, celkem 13 kanálů
- dohromady 36 kanálů

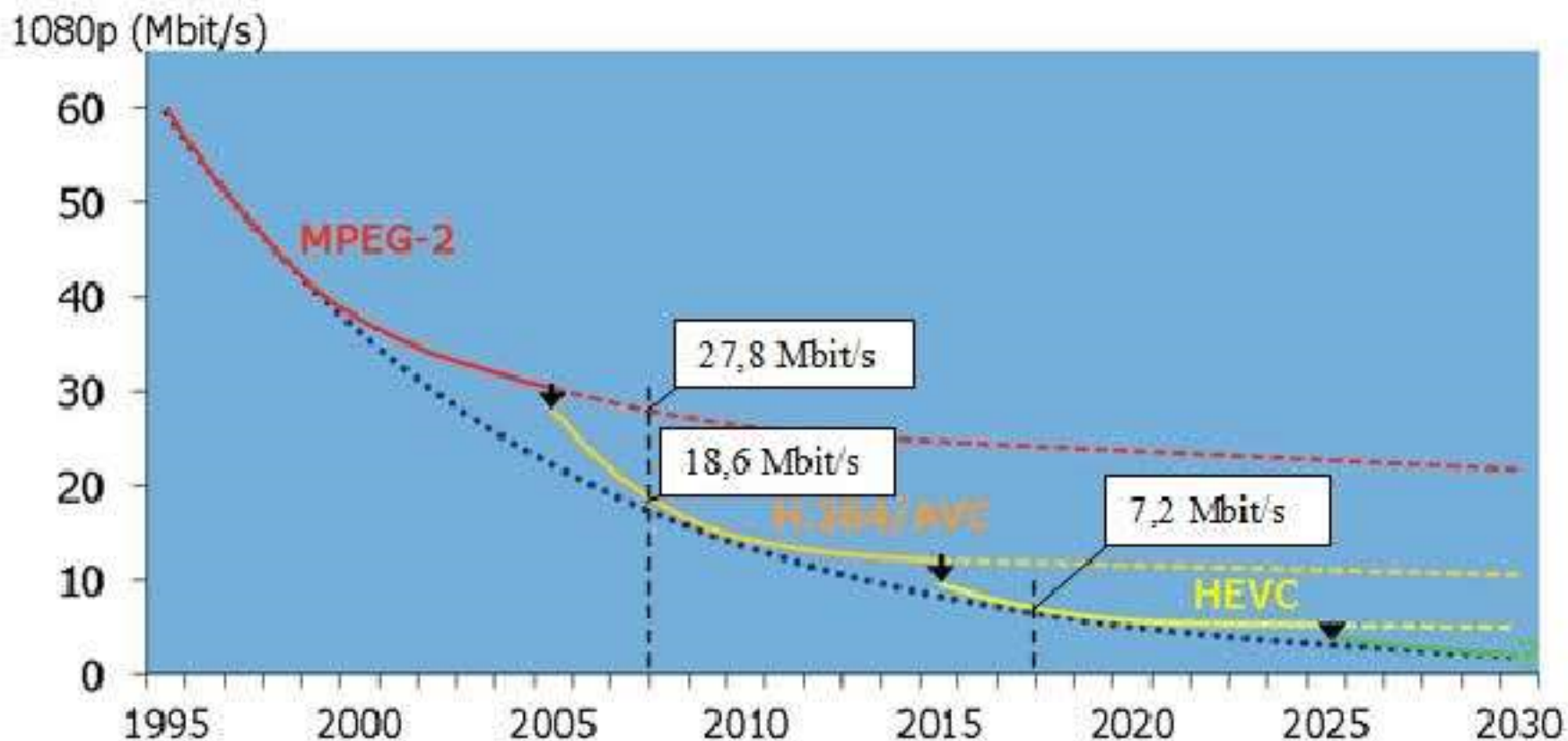
## ● Poznámka

- Z původních kanálů UHF 14 až 83 FCC odebrala v roce 1983 kanály 70 až 83 a v souvislosti s přechodem na digitální vysílání v roce 2009 také kanály 52 až 69

# Situace DTT po WRC 2015

- **Zachování pásma 470 - 694 MHz pro DTT**
  - Díky lobování mobilních operátorů rozhodnutí nebylo jednoduché
  - Opuštění tohoto pásma by bylo pro DTT likvidační. To si naštěstí uvědomily i orgány Evropské unie
  - Únorový návrh Rozhodnutí EP a Rady o využití pásma 470 - 790 MHz předpokládá dostupnost pásma pro DTT bez časového limitu, květnový návrh již předpokládá uvolnění pásma 700 MHz od června 2020 (+/- 2 roky) a zajištění pásma pod 700 MHz pro DTT alespoň do roku 2030
- **Situace v České republice**
  - Strategii rozvoje zemského televizního vysílání s výhledem do roku 2030 schválila vláda ČR 20.7.2016
  - Při nuceném opuštění pásma 700 MHz do roku 2020 je nutné přejít ze standardu DVB-T/MPEG 2 na DVB-T2/HEVC
  - Standard DVB-T2 je zhruba o 50 % efektivnější než DVB-T, HEVC je zhruba 4-krát efektivnější než MPEG 2

# Teoretická efektivita standardů MPEG





# Perspektiva DTT v ČR

- **Ztráty pásma UHF**
  - Z původních 49 kanálů, tj. 392 MHz (470-862 MHz) zůstane po uvolnění pásma 800 MHz a 700 MHz nejpozději v roce 2022 jen 28 kanálů, tj. 224 MHz (57,1 %). Pro srovnání: v USA z původních 48 kanálů, tj. 288 MHz, zůstane po uvolnění pásma 614 až 698 MHz celkem 35 kanálů, tj. 210 MHz (72,9 %)
  - V důsledku nuceného opuštění pásma 700 MHz a ztrátě 42,9 % kmitočtů je jediná možná náhrada přechodem na standard DVB-T2/HEVC
- **Předpokládaný průběh přechodu na DVB-T2/HEVC**
  - Strategii přechodu schválila vláda ČR koncem července 2016
  - Dvě přechodné sítě DVB-T2 budou mít plné pokrytí v letech 2017-18, vysílat budou souběžně s DVB-T
  - V roce 2020 by měly být spuštěny další sítě DVB-T2 (celkem 4 až 6) a bude zahájeno vypínání sítí DVB-T s konečným termínem max. 2022, kdy bude vysílání DVB-T ukončeno
  - Nové definitivní sítě by měly být určeny zejména pro vysílání 1080p/50 a perspektivně kolem roku 2025 i UHD 1 (4K) Fáze 2 včetně HDR, WCG a 3D Audio, příp. později HFR (do 120 Hz)

# Standardy ATSC 3.0

- **Schválené:**
  - A/321: System Discovery and Signaling
  - A/322: Physical Layer Protocol
  - A/330: Link-Layer Protocol
  - A/334: Audio Watermark Emission
  - A/335: Video Watermark Emission
- **Navržené (Proposed Standard) - po hlasování:**
  - A/332: Service Announcement
  - A/333: Service Usage Reporting
  - A/343: Captions and Subtitles
- **Kandidáti (Candidate Standard)**
  - A/324: Scheduler and Studio to Transmitter Link
  - A/331: Signaling, Delivery, Synchronization and Error Protection
  - A/336: Content Recovery in Redistribution Scenarios
  - A/338: Companion Device
  - A/341: Video
  - A/342: Audio (Common Elements, AC-4, MPEG-H)
  - A/360: Security
- **Dalších pět rozpracovaných standardů**

# ATSC 3.0 na NAB 2016

- **ATSC 3.0 byl na výstavě a konferenci NAB všude**
  - Kolem 30 společností předvádělo zařízení a systémy usnadňující zavedení ATSC 3.0, výstava překonala očekávání i s ohledem na zájem návštěvníků
  - Poprvé byl předveden živý program z kamer ve studiu ATSC 3.0 na výstavě, vysílaný nedalekým vysílačem a přijímaný zpět na výstavě
  - Byl předveden např. systém perspektivního záchranného varujícího systému, interaktivní reklama a UHD 4K vysílání včetně HDR
  - Pozoruhodná byla přítomnost jihokorejských broadcasterů a technických společností předvádějících ATSC 3.0 s tím, že systém chtějí implementovat již v únoru 2017
  - Komise FCC slíbila, že krátce po NAB předloží ATSC 3.0 k veřejnému posouzení a komentářům

# ATSC 3.0 a DVB-T2 (1)

- **Kódové poměry k/n**
  - ATSC: 12 poměrů, jmenovatel 15, v rozmezí 2/15 až 13/15
  - DVB-T2: 6 poměrů mezi 7,5/15 (1/2) až 12,5/15 (5/6)
- **Protichybové zabezpečení FEC**
  - V obou standardech normální rámce FEC o délce 64 800 bitů a krátké rámce o délce 16 000 bitů
  - Vnitřní (inner) kódování LPDC závisí na kódových poměrech
  - Vnější (outer) kód je u obou BCH, u ATSC i CRC nebo žádný
  - Délky základních rámců BB (Baseband Frame) v tabulkách
- **Modulační módy**
  - DVB-T2: módy QPSK, 16QAM, 64QAM a 256QAM
  - ATSC: QPSK a 5 nerovnoměrných (non-uniform) módů: 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM a 4096QAM
  - Kombinace modulačních módů a kódových poměrů v tabulkách

# Příklady konstelačních diagramů ATSC 3.0

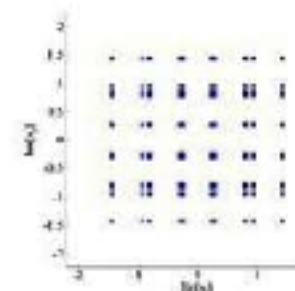
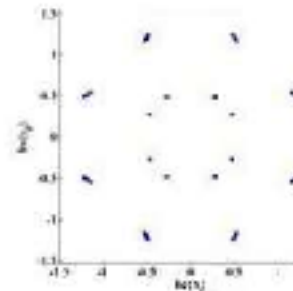
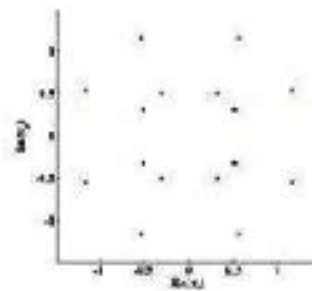
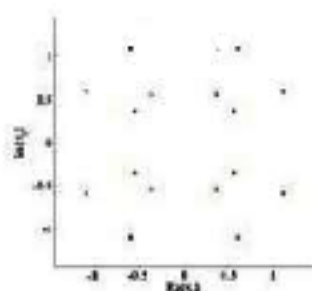
16QAM

64QAM

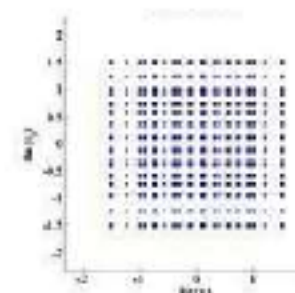
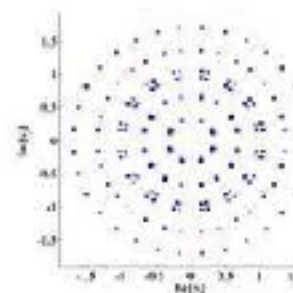
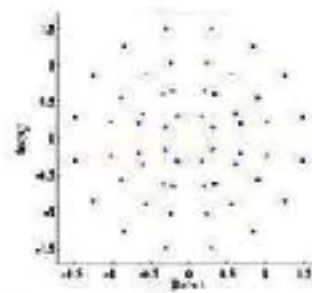
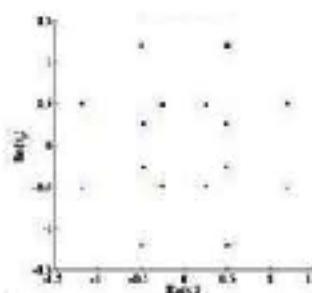
256QAM

1024QAM

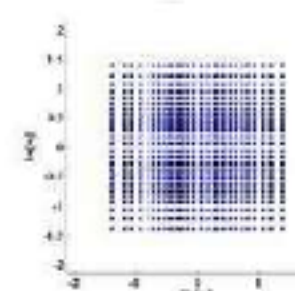
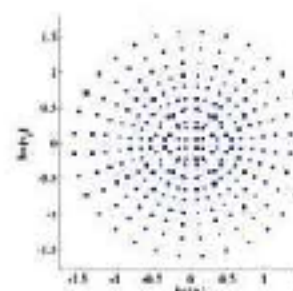
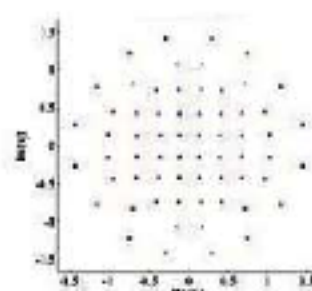
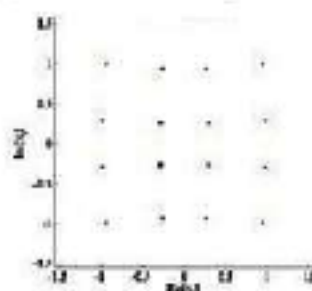
$k/n = 3/15$



$k/n = 7/15$



$k/n = 11/15$



# ATSC 3.0 a DVB-T2 (2)

- **Rozměr FFT (Fast Fourier Transformation)**
  - ATSC: 8k, 16k a 32k
  - DVB-T2: navíc ještě 1k, 2k a 4k
- **Ochranné intervaly GI**
  - DVB-T2: 7 GI definovaných zlomky
  - ATSC: 12 GI definovaných počtem vzorků (sample)
- **Rozměr jednofrekvenčních sítí SFN**
  - Obecně platí, že rozměr SFN je přímo úměrný rozměru FFT a velikosti ochranného intervalu GI
  - Rozměry SFN zvyšuje až o 30 % diverzitní vysílání MISO se dvěma vysílacími a jednou přijímací anténou. Využívá se v DVB-T2 i ATSC 3.0. ATSC počítá navíc i s vysíláním MIMO se dvěma vysílacími i dvěma přijímacími anténami (stejně jako DVB-NGH)

# ATSC 3.0 a DVB-T2 (3)

- **Princip PLP (Physical Layer Pipe)**

- Umožňuje přenos několika nezávislých bitových toků s různou robustností. Z DVB-T2 byl převzat i do ATSC 3.0
- Např. PLP 0 (QPSK) pro rozhlas nebo tv pro mobily a tablety, PLP 1 (16QAM) pro SDTV, PLP 2 (64QAM) pro HDTV, PLP 3 (256QAM) pro 3DTV nebo UHD 1 (4K) apod.
- V řadě dalších parametrů jsou principy u obou standardů stejné, ale parametry se liší, např. v počtu a uspořádání referenčních nosných OFDM, ve způsobech prokládání (interleaving), apod.

- **Imerzivní zvuk ATSC 3.0**

- Povinné systémy 5.1 a 7.1 + 4
- Nepovinné 22.2 a další

# ATSC 3.0 – produkty TeamCast

## STREAM<sup>4</sup>CAST



### Features

- ALP Encapsulation of IP streams
- ATSC 3.0 Physical Encoding
- ST2L<sup>®</sup> stream interface for SFN

### Key benefits

- Key innovative and unique SFN technology
- Latest state-of-the-art ATSC 3.0 modulation core
- Centralized Modulation Network architecture

XTTR-S4CO-1012 - Stream Processor for ATSC 3.0

Head-end

## extra<sup>3.0</sup>



### Features

- ATSC 3.0 Physical Encoding
- MFN and SFN operating
- Digital Adaptive Precorrection

### Key benefits

- Most advanced real-time ATSC 3.0 modulation
- Straightforward integration within transmitter
- Top-class of RF performances with DAP & GAP<sup>®</sup>

XTTR-XTR0-4032 - ATSC 3.0 exciter - UHF output (up to +20dBm)

Transmitter Site



# Jednofrekvenční síť SFN ATSC 3.0



Zdroj: TeamCast

# ATSC 3.0 jako celosvětový standard DTT

- Standard ATSC 3.0 převzal to nejlepší ze stávajících standardů (zejména z DVB-T2 a DVB-NGH) a z dlouholetých zkušeností expertů z celého světa, kteří přispěli k jeho vytvoření. Nové rysy: OFDM, transport IP, imerzivní (obklopující) zvuk, UHD TV, robustní mobilní příjem, pokročilý záchranný systém
- Jako zcela nový standard, nekompatibilní s ATSC 1.0, nebyl ničím omezen, na rozdíl od dalších tří standardů DTT, které musí zachovávat alespoň zpětnou kompatibilitu.
- ATSC 3.0 si klade dlouhodobý cíl stát se celosvětovým standardem DTT. Nezisková FoBTV, bez standardizačních pravomocí, po podstatných příspěvcích svých členů k vývoji ATSC 3.0 splnila své poslání a její aktivity se utlumují.
- ATSC intenzivně pracuje na dokončení standardizace v první polovině roku 2017, definuje přechod na ATSC 3.0 v USA jako dobrovolný a umožní pokračovat v paralelním vysílání ATSC 1.0. Po roce 2018 musí proběhnout ověření systému, první fáze standardního vysílání se očekává po roce 2019.
- Jižní Korea předváděla systém ATSC 3.0 na výstavě NAB 2016 a chce ho implementovat již v únoru 2017

# Perspektivy DTT ve světě

- **Země se standardem DVB-T/T2**
  - V období do roku 2030 nebude v ČR přechod na ATSC 3.0 z časových důvodů možný – opuštění pásma 700 MHz, přechod na DVB-T2/HEVC v období 2020-2022
  - Podobná situace je ve většině zejména evropských zemí
  - Standard DVB-T2 se bude pravděpodobně přibližovat k ATSC 3.0 evolucí. Aktuální je přechod z přenosového protokolu MPEG 2 na protokol IP, i když řešení není zatím jednoznačné
- **Země se standardy ISDB-T a DTMB**
  - Požadavek Japonska na zařazení modulačních módů 1024QAM a 4096QAM pro vysílání UHD 2 (8K) byl splněn
  - V Číně je zatím brzké zavedení ATSC 3.0 nepravděpodobné
- **Zavedení ATSC 3.0 v USA**
  - Spojení broadcastingu a broadbandu v systému s přenosovým protokolem IP by mohlo odstranit soutěžení o pásmo UHF, takže DTT by se již nemuselo obávat o svoji vzdálenější budoucnost

# WiB – koncept nového systému pro DTT

- **WiB (Širokopásmové znovu využití pásma UHF?)**
  - Prezentace autorů E. Stare (Teracom), J. J. Giménez (Technická univerzita Valencia), P. Klenner (Panasonic Europe) byla oceněna jako nejlepší prezentace na konferenci IBC 2016
  - WiB využívá znovu prakticky všechny frekvence pásma UHF na všech vysílačích DTT. Interference se sousedními vysílači se redukuje kombinací robustního vysílacího módu, směrové přijímací antény a metod potlačení interferencí
  - Systém WiB umožní podstatnou redukci investičních i provozních nákladů. Při využití DVB-T2 a celého pásma 470-694 MHz může úspora dosáhnout 37 až 60 %
  - Základní systém WiB může být v budoucnosti rozvíjen několika směry (WiB-MIMO, WiB-LDM, apod.)

# Bitové rychlosti [Mbit/s] pro HD a UHD

	HD (1080i30)	HD (1080p60)	UHD (2160p60)	with HDR & WCG	
				HD (1080p60)	UHD (2160p60)
MPEG-2	11	N/A	N/A	N/A	N/A
AVC	5.5	8	30	N/A	N/A
HEVC	4	5.5	18	7	23

**ATSC 1.0** přenáší v kanálu 6 MHz a fixní anténě bitovou rychlost **19,3 Mbit/s**, **ATSC 3.0** při stejném poměru signál/šum **28 Mbit/s**

Zdroj: Harmonic

**RADIOKOMUNIKACE 2016  
PARDUBICE  
18. - 20. 10. 2016**

---

**Děkuji za pozornost**

**Dušan Líška  
d.liska@volny.cz  
mobil: 604 247 931**