

XXV. KONFERENCE RADIOKOMUNIKACE

Autor: Ing. Václav Udatný

V termínu dřívějším, než je obvyklé, se letos konala v Pardubicích pod záštitou předsedy Rady Českého telekomunikačního úřadu Ing. Mgr. Jaroslava Nováka již 25. Konference Radiokomunikace. Po téměř roční práci přípravného výboru a agentury UNIT se letos sešlo první den bezmála 200 účastníků. Ať již to bylo způsobeno očekávanými informacemi před nadcházející Světovou radiokomunikační konferencí (WRC 2015), výběrem přednášejících z řad významných odborníků předních českých vysokých technických škol nebo výrazně posílenou informační kampaní pořádatelů agentury, je zřejmé, že radiokomunikační Pardubice mají stále odborné veřejnosti co nabídnout. Je to jistě spojené také s tím, že v dnešní době dochází ke zrychlenému vývoji technologií v tomto oboru a třídní konference tak účastníkům umožňuje na jednom místě s nimi držet krok.



Pohled do sálu.

Až na jednu výjimku byl první den věnován nezbytnému kmitočtovému spektru a šíření televizních a rozhlasových radiokomunikačních služeb, druhý den dalším aplikovaným službám a novinkám ve vývoji mobilních systémů 5. Generace a závěr patřil kromě metod zdrojového kódování obrazu doplňkovým službám, či ochraně před působením atmosférické elektřiny.

První den

Úvod do trendů ve správě kmitočtového spektra v globálním a evropském prostoru, plánování a využívání rádiových kmitočtů pro zemské digitální a rozhlasové vysílání obstarali pracovníci ČTÚ (Ing. Nováková a Ing. Zeman) a k pozici ČR na Světové konferenci WRC Ing. Veselý z Ministerstva průmyslu a obchodu. V rozhlasové digitalizaci byl v srpnu tohoto roku učiněn významný krok spuštění pražského vysílače DAB pro Český rozhlas v bloku 12C výkonem 20kW a předpokládaným rozvojem na vysílače v Brně, Ostravě, Plzni a pokrytí dálnice D1 v roce 2016. Stávající vysílání je ale na bázi experimentu, neboť současná legislativa neumožňuje Českému rozhlasu využívání vlastního digitálního multiplexu.

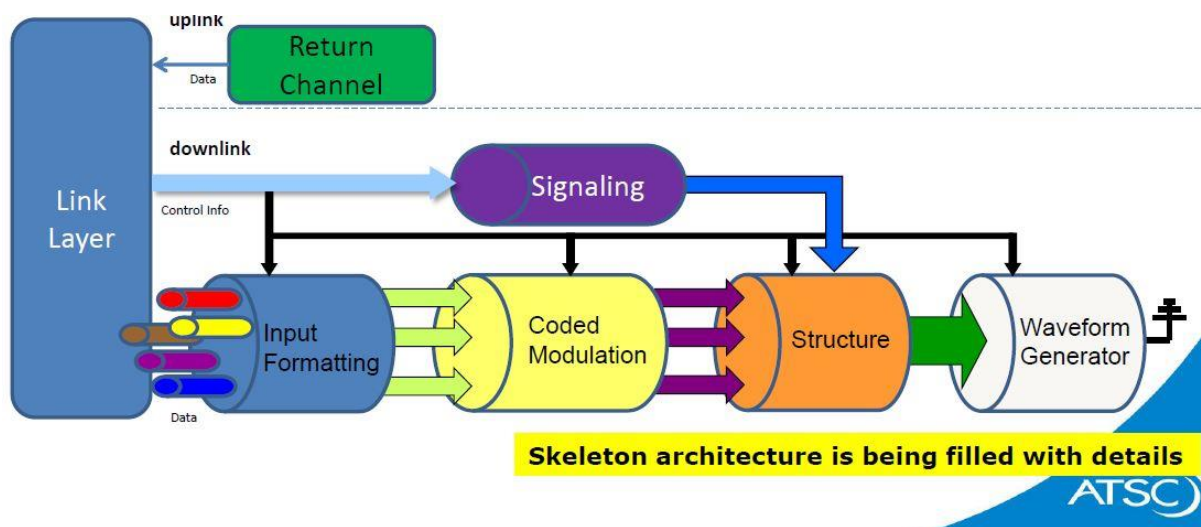
Kmitočtové spektrum

Plánování zemského terestrického televizního vysílání se soustředí na přechod na DVB-T2, bez kterého není možno uvažovat o uvolnění televizních kanálů 49-60 v pásmu 700 MHz. Koprimaryní přiděly v tomto pásmu znamenají, že je jednotlivé státy mohou využívat dle svých potřeb, tj. buď pro televizní vysílání nebo pro bezdrátové širokopásmové komunikace (WBB-wireless broadband, i když oficiální terminus technicus dle bruselských překladů zní: bezdrátová vysokorychlostní komunikace). K tomu, ale je nutno zejména na kontinentální Evropě provést kmitočtovou mezistátní koordinaci, protože výkony terestrických vysílačů mohou, ale prakticky to tak i je, značně rušit sítě WBB u sousedů. Proto se ČTÚ účastnilo již mnoha koordinačních schůzek s kolegy z okolních států, z nichž prozatím vychází následující závěry: V budoucnu je možno počítat se 4 finálními celoplošnými sítěmi DVB-T2 a jedním až dvěma přechodovými multiplexy. To je však zatím příprava pouze na úrovni vrstev, protože konkrétní plány nejsou dosud dokončeny, zejména na naší jižní a jihovýchodní hranici se Slovenskem. Toto plánování musí probíhat v souladu s rozhodnutími sousedních zemí – Německo uvolní 700 MHz pásmo k roku 2019 a Rakousko nedávno oznámilo, že tak učiní v roce 2020. Z globálního pohledu je nutno brát v úvahu rozvoj celosvětově a evropsky harmonizovaných pásem. Harmonizační rozhodnutí Evropské unie jsou pro 28 členských států závazná. Diskutované pásmo 700 MHz by se tak stalo prvním skutečně globálně harmonizovaným pásmem pro WBB. Podle jednacího bodu 1.2 konference WRC v Ženevě se musí projednat technické podmínky pro pásmo 700 MHz, zejména s ohledem na limity nežádoucího vyzařování do kanálu 48 a jeho ochraně. Pozice ČR na této konferenci, byť limitována společnými evropskými návrhy pracovních skupin CEPTu (regionální uskupení evropských zemí), bude vycházet z těchto 3 principů: zabezpečení UHF pásma v rozsahu 470 – 694 MHz nejméně do roku 2030/35, proces migrace digitální terestrické platformy na její efektivnější využití tj. přechod na DVB-T2 v rozmezí let 2016 – 2020/21 a kompenzace předčasně udělených přidělů operátorům v pásmu 700 MHz před datem jejich expirace tj. v letech 2021 -2024. V Pardubicích však bylo k uvedenému navíc řečeno, že v rámci EU není na opuštění pásma 700 MHz shoda a stále se vede na toto téma vzrušená debata. Ministerstvo průmyslu a obchodu v současné době v rámci expertní skupiny zpracovává vlastní Strategii rozvoje DTT (digitální zemské televize), která ve vstupní zprávě předpokládá cílové řešení v podobě 6 celoplošných sítí, z toho 4 bez regionálního členění s přechodem na kanálové kódování dle standardu DVB-T2 a zdrojovým kódováním dle standardu H.265 HEVC (High Efficiency Video Coding).

Terestrické vysílání

Pojmy kanálového kódování a zdrojového kódování vysvětlil ve svém příspěvku Ing. Líška, který podal ucelený přehled vývoje, současných a budoucích standardů kanálového kódování. Zdrojovému kódování byla věnována jiná samostatná přednáška, bohužel až poslední den pardubické konference.

Kanálové kódování zajišťuje odstranění chyb při přenosu signálu a zahrnuje rodinu všech standardů DVB, či amerického ATSC, japonského ISDB-T a čínského DTMB, zatímco zdrojové kódování snižuje potřebu bitové rychlosti pro kvalitní vizuální vjem (standarty MPEG od MPEG1 až po dosud nejprogresivnější MPEG H neboli HEVC/H.265). Do oblasti kanálového kódování spadá protichybové zabezpečení včetně prokládání a modulace digitálního signálu, k čemuž využívá frekvenčně dělený multiplex OFDM, algoritmus inverzní Fourierovy transformace FFT a ochranný interval GI (guard Interval). Kanálové kódování je na zdrojovém nezávislé a je možno je kombinovat. V některých zemích se používá v rámci DVB-T zdrojové kódování MPEG4, zatímco v jiných je MPEG 4 použit již v rámci DVB-T2. Sousední Německo zvolilo pro budování své zemské digitální televizní platformy kombinaci DVB-T2 a HEVC. To umožní v 6 sítích vysílat 40 až 50 programů v HD/SD, přičemž operátor Media Broadcast bude pro komerční subjekty využívat 3 placené sítě a přes 3 další sítě budou vysílat volné programy veřejnoprávní televize ARD/ZDF. Budoucnost televizního vysílání popsal Ing. Líška na evolučním vývoji standardů ATSC. Stávající ATSC 3.0 již nemá s původním nic společného a přejímá prvky standardů 2 generace: DVB-T2 a DTMB 2. Zahrnuje televizní a širokopásmové sítě a dnes používaný transportní tok v DVB standardech MPEG 2 nahrazuje transportním tokem IP se zdrojovým kódováním MPEG-DASH jak pro televizní, tak i pro vysokorychlostní sítě. I DVB standard obsahuje již dnes přístup přes rozhraní GSE (Generic stream encapsulation) pro IP pakety. Dá se očekávat, že sblížením obou digitálních standardů v roce 2017, kdy systém ATSC 3.0 má být dokončen (například stanovením poměrů modulu vnitřní korekce FEC), tak vznikne jednotný světový harmonizovaný standard, jak o to již léta usiluje skupina FoBTv (Future of Broadcast Television – viz také Sdělovací technika 10/2015).



Následovaly prezentace stávajících operátorů digitálního televizního vysílání Českých Radiokomunikací a Digital Broadcasting. Ing. Procházka opětně potvrdil, že zabezpečení televizního vysílání pro obyvatelstvo v ČR v současném rozsahu bez kmitočtů v 700 MHz pásmu se neobejde bez urychleného zahájení vysílání v DVB-T2 se zdrojovým kódováním HEVC a jeho pokračování po přechodnou dobu, než budou vyřešeny problémy s náhradou stávajících licenčních přidělení a než dojde k obnově přijímačů pro diváky. Vzhledem k tomu, že České radiokomunikace již delší dobu testují vlastnosti vysílání a příjmu v tomto standardu, tak zjistily, že v dnešní době není na trhu kvalitní přijímač, který by bezchybně zpracoval jak video tak v některých případech ani audio. Tento

stav by se mohl změnit někdy v polovině příštího roku, kdy sousední Německo také zahájí vysílání v DVB-T2/HEVC, tedy se shodnými parametry, jaké jsou plánovány u nás. K úspoře kmitočtového spektra dochází proto, že pro příjem na venkovní anténu (Outdoor reception) je možné, při vhodné volbě parametrů, stavět velké SFN (Single Frequency Networks) s minimálním rušením. K tomu uvedl příklad designu DVB-T2 sítě s využitím jen 3 unikátních kmitočtů – oproti stávajícím DVB-T s 11-13 kmitočty -, ale s dopadem na rozsah regionalizace. Toto téma uchopil Ing. Juhas z Digital Broadcasting a naznačil možný způsob řešení tohoto problému pomocí Multi PLP (Physical Layer Pipe), neboli použití více služeb v logickém kanále, které mohou mít různou bitovou rychlost a různé chybové zabezpečení.

Vliv plánovaného digitálního standardu DVB-T2 neovlivní situaci ve společných televizních anténách, pokud bude dodrženo pravidlo, aby nedocházelo ke konverzi kmitočtů v rozvodech. Filtry na CDMA v oblasti 450 MHz již nejsou potřebné, za to je nutno rozvod ochránit před LTE použitím filtrů, dnes v pásmu 800 MHz a v budoucnu i 700 MHz, uvedl doc. Masopust ze Západočeské univerzity v Plzni. Doplnkovými službami a jejich přehledem a vývojem se zdůrazněním na HbbTV se věnoval Ing. Moulík z České televize.

Ohledně rozhlasového digitálního vysílání vystoupili ve shodě a vzájemně se doplnili pánové Ing. Zýka z Českého rozhlasu a Ing. Procházka z Českých radiokomunikací. Dnešní DAB+ vysílání z pražského Žižkova pokrývá 17% populace s 10 programy. Svým výkonem se tento vysílač zařadil mezi pět 20kW DAB vysílačů v EU (v Norsku a další 3 ve Švýcarsku). Cílem je dosáhnout do konce roku 2017 pokrytí 50% populace a 80% dálniční sítě. Dalšímu většímu rozvoji digitálního rozhlasového vysílání brání legislativní jistota pro provozovatele vysílání, zajištění co nejkratšího přechodného období paralelního provozu analogového vysílání a propagace nového rozhlasového systému mezi obyvatelstvem zmínil ve své prezentaci v závěru prvního dne Ing. Tomáš Řapek za dlouholetého operátora firmu TELEKO.

Digitální rozhlasové vysílání má své místo v dnešním multimediálním světě a není to jen T-DAB. Ing. Mikuláščík představil systém DRM+, který na sebe postupně strhává pozornost zvláště v zemích, kde je více rozšířeno lokální a komunitní vysílání. Tento digitální systém by jednoduše mohl nahradit stávající pásma VKV s úsporou kmitočtovou pásma. Systém je použitelný i v oblasti Dlouhých, krátkých a středních vln. Zajímavou výhodou tohoto systému je, že provozovatel vysílání zůstává i nadále držitelem kmitočtu a sám si rozhoduje o robustnosti přenosu resp. datovém toku a pokrytí a není součástí multiplexu provozovaného jiným operátorem.



Vystoupení Ing. Zemana na panelové diskuzi s přednášejícími prvního dne za moderování prof. Říčního z VUT Brno.

Panelová diskuze

V průběhu závěrečné panelové diskuze, **moderované prof. Říčním z VUT v Brně**, zaznělo, že chybí celková mediální koncepce, pro rozvoj digitálního rozhlasu není odpovídající legislativa, která by umožnila Českému rozhlasu provozovat jeden celý veřejnoprávní multiplex po vzoru České televize. Veřejnost na novinky a na nové služby nereaguje zřejmě z důvodu nedostatečné informovanosti. To by mohlo odstranit schválení strategie rozvoje televizního vysílání, ke kterému by mělo dojít v závěru tohoto roku, pokud mu bude věnována náležitá publicita. Problémem je také rychlý technologický vývoj, který tak zkracuje délku životnosti televizních přijímačů a set-top boxů na dobu 5 let. Výrobci potřebují pro uvedení na příslušný trh dobu asi 1,5 roku od jasně definované specifikace, která je obsažena v národním D-booku. Přijímače, které přijdou na náš trh, by měly těmto parametrům vyhovovat, i když pro nikoho nejsou závazné. Ti, kteří si pořizují nové přijímače, v obchodech označovaných 4K nebo Ultra HDTV, převážně nejsou schopny se vyrovnat se signály DVB-T2 a HEVC. Pro diváky v pražském regionu platí doporučení zakoupit tyto přijímače přes internet a dle současné legislativy je v době 14 dnů vrátit, když zjistí nedostatky při sledování experimentálního vysílání na kanále 50.

Zamyšlení

Vystoupení Ing. Petržílka na téma radioamatérství v první čtvrtině 21. Století dodalo konferenci filozofický rozměr. I když jeho příměr o počtu radioamatérů a počtu udělených patentů v různých zemích byl asi trochu uměle vykonstruovaný, některé jeho obecné myšlenky o tom, kam naše společnost směřuje, když nemá žádnou vizi, když český elektrotechnický průmysl prakticky zanikl ve prospěch nadnárodních společností, když podpora technického vzdělávání lidí, kteří nemají oporu a motivaci, je drahá. Radioamatérství vyžaduje vysoký stupeň technických znalostí, je schopné zajistit levnou a účinnou krizovou komunikaci, a jako bezplatný koníček by mohlo oslovit dospívající mládež a

zvýšit zájem o obor. To však v dnešní době, kdy je společnost řízena pouze podle principu „cost cutting“, lidmi, chovajícími se často jen jako „katovači kostů“, kteří snižují náklady za každou cenu letos, za rok zas, až k úplnému ušetření. A tak technologicky kvalifikovaných lidí v ČR ubývá. Podpora by měla směřovat z Ministerstva školství k financování lektorů radioamatérských kroužků a podporujících kampaní na základních a středních školách. Možná, že by se tak podařilo přitáhnout mladé lidi ke komunikaci typu peer to peer pomocí tabletů mezi sebou kdyby také k tomu zůstaly vyhrazeny zbytky odpovídajícího kmitočtového spektra.

Druhý den

Jakoby tato úvaha předznamenala i vysoce odborné přednášky dalšího dne našich předních vysokoškolských profesorů. A že je možno se i zamyslet nad souvislostmi dnešního překotného vývoje elektronizace a mobility dokládala i přednáška profesora Husáka na tak odborné téma jako jsou výkonové součástky ve slaboproudých zařízeních, jejichž účelem je snižovat energetickou náročnost. Pozornosti posluchačů jistě neunikly v prezentaci uvedené kreslené vtipy na téma vývoj mobilní komunikace, internet, začlenění mobilů do společnosti nebo využití 3D tiskárny pro růst populace. Některé z nich doplňují také tento článek.



Komunikační systémy budoucnosti

Nosnou myšlenkou však byly vzrůstající potřeby na přenos dat v systémech budoucnosti. Budoucí generace komunikačních systémů přinese konvergované drátové a bezdrátové sítě na shodné infrastrukturu a bude spojovat nejenom individuální uživatele ale i objekty. Proto se mluví o internetu věcí (IoT= Internet of things) nebo o komunikaci M2M (Machine to Machine). To by měla zejména zajistit další generace mobilní komunikace 5G. O ní zazněla přednáška doc. Žaluda z Elektrotechnické fakulty ČVUT. Představu o tom dává následující obrázek.

What 5G is about



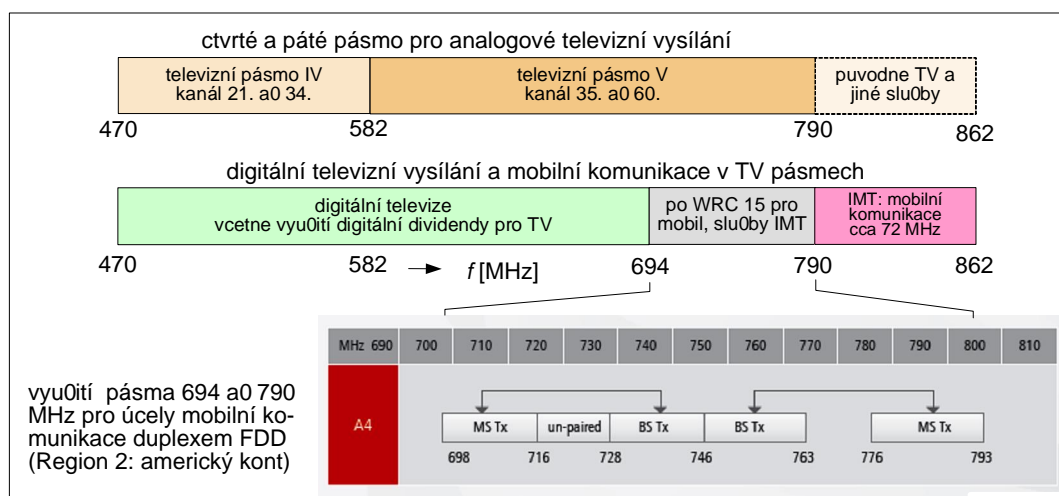
H2H: Human applications (H2H):

1. Mobile telephony
2. Mobile multimedia (mobile TV...)
3. Mobile data (High speed Internet...)

M2M (MTC) applications:

1. Massive MTC: wireless sensor networks, Å
2. Critical MTC: very short transmission time, Å

Pro dokonalou funkčnost této komunikace se zavádí pojem pohotový (tactile) internet s latencí menší než 1 milisekunda, na což síť 5G budou navrhovány. Rádiový přístup v sítích 5. Generace bude realizován v konvenčních pásmech do cca 6 GHz a v nové síti „NX“, která bude využívat vyšší pásma včetně milimetrových vln až 100 GHz. Konvenčními pásmy je méněno pásmo L (1350 – 1525 MHz), pásmo 2,7-2,9 GHz, které v současné době slouží radarovým systémům pro řízení letového provozu, nebo i satelitní C pásmo (3,6 – 4,9 GHz), a také právě pásmo 700 MHz, které je pro mobilní pokrytí vzhledem ke způsobu šíření zvláště užitečné.



Budoucí rozvržení pásma UHF a předpokládaný kanálový rastr harmonizovaného pásma 700 MHz.

V současné době se intenzivně zdokonaluje systém LTE-A/B, který je a bude vedoucí širokopásmovou mobilní technologií až do nástupu 5. Generace po roce 2020.

Prof. Svítek z dopravní fakulty ČVUT představil telematické systémy pro chytrá města budoucnosti jako logickou aplikaci budoucí mobilní komunikace.

Doc. Chod popsal úspěšný vývoj navádění nevidomých pomocí stávajících mobilních komunikací globálních navigačních družicových systémů (GNSS), které má již své uplatnění od roku 2007 jako Navigační středisko I. generace a registruje 1450 nevidomých. S možností vzrůstajícího objemu a přenosu dat na mobilních sítích 3. Generace a LTE je možné základní funkce rozšiřovat o použití kamery, buď ve smartphonech nebo i externí, či ve spolupráci s instalovanými wifi základnovými jednotkami nebo RFID i navigaci v budovách. Projekt takto rozšířených možností by měl být nasazen do provozu v roce 2016.

0



Doc. Chod během přestávky doplňuje informace o „radiokomunikační slepecké holi“.

Trendy

Nástup technologie 5G, jak byla popsána výše, se očekává v letech 2020. To přinese nutnost osvojit si pásma milimetrových vln k dosažení extrémně vysoké individuální datové rychlosti a kapacity celého systému a při malých vzdálenostech mezi vysílačem a přijímačem, což povede na nutnost budovat malé buňkové systémy o průměrech do 100m s anténami složenými z více dílčích antén MAS (multiple antenna systems), jak v další přednášce uvedl doc. Žalud. To bude doprovázeno přechodem k heterogenním buňkovým sítím s podporou mobilního cloud computingu. Vysokorychlostní spoje bod-bod budou realizovány bezkabelovou optickou komunikací (BOK), jejíž principy popsal profesor Wilfert z VUT Brno. Již byl vyvíjen hybridní testovací systém pracující se dvěma kanály v optickém pásmu (na vlnových délkách 850nm a 1550 nm) a jedním kanálem v radiofrekvenčním pásmu na

kmitočtu 122 GHz. Přenosová rychlost spoje je v úrovni 10 Gb/s. Plně fotonický dvojitý vysílač

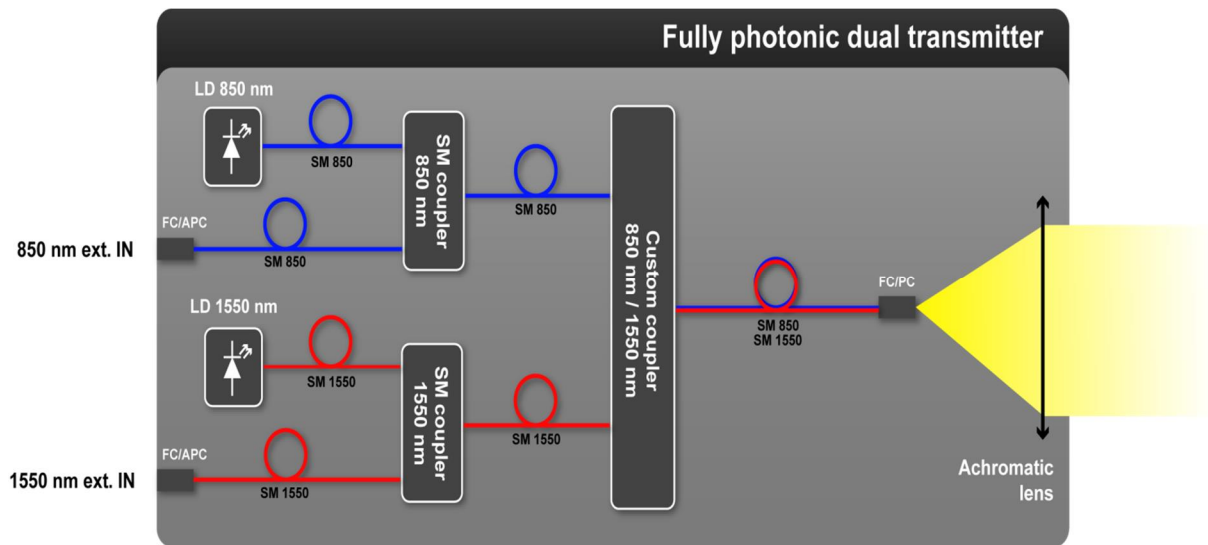


Schéma plně fotonického dvojitého vysílače

je znázorněn na obrázku, sloužil na VUT Brno pod vedením prof. Wilferta k ověřování vlastností spoje v reálných atmosférických podmínkách (mlha, déšť). Spoje tohoto typu bezkabelové optické komunikace mohou být použity v různých prostředích a asi nebude jednoduché vytvořit jeden společný model pro použití jak v běžných atmosférických podmínkách, tak i v kosmu, troposféře (dokonce bez požadavku přímé viditelnosti mezi vysílačem a přijímačem), nebo i v podmořských podmínkách. Tato přednáška byla zajímavá zejména tím, že přinášela výsledky vlastního výzkumu fotonické koncepce datového spoje českých vědců. Analýza situace na trhu technologií BOK ukazuje dobrou prognózu. Mezi výhody patří vysoká přenosová rychlost, bezpečnost provozu, nízká hmotnost, snadná instalace a absence legislativních překážek.

Radiokomunikační zařízení jsou předmětem regulace a administrativních požadavků. V rámci EU jsou to závazná nařízení Evropské komise, směrnice RED, která stanoví nová pravidla pro rádiová zařízení. V závěru druhého dne o nich promluvil Ing. Macek z ČTÚ. Směrnice 2014/53/EU definuje rádiové vlny ne od 9 Hz, ale jen do 3000 GHz a nově zavádí u výrobků povinnost uvést kmitočet a výkon v Prohlášení o shodě. K tomu uvedl Ing. Šebek z Českého metrologického institutu, že tato směrnice vstoupí v platnost od 13.6.2016 a od 13.6.2017 bude platit pro všechna rádiová zařízení, která po tomto datu budou uváděna na trh. Základními požadavky, které tato zařízení musí splňovat jsou bezpečnost, EMC (elektromagnetická kompatibilita), účelné využívání rádiového spektra a eliminace škodlivých interferencí.

Panelová diskuze.

Závěr druhého dne opět patřil diskuzi, která se opět ubírala směrem k využívání spektra. S ohledem na předpokládaný rozvoj mobilní komunikace technologií 5G, kdy se zdá, že budoucí frekvenční pásma budou ležet v úrovni vyšších pásem (např. 6 GHz), není v tuto chvíli reálné uvažovat o kmitočtech pod 700 MHz v rámci tzv. II digitální dividendy. Kmitočtové požadavky na tuto technologii bude řešit světová radiokomunikační konference v roce 2019. V panelové diskusi také zaznělo, že se neustále zvyšuje elektromagnetický smog, i používáním bezkontaktních nabíječek, nebo požadavky na energeticky vyšší náročnost malých buňkových sítí při použití 5G ve srovnání se současným

vysíláním z televizních věží v případech šíření videa širokopásmovými sítěmi například v systému eMBBS.

Třetí půlden.

Teoretické přednášky předchozích dnů byly doplněny popisem dalších praktických aplikací, ať již v oblasti mobilního cloud computingu (přednáška Ing. Šedivého z ČVUT) spojeného s vývojem radiokomunikačních přístupových sítí (RAN), nebo využití nejnovějších poznatků a materiálů v anténní technice od prof. Mazánka z Elektrotechnické fakulty ČVUT. Stalo se již téměř tradicí upozorňovat na současnost a budoucnost systémů využívajících malých družic, tentokrát více z pohledu regulatorního a legislativního. ČVUT fakulta elektrotechnická byla letos pořadatelem symposia ITU o regulaci malých satelitů a komunikačních systémů za účasti ředitele ITU-R a více jak 160 expertů ze 40 států.

Dominanci přednášejících z pražské Elektrotechnické fakulty ČVUT „narušila“ prezentace o ochraně před atmosférickou elektřinou, doprovázená četnými praktickými ukázkami za vynikající režie obou pánů z firem LUMA plus a DEHN+SOEHNE. Prezentace uvedla jednak přehled platných českých technických norem k ochraně před bleskem, některé postupy zjištění ochranného prostoru nad a vedle staveb a výpočtu dostatečné vzdálenosti mezi střešní anténou a svodem od hromosvodu. Závěr patřil ukázce a vyhodnocení montážních a projekčních chyb při instalaci vnější ochrany před bleskem LPS (Lighting Protection System) u rodinného domu.

Přednáška Ing. Fliegla z elektrotechnické fakulty ČVUT o vývoji obrazových kompresních metodách, která logicky měla zapadnout do prvního dne, vlastně uzavřela celý maraton konference. Byla věnována zdrojovému kódování videa. V této oblasti od roku 1994, kdy byl standardizován MPEG-2, dochází každých 10 let k novým standardům s 50% úsporou bitového toku, i když potřebný bitový tok pro stále vzrůstající rozlišení roste rychleji, než propustnost sítě. Můžeme tudíž očekávat, že další zefektivnění o 30 – 50% přinese rok 2020. Současný nejefektivnější standard H.265/HEVC (High Efficiency Video Coding) umožňuje dle definice 3 hlavní profily (profiles), 13 úrovní (levels), pro úroveň 4 a vyšší dva stupně (tiers). Profily definují množinu kódovacích nástrojů pro typické video aplikace 4:2:0 (Main) až 4:4:4 (Main 10 - pro vyšší bitové hloubky). Úrovně definují další parametry jako rozlišení a bitové toky. Stupně (tiers) jsou definovány, od úrovně 4 a vyšší, jako hlavní (Main) pro většinu nebo vysoký (High) pro nejnáročnější aplikace. Rozsah rozlišení je v tomto standardu od nejmenšího SQCIF (128 x 96) až po nejvyšší 8K ultra HD 8192 x 4320. Přednášející popis těchto neznámějších standardů vyvíjených expertními skupinami pod patronací ITU-T a ISO/IEC doplnil o formáty primárně určené pro webové aplikace společností Google VP8 a VP9. Tento poslední formát však dle dostupných analýz nedosahuje účinnosti HEVC. Současná diskuze ohledně vylepšení se soustředí na vytváření obrazu s vysokým dynamickým rozsahem (HDR) a rozšířeným barevným gamutem (WCG) dle nového doporučení ITU-R BT.2020. Dynamický rozsah je poměr mezi nejsvětlejším a nejtmavším jasnem ve scéně, který může dosahovat až 100 000:1, přičemž dnešní běžné digitální fotoaparáty zvládnou rozsah jen 400:1. Proto probíhá stále vylepšování i v rámci Joint Photographic Experts Group (JPEG), Tato skupina standardů je považována mezi nejúspěšnější standardy vůbec a poslední standard JPEG XT umožňuje zpětnou kompatibilitu komprese obrazu s vysokým dynamickým rozsahem s klasickým JPEG.

Závěrem

Letošní výroční konference dle některých účastníků byla velmi zdařilá, jak po stránce výběru témat, tak i přednášejících. I když byla ve světle probíhající celosvětové radiokomunikační konference WRC zaměřena nejvíce na problematiku disponibilního kmitočtového spektra a jeho případné změny přidělů, i další témata z oblasti výzkumu a vývoje umožnila účastníkům nahlédnout do budoucnosti radiokomunikací. Účastníci a čtenáři tohoto článku mají možnost se s naprostou většinou prezentací podrobně seznámit na webu pořadatelské agentury <http://www.konferadio.cz/program>, která je tak s laskavým svolením autorů zpřístupnila odborné veřejnosti.