



ZPRÁVY A OZNÁMENÍ

Konference Radiokomunikace 2016

Termínem pro letošní konání konference Radiokomunikace byl 18. až 20. říjen 2016. Jednalo se o ročník v pořadí šestadvacátý a místem konání byly tradičně Pardubice. Tato konference si po řadu let v rámci České republiky drží postavení nejvýznamnějšího setkání odborné veřejnosti z oblasti rozhlasového a televizního vysílání, mobilních komunikací a aktuálních progresivních aplikací radiotechniky. Že se její záměry daří plnit, svědčí stále rostoucí zájem jak posluchačů, tak přednášejících. Je to důsledek zejména řady inovativních kroků v organizaci konference – k nim patří seskupení přednášek do *pěti vymezených tematických bloků*, z nichž každý byl následován panelovou diskusí, a časování do tří dnů uprostřed pracovního týdne. Konferenci předcházela i široká propagace v elektronických i tištěných odborných médiích s výraznou grafickou prezentací.

Po organizační stránce konferenci zajišťovala, stejně jako ročníky předcházející, agentura UNIT, která má dlouholetou praxi v zajišťování vzdělávání především v technických oborech. Sestavením programu se po celý rok zabýval přípravný výbor konference, složený z odborníků jak z firemní, tak z akademické sféry. Záštitu konferenci poskytl jmenovitě **Ing. Mgr. Jaromír Novák**, předseda Rady Českého telekomunikačního úřadu, generálním partnerem konference byla firma *Digital Broadcasting*, hlavním partnerem *České radiokomunikace*, hlavními mediálními partnery *Český rozhlas* a server *DigiZone.cz*, a dalších 15 partnerů konferenci podpořilo.

Schéma programu bylo následující:

- dopoledne prvního dne otvíral blok věnovaný *správě rádiového spektra a legislativě*, odpoledne pak patřilo bloku *satelitní komunikace, digitálního rozhlasu a televize*,
- následující den patřil z převážné části bloku *mobilních komunikací a sítí* včetně *internetu věcí*, po něm následující čtvrtý blok zahrnul atraktivní témata jako *radarová technika, zdravotní aspekty a parametry internetové konektivity*,
- program třetího dne obsahoval jediný pátý blok, věnovaný aktuálním *praktickým aplikacím radiotechniky*.

Program zahrnoval 26 přednášek a pět panelových diskusí. Jak je zde zmíněno v závěru, řada z 19 partnerů konference využila možnost prezentovat se formou svého stánku. O konferenci byly obratem publikovány operativní informace v elektronických médiích. Záměrem našeho článku je především přiblížit přehledně její věcnou stránku, blíže vystihnout jednotlivé body programu i dát pocítit její atmosféru.

Den první

V úvodu prvního dne představil s poděkováním pan **Ing. David Tomáška**, jednatel UNIT, partnery konference, upozornil na stánky umístěné v sále a předal slovo **Ing. Pavlovi Ellingerovi** (ČTÚ), novému předsedovi

organizačního výboru. Ten uvedl organizaci programu a panelů, zmínil možnost průběžně předávat lístky s dotazy pro panelové diskuse a důležitost vyplnění anketních lístků s názory účastníků. Přítomnost předsedy ČTÚ pak omluvil náměstek pan **Ing. Marek Ebert**, který jeho jménem konferenci pozdravil jako významnou příležitost pro setkání všech, kdo mají přímý nebo transdisciplinární vztah k oboru radiokomunikací. Rámcově uvedl, co tento obor z pohledu regulátora čeká v nejbližším období. Upozornil na *revizi regulačního rámce Evropské komise*, která se týká i správy rádiového spektra, kde cílem je nárůst harmonizace a zvýšení kvality služeb napříč Evropskými zeměmi. Dále zmínil *Národní plán rozvoje sítí nové generace*, podporu jmenovitě sítí 5G a *Strategii rozvoje digitální platformy*, kde úlohou ČTÚ je efektivně nastavit a řídit proces migrace televizního digitálního vysílání na vyšší standard. Uvedl též, že o digitálním rozhlasu jedná ČTÚ s vládou o představě jeho koncepce s tím, že ČTÚ bude o dalším vývoji veřejnost informovat.



Obr. 1. Ing. M. Ebert při zahájení konference.



Obr. 2. Konferenční sál prvního dne.

Shrnutí podstatných závěrů ze Světové radiokomunikační konference WRC 2015, která proběhla v Ženevě před rokem, bylo předmětem přednášky **Ing. Petra Zemana** (ČTÚ), této první z odborného programu v rámci tematického bloku *SPRÁVA RÁDIOVÉHO SPEKTRA A LEGISLATIVA*. Konference WRC se konají s odstupem zpravidla 3 až 4 roky a přípravou ČR na WRC 2015 se již zabývaly příspěvky na konferenci Radiokomunikace 2014 a 2015. Účast na WRC 2015 byla historicky nejvyšší (3300 zástupců ze 162 států a stovky pozorovatelů), což dokládalo i současný dynamický vývoj v radiokomunikacích. Jako jedny z nejvýznamnějších bodů zmínil autor mj. postup v identifikaci spektra pro vysokorychlostní komunikace *IMT* (bylo předloženo 30 pásem, významnou roli sehrál špičkově koordinovaný jednotný přístup Evropy se snahou dosáhnout co největší souvislosti pásem), přijetí podmínek pro změnu užití pásma (694 – 790) MHz (což umožní koexistenci *IMT* se zemskou digitální televizí, tzv. „druhou digitální dividendu“), a byla stanovena kandidátská pásma pro perspektivní vysokorychlostní komunikace 5G v úseku spektra od 24 po 86 GHz. Pro podrobnější rozbor dalších závěrů WRC 2015 odkázal autor na *Měsíční monitorovací zprávu ČTÚ* z prosince loňského roku (www.ctu.cz/mmmz-2015).

Navazující příspěvek **Aktuální stav plnění rozvojových kritérií pro operátory sítě LTE, mobilní širokopásmové sítě** přednesl za **Ing. Martina Hanuše** **Ing. Jiří Macek** (oba z ČTÚ). Rekapituloval stav přidělení v jednotlivých pásmech (poté, co se nenašel čtvrtý operátor, následovala dražba zbylých pásem). Přednášející popsal podrobně a s bohatou grafickou dokumentací situaci pro pásma 800 MHz, 1800 MHz, 2600 MHz. Ilustroval technické provedení aukce, zmínil změny zájmu i chování operátorů v průběhu aukcí a podrobně popsal způsob kontroly plnění stanovených rozvojových kritérií se závěrem, že všichni tři operátoři požadovanou úroveň pokrytí v daném časovém limitu splnili (aktuální informace lze sledovat na <http://lte.ctu.cz> a <http://start-lte.ctu.cz>). Zmínil i situaci v pásmu (3,6 – 3,8) GHz, kde na stanovení podmínek aukce naváže její realizace, udělení přidělu kmitočtů a pak kontroly v nich stanovených podmínek.

Atraktivnímu tématu dronů byla věnována přednáška **Regulace kmitočtů pro bezpilotní prostředky (drony), právní rámec pro jejich provoz a současný stav v ČR**, se kterou za **Ing. Pavla Židka** vystoupil **Ing. Jiří Duchač** (ČTÚ, ředitel odboru správy kmitočtového spektra). Byla zaměřena na to, které kmitočty lze pro drony využít a kdy nelze bezpečnost jejich provozování zajistit. Z těchto hledisek byla popsána spolupráce ČTÚ s Úřadem pro civilní letectví (UCL) a mezinárodní spolupráce v rámci Evropy. Byly rozvedeny otázky, co je bezpečná vzdálenost, kdy považovat zařízení za dron a aplikovat na něj příslušnou regulaci (všeobecná oprávnění) a kdy se jedná o použití komerční vyžadující individuální oprávnění a povolení UCL. Na závěr uvedl přednášející přehled legislativy, závazná pravidla platná pro provoz dronů i souvislosti s ochranou osobních údajů. Problematika dronů byla i na programu WRC 2015 a přednášející shrnul její celkový stav – jedná se o situaci, kdy technický vývoj předbíhá možnosti regulace, která propojuje kompetence řady úřadů tak, že nelze rychle na vývoj reagovat. Situace v jednotlivých zemích se velmi liší a Evropa teprve uvažuje o přípravě relevantního doporučení. Během přednášky proběhla na pódiu ukázka ovládání malého dronu, který na svém stánku vystavovala firma DRON-PRO.



Obr. 3. Ing. P. Gregora s Ing. D. Tomíškou seřizují časoměrnou kouli.



Obr. 4. O problematice dronů přednáší Ing. Duchač.



Obr. 5. Provoz dronu předvedla na pódiu firma DRON-PRO.

Následující **panelové diskuse**, kterou moderoval Ing. P. Ellinger, se zúčastnili všichni autoři předchozích příspěvků. V návaznosti na atraktivní poslední přednášku se řada dotazů

týkala problematiky dronů. Na možnosti jejich rádiového rušení reagovali zástupci ČTÚ potvrzením, že podle platné legislativy patří drony mezi zařízení, jejichž rušení je protiprávní, s výjimkou rušení ze strany policie a armády. Další dotazy se týkaly kandidátských pásem pro systémy PPDR (ochrany veřejnosti a krizové komunikace), pásem pro digitální rozhlas a jejich koordinace s okolními státy.



Obr. 6. Z průběhu panelové diskuse k 1. bloku (zleva Ing. P. Zeman, Ing. J. Macek).

Před odpolední částí prvního dne vystoupil s krátkou prezentací Roman Kropáček, provozní ředitel firmy **RTI cz s.r.o.**, která je zaměřena na šíření rozhlasového a televizního signálu v ČR (provozuje mj. 6 DAB vysílačů). Předvedl možnosti mobilního telefonu s DAB+, ukázkou funkcí krizového systému využívajícího DAB a přijímač DAB pro nevidomé, který před dvěma týdny dodali jako novinku němečtí partneři.

Odpolední blok, věnovaný **SATELITNÍ KOMUNIKACI, DIGITÁLNÍMU ROZHLASU A TELEVIZI**, zahájila přednáška **PhDr. Pavla Dvořáka, CSc.** (předseda Koordinační expertní skupiny MPO ČR) o **strategii rozvoje zemského digitálního televizního vysílání (DTT)**. Popsal dosavadní vývoj, současnou situaci DTT v ČR a uvedl cíle a principy strategie pro její rozvoj podle znění, které vláda v létě tohoto roku schválila. Strategie bere v úvahu, že DTT (podle ATO/Mediaresearch 2016) dominantně využívá pro příjem 60 % domácností, na pásma využívaná DTT se však vztahuje harmonizace, určující je pro nové technologie v rámci Evropy a pro tu jsou stanoveny závazné termíny a ustanovení. V té souvislosti schválená strategie zajišťuje rozvoj DTT jako klíčové neplacené TV platformy do roku 2030. V příspěvku byla podrobně a s využitím řady konkrétních údajů a grafů popsána skladba přechodových sítí na vyšší standard DVB-T2, který zachování daného televizního vysílání umožní, dále limity a rizika realizace strategie a kroky přechodu na DVB-T2 do roku 2021.

Na tuto přednášku bezprostředně navázal, aniž předešlého řečníka opakoval, **RNDr. Radim Pařízek** (Digital Broadcasting s.r.o.) svým věcným a přehledným vystoupením na téma **Budoucnost DTT v ČR: DVB-T2 a konkurence**, ve které se zaměřil na rizika spojená s přechodem na DVB-T2. První vidí v politické povaze rozhodnutí o přechodu, kdy vše běží v pevně určených pravidlech a čase, což porovnal s charakterem obchodních plánů dotčených podnikatelů, které jsou

vytvářeny s výhledem na cca 10 let, zisk se dostavuje až ke konci tohoto období a za současného výhledu je tedy možná jeho ztráta. Druhé riziko vidí v překotnosti technického vývoje, kdy je nutno včas očekávat nový standard, který DVB-T2 nahradí, a je otázkou, jaká bude ochota TV společností na něj přistoupit a kdy. V závěru byly zdůrazněny předpoklady zachování konkurence, která je nezbytná s tím, že nesmí dojít ke zhoršení podmínek na trhu pro kteréhokoliv jeho hráče, slovy přednášejícího „jsme všichni na jedné lodi, která musí doplnout z jednoho přístavu do druhého“.



Obr. 7. Otázky strategie rozvoje DTT komentuje PhDr. P. Dvořák, moderuje Ing. P. Ellinger.



Obr. 8. Z přednášky RNDr. R. Pařízky k budoucnosti DTT.

Blok pokračoval příspěvkem **Ing. Dušana Líšky, CSc.** věnovaným **dlouhodobé vizi DTT**. Uvedl hlavní témata konference IBC, která proběhla v polovině září v Amsterdamu a je zaměřená na špičkové televizní technologie (zmínil směry tvorby obrazových programů, atraktivnost virtuální reality, situaci DTT po WRC 2015 a základní směry obrazové kvality). Zcela nový systém ATSC 3.0, přebírající to nejlepší ze stávajících standardů, byl poprvé předveden na konferenci NAB v dubnu 2016 v USA a vše nasvědčuje, že může být základem pro budoucí celosvětový standard FoBTv (*Future of Broadcast Television*). ATSC 3.0 zahrnuje skupinu (v současné době asi 20) standardů, která je průběžně rozšiřována.

Přechod na II. generaci digitálního televizního vysílání komentoval ve svém vystoupení **Ing. Marcel Procházka**, ředitel pro regulaci a strategii Českých radiokomunikací

(ČRa). V úvodu postavil mýty proti aktuální realitě – sledovanost neinternetových platform TV u nás stabilně roste, stejně tak penetrace DTT, kapacita DTT sítí v ČR je vyprodaná, a i na vyspělých trzích ve světě se daří obchodnímu modelu *Free To Air*. Protože vypnutím vysílačů v pásmu 700 MHz by, jak odhadl, ztratilo příjem skoro 80 % diváků, lze odejmutí tohoto pásma provést jen po přechodu na DVB-T2. V té souvislosti zdůraznil klíčové body národní strategie s tím, že přechod se souběžným vysíláním je optimální varianta za daných základních podmínek. Uvedl, že v současné době ČRa jedná s ČTÚ o individuálních oprávněních pro přechodovou síť DVB-T2 a zahajují její výstavbu. Na závěr pak informoval o certifikování TV přijímačů pro formát T2 (seznam ověřených zařízení je na www.dvbt2overeno.cz).

K satelitní komunikaci obrátila pozornost účastníků přednáška **prof. Ing. Františka Vejražky, CSc.** (ČVUT FEL, katedra radioelektroniky) s názvem *Družicová navigace a rádiové systémy určování polohy, současnost a perspektivy*. Uváděla faktory, které v obtížných prostředích narušují kvalitu funkcí těchto družicových systémů (útlum vegetací, odrazy zástavbou, omezení geometrie viditelnosti družic terénem). V přehledné přednášce poutavě popsal několik možností, jak tyto nedostatky minimalizovat, případně odstranit, a to náhradou ztracené nebo silně narušené navigační zprávy z jiného zdroje. Na příkladech experimentů s využitím signálů systémů DVB-T a LTE pro získání údajů o lokalizaci pak uzavřel přednášku zamyšlením, do jaké míry pro běžnou praxi satelitní navigaci potřebujeme, protože podle získaných výsledků je možné pro určování polohy úspěšně využívat přítomné signály pozemních systémů.



Obr. 9. Prof. F. Vejražka připravuje prezentaci o prostředcích navigace (vlevo Ing. D. Tomáška).

Do světa digitálního rozhlasu vrátila účastníky přednáška **Ing. Tomáše Řapky** (TELEKO), ve které uvedl *novinky ve vysílání DAB, DAB Cloud MUX a doplňkových služeb*. Porovnal situaci nástupu DAB v zemích Evropy (vedou Británie, Švýcarsko a Finsko, které oznámilo vypnutí FM rozhlasu začátkem roku 2017). Dále uvedl podle zdrojů EBU trendy využívání DAB (implementace do smartphonů, roste vybavenost aut, rapidně narůstají počty koordinovaných DAB vysílačů – což ale není případ ČR) a zmínil příklady vládní motivace provozovatelů DAB v jednotlivých státech. Demonstraval vazbu DAB na aktuální technologické možnosti – v TELEKO v tomto roce zprovoznili DAB multiplexer v cloudu (s norskou firmou PANEDA), který nabízí řadu

funkcí nad internetovým tokem dat (např. kódování a multiplexování zvuku pro vysílání). V závěru se pak zmínil o možnostech systému Emergency Warning DAB.

Audiokodeky pro digitální rozhlas a datové toky vs. zvuková kvalita byly předmětem příspěvku **Ing. Karla Mikuláštky** (ČVUT FEL, katedra radioelektroniky). Zabýval se v něm rozbořem současného portfolia zvukových kodeků použitelných v digitálním rozhlasovém vysílání. Uvedl architekturu a porovnal zvukovou kvalitu několika typů z rodiny AAC (*Audio Advanced Coding*), která je využívána v systémech T-DAB+ a DRM(+). Testy EBU daly AAC nejvyšší hodnocení z audio formátů použitelných pro streamování po internetu a pro rozhlasové a televizní vysílání.

Titul své přednášky „*VZLUSAT-1 - po dlouhé době konečně česká družice na oběžné dráze?*“ musel **doc. Ing. Jiří Masopust, CSc.** (ZČU Plzeň, FEL, katedra aplikované elektrotechniky a telekomunikací) uvést s otazníkem, protože v tomto roce několik jednání o vypuštění 50 satelitů mezinárodního projektu QB50, ke kterým VZLUSAT-1 patří, nebylo úspěšných (ve hře bylo vypuštění z ruské ponorky, raketou ARIANE, ukrajinským nosičem Dněpr). Odyssea skončila dohodou o vypuštění prostřednictvím indického nosiče na polární oběžnou dráhu typu SSO (*Sub Synchronous Orbit*, 520 km, s inklinací 98°) ve skupině několika satelitů, které byly hodnoceny jako nejspolehlivější. Termín startu je nyní 17. 4. 2017. Po 12 letech práce na projektech pikosatelitů (cz-CUBE a PilsenCUBE následovaných projektem technologického nanosatellitu VZLUSAT-1 pro výzkum rentgenového zobrazování) je snad reálná šance na vypuštění české družice. V příspěvku autor uvedl klíčové experimenty, popsal na ZČU vyvinutý pozemský segment rádiové komunikace a zmínil řadu odborných pracovišť, která se na projektu podílela.



Obr. 10. Diskusní panel 2. tematického bloku (zleva Ing. K. Mikuláštk, R. Kropáček, prof. F. Vejražka, Ing. T. Řapek, RNDr. R. Pařízek, Ing. M. Procházka, Ing. D. Liška, doc. J. Masopust, moderuje prof. V. Řičný).

Panelovou diskusi, která uzavírala první den konference a druhý tematický blok s profesionálním nadhledem řídil pan **prof. Ing. Václav Řičný, CSc.** (UREL FEKT VUT Brno). Otázky, směřované na panelisty – autory v tomto bloku přednesených příspěvků, se týkaly v podstatě všech prezentovaných témat: metrik použitých pro kvalitu audio-kodeků, předpokladů o rušení LTE do DVB-T2 a do DAB, možnosti využití DVB-T2 i pro rozhlas a synchronizace sítí DAB prostřednictvím GPS (ČRa využívají i GLONAS a pozemní sítě). Dále byla zmíněna perspektiva a možnosti

vysílání HD DTT (aktuálně jej nabízí jen Digital Broadcasting a bude jej nabízet i v přechodové síti, ČRa pro něj v současné době nemají kapacitu vysílacích sítí, ale po rozšíření jsou na HD připraveni). Diskuse proběhla i k otázce kompenzací při přechodu na DVB-T2 a byla zmíněna zkušenost se dvěma modely – Francie provedla přechod rychle s kompenzací pro občany, v případě ČR stát zvolil variantu pomalejší bez kompenzace, kterou považují pro sebe za nevýhodnou i operátoři. Jako příklad nákladů byla uvedena cena přechodu středního studia na DVB-T2 kolem jedné miliardy korun.

Den druhý

První blok druhého dne, jehož těžištěm byly atraktivní *MOBILNÍ KOMUNIKACE, SÍTĚ a IoT*, zahájil svou netrpělivě očekávanou úvodní přednáškou *o současném vývoji systémů páté generace (5G)* pan *doc. Václav Žalud, CSc.* (ČVUT FEL, katedra radioelektroniky): sítě 5G jsou již intenzivně vyvíjeny souběžně s rychlým aktuálním nasazováním buňkových systémů 4G (*Long Time Evolution* resp. *LTE-Advanced*). Zmínil techniky 4G, které se do systémů 5G zásadně promítají (distribuované antény DAS, přístup s asistovanou licencí k využívání spektra, který je již uplatňován u LTE Rel 12), i rysy, ve kterých bude 5G výrazně odlišná (půjde o heterogenní strukturu s malými buňkami, využití spektra v nových oblastech (30 – 300) GHz, virtualizace sítí, anténní systémy typu *masivní MIMO*). Z hlediska služeb mají 5G nabídnout zdokonalení stávajících a nabídku nových, které vyhoví rostoucím požadavkům v oblastech, jako inteligentní doprava, strojová komunikace a enormně rychle se rozvíjející oblasti aplikací internetu věcí (IoT). Systémy 5G nabídnou nízkou latenci, špičkové přenosové rychlosti, spolehlivost, garantovanou kvalitu včetně sofistikovaného užití rádiového spektra a jejich nástup je očekáván v období 2018 až 2020.

Docent V. Žalud pak v dalším programu na tuto přednášku navázal výkladem o *přenosu rádiových signálů optickým vláknem* (RoF, *Radio over Fiber*), který se stává novým fenoménem v telekomunikační technice, má potenciál se uplatnit v mobilních systémech 4G a nezbytně bude využit i v 5G. Náhorně uvedl vlastnosti přenosu analogových a digitálních rádiových signálů optickým spojem, vyložil souvislost s vývojem buňkových koncepcí od homogenních k heterogenním a zmínil vhodnost systémů RoF při konkrétních aplikacích.



Obr. 11. Doc. V. Žalud během své prezentace o vývoji systémů 5G (asistuje doc. J. Masopust).

Všestranným vývojem v oblasti IoT/M2M se ve svém příspěvku zabýval *dr. Lukáš Kencl* (ředitel Výzkumně-vývojového centra pro mobilní aplikace R&D při ČVUT v Praze), ve kterém prezentoval, jak se širší souvislosti vývoje v oblasti IoT promítají do aktivit jeho pracoviště. To se prioritně zabývá interoperabilitou a bezpečností aplikací, na což je výrazný tlak ze strany prodejců.

Technologie pro Internet věcí a jejich praktické využití uvedl z pohledu operátora *Ing. Milan Hába* (T-Mobile CR). Pro fenomén IoT, který již nyní zahrnuje pestrou sestavu technologií, zařízení a aplikací, rozlišil komunikační řešení pro mikro- a makro-pokrytí. Prvnímu vyhoví technologie typu WiFi, Bluetooth, Zigbee a pro druhé jsou využívány jak klasické buňkové, tak specializované sítě jako SigFox a LoRa. Pro tyto dvě pak porovnal vhodnost využití (z hlediska požadovaných přenosových rychlostí, energetické náročnosti, dostupnosti lokalit, nároků na implementaci sítě) pro určité aplikace a blíže je charakterizoval. Obě pracují v bezlicenčním pásmu 868 MHz, pro které jsou v ČR dobře fungující pravidla využívání. LoRa je použita v síti budované ČRa, síť Sigfox budují SimpleCell Networks s T-Mobile. SigFox byla v prezentaci popsána podrobněji (zařízení může poslat max. 140 krátkých zpráv denně, primární je downlink, komunikační řešení integruje datový cloud). Očekávaný vývoj autor vidí v koexistenci více řešení, včetně sítí 3GPP standardizovaných pro účely IoT, vzhledem k výhodám, které má každé z nich pro konkrétní nasazení.



Obr. 12. Technologie pro IoT v podání Ing. M. Háby.

Program pak pokračoval druhou přednáškou *Ing. Karla Mikuláštky* (ČVUT FEL), která byla věnována *moderním rádiovým prvkům v sítích pro mobilní komunikaci*. Vycházel z praxe mobilních operátorů a zaměřil se na aktuálně používanou rádiovou technologii ve všech provozovaných mobilních sítích u nás, tj. 2G, 3G a 4G. Jejich společnou charakteristikou je efektivní využití přidělených kmitočtů, co nejnížší energetická náročnost a potřebné prostorové dispozice. Uvedl konkrétní příklady realizace rádiové části mobilní sítě, lokalizace a propojení jejích bloků s konkrétním použitým řešením anténních systémů. Co se týká perspektiv, poznamenal na závěr, že vzhledem k výrazně rychlejší obměně datových terminálů ve srovnání s hlasovými lze brzy očekávat

přepnutí systému 3G do efektivnějšího systému LTE, využívání systému 2G (GSM) však bude pokračovat.

Následovalo vystoupení **Ing. Martina Getmančuka** (CETIN), který se zabýval **radioreléovými (RR) spoji v pásmu 80 GHz v mobilní komunikaci**. Ty jsou využívány pro připojování základnových stanic mobilní sítě, ale uplatňují se i jako vysokokapacitní spoje infrastruktury. CETIN provozuje síť těchto výhradně FDD spojů budovanou od roku 2014 na základě všeobecného oprávnění VO-R 23/09.2013-5. Příspěvek ilustroval význam vysokokapacitních RR spojů za neustálého nárůstu kapacity a hustoty mobilních buněk, uvedl nově používané architektury a důvody, které vedou ke změnám topologie sítě. Dále se autor zabýval pravidly pro návrh a instalaci RR spojů v pásmu 80 GHz u nás a kvalitativními změnami v jejich vývoji. CETIN počítá s testováním nové generace těchto spojů (256 QAM, šířka kanálu 2 GHz, přenos 10 Gbit/s) od konce roku 2016.

S metodami pokrývání tunelu signálem telekomunikačních sítí seznámil pak posluchače ve své přednášce **Ing. Radek Černý** (T-Mobile CR). Souvislá dostupnost služeb mobilních operátorů - včetně datových - je dnes samozřejmým požadavkem a její řešení v tunelech železničních, silničních a v metru musí respektovat kvalitu, dostupnost, ale i proveditelnost. Příspěvek uvedl základní přístupy k pokrytí (vykrytí z anténních uzlů, aplikace vyzařovacích kabelů), jejich výhody i zápory a možná topologická řešení. Autor se zabýval rovněž otázkami sdílení prostoru více operátory, problematikou zpoždění, vícecestného šíření a mobilitou z hlediska handoveru a překryvu buněk.

Panel, který blok věnovaný mobilním komunikacím, sítím a IoT uzavíral, moderoval doc. J. Masopust a přítomni byli všichni přednášející, na které již čekala řada průběžně shromážděných otázek. První navázaly na téma pokrytí tunelů (situace sítě LTE), dále se týkaly provozu sítě Sigfox (předpoklad o počtech zákazníků, obchodní modely, souběžná implementace v zařízeních s technologiemi pro mikro-pokrytí) a proběhla diskuse k perspektivě výkonů pro zařízení IoT v souvislosti s náklady a bezpečností.



Obr. 13. Obsazení 3. panelové diskuse (zleva Ing. K. Mikuláščík, Ing. R. Černý, Ing. M. Getmančuk, Ing. M. Hába, doc. V. Žalud, moderuje doc. J. Masopust)

Čtvrtý blok v pořadí měl pestrý tematický záběr (**RADAROVÁ TECHNIKA, ZDRAVOTNÍ ASPEKTY, INTERNETOVÉ PŘIPOJENÍ**). Jako první v něm vystoupil pan **plk.**

doc. Ing. Libor Dražan, CSc. (Univerzita obrany, Fakulta vojenských technologií), který posluchačům plně vynahradil svou neuskutečněnou přednášku o novinkách ve světě radiolokátorů z minulého roku. Tu letošní nazval **Nové trendy v oblasti radiolokačních systémů**. Ve svém brilantním, zasvěceném a srozumitelně podaném výkladu se uvedl kognitivní (chytrý) radar, který se dokáže podle informací, které má k dispozici, adaptovat na prostředí signálů a tyto znalosti ve svých funkcích využít s pomocí špičkových metod umělé inteligence. Podrobněji se zmínil o biologické předloze takového systému, kterou je určitý druh netopýra (využití echolokace pro lov kořisti, adaptace vysílaného signálu podle přijatého odrazu - mj. změna tvaru, kmitočtu, opakování a kompenzace Dopplerova posunu vlastním pohybem). V návaznosti pak popsal architekturu radaru a jeho funkce v reálném prostředí.



Obr. 14. Nejen o tom, co převzaly chytré radary od netopýrů, přednáší doc. L. Dražan.



Obr. 15. Biologické účinky EM pole v podání prof. J. Vrby.

Příspěvek **prof. Ing. Jana Vrby, CSc.** (ČVUT FEL, katedra elektromagnetického pole), nabídl pohled do **výzkumu biologických účinků EM pole v mikrovlnném frekvenčním**

pásmu, kterému se na jeho katedře ve spolupráci s jinými subjekty již delší dobu věnují. Popsal experimenty prováděné na myších v mikrovlnném pásmu 900 MHz, v nichž se ověřovaly hypotézy biologických účinků EM pole na tvorbu určitých látek v jejich orgánech. Podle získaných výsledků sice zatím nelze sledované biologické účinky EM pole pokládat za jednoznačně zmapované, i když závěry, ke kterým se dospělo na pracovišti ČVUT FEL, lze pokládat za významné i v souvislosti s vlivem EM pole na člověka. Pokračování výzkumu je žádoucí, ale je zde vždy závislé na pokračování grantové podpory.

Hodnocení kvality přenosu v IP sítích včetně šíření videa se ve svém odborně velmi hutném vystoupení zabýval **doc. Ing. Jiří Vodrážka, Ph.D.** (ČVUT FEL, katedra telekomunikačních technik). Zahájil informaci o pěkné 9. pozici ČR v průměrné rychlosti *downstreamu* (ČR je v žebříčku hned za Japonskem a Holandskem, první je Jižní Korea). Ve výkladu vymezil pojem přístupové sítě nové generace (NGA, *New Generation Access*), *kvality služby (QoS, quality of service)* a *kvality vjemu (QoE, quality of experience)*. Uvedl možnosti jednotlivých technologií, provedl posluchače požadavky na kvalitu přenosu podle různých kritérií pro různé formy distribuce videa a porovnal významné metodiky měření parametrů komunikačních vrstev Ethernet/IP. V závěru zmínil geografické mapování vysokorychlostního přístupu k internetu a metodiku připravovanou ČTÚ pro měření jeho parametrů.

Závěrečného **panelu** tohoto v pořadí čtvrtého bloku se účastnili všichni tři přednášející a moderoval jej **Ing. Jan Kramosil**. Dotazy byly následovány živou diskusí, v problematice radarů se týkaly např. citlivosti na rušení od mobilních sítí, výkonových nároků sestavy pozičních radarů i použitých algoritmů. Prof. Vrba reagoval na podrobnější otázky o vlivu a využívání EM pole (uvedl: radioterapii a hypertermii se dále zabývá IKEM, z hlediska účinků mobilů u dětí doporučil jejich využívání spíše omezovat, u nás je obecně malá podpora výzkumu aplikací pro terapii). Další dotazy se týkaly problematiky IP sítí (ztráty paketů, relevance subjektivního vjemu kvality videa a výsledků technických testů).

Den třetí

Přesto, že se jednalo o poslední den konference, zůstával sál stále zaplněný. **Pátý blok** věnovaný **APLIKACÍM RADIO-TECHNIKY** zahájil poutavou přednáškou o **současném stavu ve vývoji mikrogenerátorů elektrické energie typu Energy harvesting (EH)** **prof. Ing. Miroslav Husák, CSc.** (FEL ČVUT, katedra mikroelektroniky). Podle základních fyzikálních principů charakterizoval zdroje energie kolem nás a jejich uplatnění při návrhu a realizaci mikrogenerátorů elektrické energie. Nejčastěji jsou pro EH aplikovány principy elektromagnetický, piezoelektrický a tepelný. Zmínil technologie výroby generátorů včetně nanotechnologií, uvedl příklady jejich rozměrů a výkonu mikrozdrojů. Představil řadu realizací a aplikací (např. napájení kardiostimulátoru) včetně atraktivního promítnutí animací, s důrazem na nutnost v praxi kombinovat různé principy. Pan profesor přednášku uzavřel konstatováním, že se očekává a je žádoucí velmi rychlý vývoj v této oblasti, pro ten však bude nezbytná i mladá generace schopných technicky myslících lidí.

Príspevek věnovaný **problematice tištěných antén po stránce realizace, vlastností a aplikace** přednesl za kolektiv jejich autorů vedených prof. Dr. Ing. Zbyňkem Rajdou

doc. Ing. Jaroslav Láčik, Ph.D. (VUT Brno, Ústav radioelektroniky). Využil v něm výstupů z úkolu, který je s podporou grantu řešen na jeho pracovišti, a uvedl praktické zkušenosti s návrhem antén, jejichž nositelem jsou různé textilní substráty, popsal používané technologie, způsoby návrhu a metody měření. Uvedl parametry a výsledky měření pro antény vycházející z různých technologií na kmitočtech v pásmech (5 – 6) GHz, 8 GHz, 10 GHz a 24 GHz. Samostatně se pak věnoval dvěma perspektivním oblastem aplikací těchto antén, kterými jsou jednak bezdrátová spojení mezi centrální jednotkou a monitorovaným nositelem, jednak dopravní aplikace (jmenovitě uvnitř automobilů a letadel, kde se nabízí jejich využití mj. pro vytváření senzorových sítí a velkou výhodou je zde snadná instalace a malá hmotnost).



Obr. 16. Diskuse během 4. panelu (zleva prof. J. Vrba, doc. J. Vodrážka, doc. L. Dražan, moderuje Ing. J. Kramosil).

Pohled do světa **měření šíření elektromagnetických vln v automobilech pro účely komunikace i lokalizace** nabídnul ve své přednášce **prof. Ing. Aleš Prokeš, Ph.D.** (VUT Brno, Ústav radioelektroniky), jehož pracoviště se touto perspektivní oblastí zabývá v rámci grantového projektu. Popsal sestavu pro měření a modelování širokopásmových kanálů v pásmech (56 – 64) GHz a (3,1 – 10,6) GHz, uvedl použité metody pracující v časové i kmitočtové oblasti a výstupy, které se týkají např. modelování rychlých změn a jejich vlivu na přenosové funkce komunikace, impulzní odezvu kanálu a výkonový profil zpoždění. V malém časovém prostoru zmínil řadu dosažených výsledků, které jsou souhrnně dostupné na <http://www.radio.feec.vutbr.cz/GACR-13-38735S/>.

Přednáška pana **prof. Ing. Karla Vlčka, CSc.** (Univerzita Tomáše Bati, Fakulta aplikované informatiky) uzavírala program posledního dne. Týkala se **rozšíření souboru instrukcí ARM procesoru pro multimediální digitální komunikace**. Jedná se o procesory (*Advanced Risc Machine*) nejčastěji používané v současné době v mobilních zařízeních, mj. i pro nízkou spotřebu energie, vysokou hustotu kódu a architekturu, jejíž inovace se rychle implementují a vyrábějí ve velkých sériích, s čímž se počítá i v komunikacích 5G. Popsal způsob, který použil u ARM procesoru pro přidání instrukcí určených pro vyšší efektivitu provádění speciálních výpočtů náročných operací sloužících při přenosech multimediálních zpráv. Pozoruhodné bylo, že pro to byly využity algoritmy, které publikoval před 40 lety a které byly tehdy považovány za nerealizovatelné z hlediska rychlosti a požadavků reálného času.

V **panelové diskusi**, kterou závěrečný tematický blok PRAKTICKÉ APLIKACE RADIOTECHNIKY posledního dne končil, směřovala na přednášející řada poměrně podrobných dotazů (k aktuálnosti a perspektivám EH generátorů, k životnosti a technickému provedení tištěných antén, k softwarovému návrhu a implementaci instrukcí pro ARM procesor). Diskuse měla tendenci překročit vymezený čas. Když ji Ing. P. Ellinger, který průběh panelu moderoval, citlivě ukončil, poděkoval všem posluchačům i přednášejícím za aktivní účast a tím uzavřel i daný ročník konference.

Závěrem lze říci, že díky pečlivé organizační i odborné přípravě konference byla účast na všech jejích dnech včetně posledního vysoká (v jednotlivých dnech cca 180, 150 a 70 registrovaných účastníků) a že překonala ročník minulý. Osvědčilo se rozvržení přednášek do pěti odborných bloků, kdy po každém z nich bezprostředně následoval diskusní panel s přednášejícími a kdy účastníci mohli předávat dotazy písemně během programu. Délka přestávek byla v rámci dispozic programu maximální možná, jak si v anketách přáli účastníci minulých konferencí. V široké míře tak mohl být tento čas využit k osobním neformálním setkáním a diskusím i k prohlídce řady stánků, které byly ke zhlédnutí u vstupu do sálu. Patřily mezi ně stánky KEYSIGHT Technologies, TransTech Electronic, AFRO-BOHEMIA a CST.

Reminiscenci historie z hloubky až 60. let budila nejen u pamětníků soukromá sbírka pana Luboše Cinkana dávne

spotřební elektroniky převážně sovětské výroby (kalkulačky, budíky, hodiny včetně pohledů do jejich občas ještě elektronkové konstrukce).

Konference letos přivítala i řadu nových tváří z pracovišť, která na ní byla zastoupena poprvé, a to jak mezi účastníky, tak mezi přednášejícími. Zaměření navazovalo na témata konference minulé a odráželo rovněž akcelerující vývoj v řadě oblastí radiokomunikací, kdy výsledky výzkumu a vývoje jsou obratem aplikovány. Z pracovišť akademické sféry to dokládala řada příspěvků, které srozumitelnou formou propojovaly teorii s řešením reálných aplikací, na kterých se podílely. Výsledný dojem z průběhu konference byl v souladu s představou o poslání techniky ne jako prioritně obchodního artiklu, ale jako prostředku, který slouží a prospívá lidskému společenství.

Ke konferenci byl vydán v tištěné i elektronické podobě sborník, který obsahuje podrobně zpracovaná témata přednášek. Na webu konference www.konferadio.cz, kde byly průběžně zveřejňovány informace a aktuální program, jsou dostupné prezentace přednášek, které jejich autoři dali k dispozici. Toto místo bude rovněž použito pro informace o následující konferenci RADIOKOMUNIKACE 2017.

Ing. Olga Müllerová, CSc.
Ing. Richard Ryvola



Obr. 17. V 5. diskusním panelu zasedali prof. M. Husák, doc. J. Lánčík, prof. A. Prokeš a prof. K. Vlček.



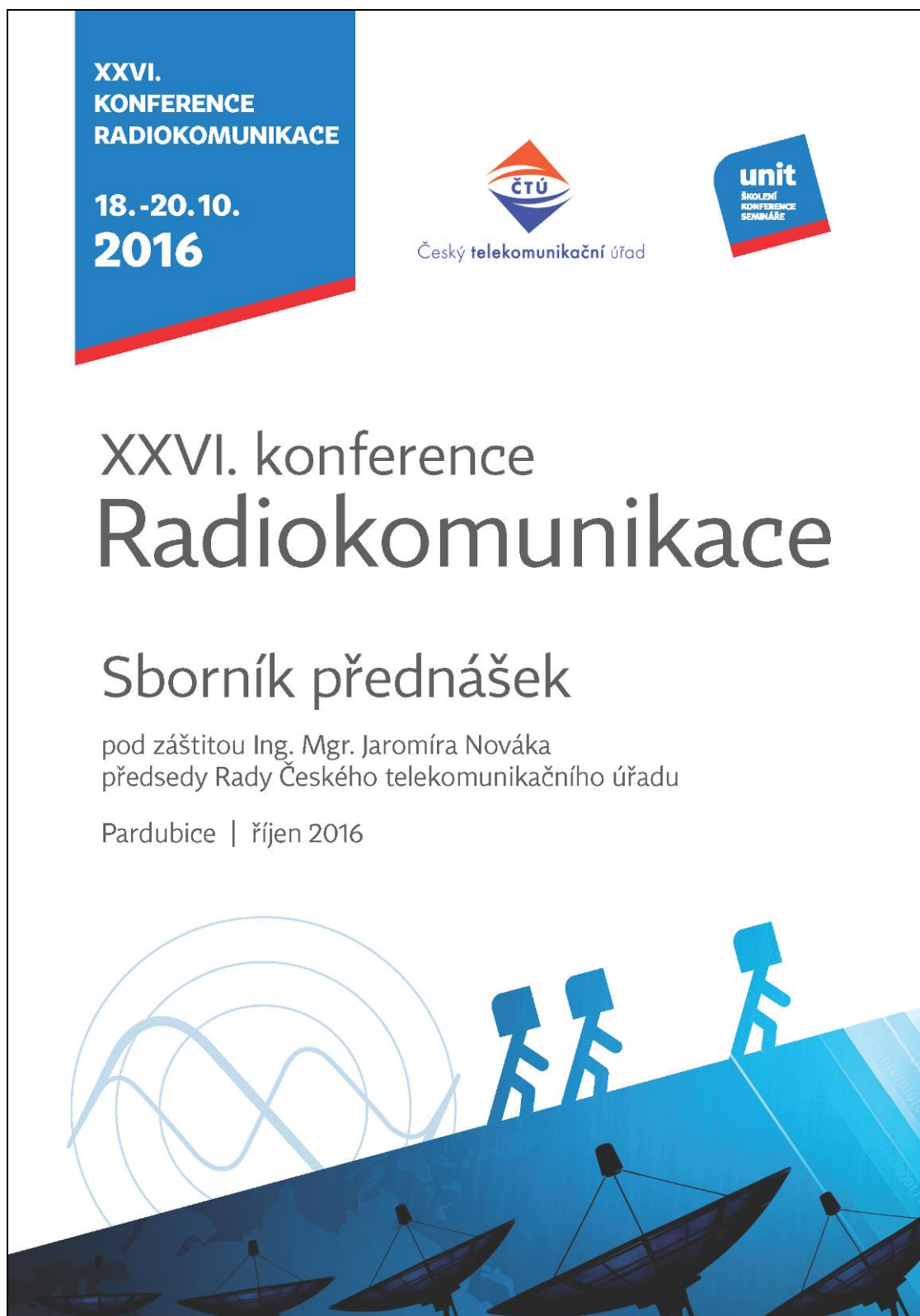
Obr. 19. U sbírky elektronických starožitností p. L. Cinkana.



Obr. 18. Přestávky byly plně využity k debatám a setkáním.



Obr. 20. U stánku AFRO-BOHEMIA.



Obr. 21. Titulní strana obálky sborníku konference Radiokomunikace 2016.