

**Strokovno mnenje o
predlogu Splošnega akta o načrtu uporabe radijskih
frekvenc (NURF-4)**

s poudarkom na
spremembah uporabe frekvenčnega pasu 1427 – 1518 MHz

Obstoječa uporaba za analogne fiksne linke bo v prehodnem obdobju premeščena v pas 1518 – 1530 MHz oz. ostale pasove za fiksne storitve od katerih je priporočen ozkopasovni del 6 GHz frekvenčnega pasu.

Naročnik:

Gospodarska zbornica Slovenije

Medijska zbornica – Združenje radiodifuznih medijev

Avtor:

CommSol d.o.o.

družba za raziskave in razvoj na področju informacijsko komunikacijskih tehnologij in medijev

Avgust, 2017

Kazalo:

1	Povzetek vsebine	4
2	Pregled mednarodnih regulatornih okvirov (ITU, CEPT, Evropska komisija).....	6
2.1	Nekaj dejstev o baznem frekvenčnem pasu 1452 do 1492 MHz.....	6
2.1.1	Nekaj zanimivih poudarkov na področju reorganizacije spektra v Evropi	11
2.2	Razvoj harmonizacije ozkopasovnih kanalov v 6 GHz področju	12
3	Tehnični vidik.....	15
3.1	Uporaba za analogne zveze:.....	15
3.2	Uporaba za digitalno STL povezavo	17
4	Ekonomski vidik.....	20
5	Regulatorni vidik.....	21
5.1	Regulatorni dokumenti, ki so pomembni za frekvenčno področje 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz:	21
6	Viri:	24

Kazalo slik:

Slika 1:	Izhodišča Evropske komisije glede uporabe frekvenčnega področja 1452-1492 in sosednjih frekvenčnih blokov v letu 2014.....	8
Slika 2:	Izguba polovice frekvenčnih pasov za fiksne zveze.....	9
Slika 3:	Pretvorba 2 GHz signala na 6 GHz področje (US pat.5,924,018).....	16
Slika 4:	Analogna STL povezava in spekter signala FM MPX	16
Slika 5:	Digitalna poveza studio - oddajnik.....	18
Slika 6:	Število izdanih odločb v frekvenčnem področju 1350-1530 MHz (stanje 31.7.2017).....	22

Kazalo tabel:

Tabela 1:	Predlog novega načrta razporeditve uporabe radijskih frekvenc za področje 1350-1492 MHz.....	15
Tabela 2:	Izračun teoretične maksimalne kapacitete radijskega kanala v Mbit/s za pasovne širine specificirane v ECC/REC/(14)03	18
Tabela 3:	Primer kapacitete radijskega kanala (proizvajalec RACOM)	19



Pomen kratic

- **ANFR** Agence nationale des fréquences
- **ARCEP** Autorité de Régulation des Communications Électroniques et des Postes
- **AWGN** Additive white Gaussian noise
- **BDA2GC** Broadband Direct-Air-to-Ground Communications
- **BEM** Block Edge Mask
- **CEPT** European Conference of Postal and Telecommunications Administrations
- **DAB** Digital Audio Broadcasting
- **E1** E-carrier (2 Mbit/s)
- **EC** European Commission
- **ECC** Electronic Communications Committee
- **ECO** European Communications Office
- **ERC** European Radiocommunication Committee
- **ETSI** European Telecommunications Standards Institute,
- **EU** European Union
- **FDD** Frequency Division Duplex
- **FM MPX** FM multipleksni signal
- **FRS** Fonds de Réaménagement du Spectre
- **IBC** International Broadcasting Convention
- **IEEE** Institute of Electrical and Electronics Engineers
- **IMT** International Mobile Telecommunications
- **IP** Internet Protocol
- **ITU** International Telecommunication Union
- **LDPC** low-density parity-check (LDPC) code
- **MA-02** Maastricht Agreement
- **MA02revCO07** Maastricht, 2002, Special Arrangement, as revised in Constanca, 2007
- **MFCN** Mobile / Fixed Communication Networks
- **NAB** National Association of Broadcasters
- **NURF** Načrt uporabe radijskih frekvenc
- **PCM** Pulse Code Modulation
- **PDH** plesiochronous digital hierarchy
- **ITU RRC-06** Regional Radio Conference 2006
- **RED** Radio equipment directive
- **RSCOM** Radio Spectrum Committee
- **RSPG** Radio Spectrum Policy Group
- **S-DAB** Satellite Digital Audio Broadcasting
- **SDL** Supplemental Downlink
- **STL** Studio-Transmitter Link
- **T-DAB** Terrestrial Digital Audio Broadcasting
- **TDD** Time Division Duplex
- **VHF** Very High Frequency
- **WARC 92** World Administrative Radio Conference
- **WBB** Wireless Broadband
- **WI-95** Sporazum podpisan na konferenci v Wiesbadnu leta 1995
- **WRC** World Radio Conference



1 Povzetek vsebine

V poglavju »Pregled mednarodnih regulatornih okvirov« je opisan razvoj dogodkov na nivoju mednarodne zveze za telekomunikacije ITU, konference evropskih regulatorjev za pošto in telekomunikacije CEPT ter Evropske komisije, ki so pripeljali do odločitve, da se frekvenčni pas L, ki je bil zgodovinsko namenjen za digitalni radio, nameni za širokopasovne komunikacije IMT. Sprememba namembnosti pasu 1452 do 1492 MHz je pripeljala tudi do spremembe dveh sosednjih pasov (1427 do 1452 MHz in 1492 do 1518 MHz), ki ju v Sloveniji uporabljajo radijske postaje za povezave od studia do oddajnikov (STL povezave). Razvoj dogodkov je pripeljal do objave treh dokumentov od katerih je napomembnejša odločba ECC/DEC(17)FF, ki opredeljuje nove tehnične pogoje za frekvenčni pas 1427 do 1518 MHz po kateri ta frekvenčni pas ne bo več mogoče uporabljati za STL povezave. Odločba bo potrjena predvidoma v novembru 2017, ko bo znan tudi rok za implementacijo v nacionalne načrte uporabe radijskih frekvenc. Odločbe ECC sicer niso zavezujoče, zato lahko v prihodnosti pričakujemo naknadno implementacijsko odločbo Evropske komisije za katero pa je težko napovedati datum izdaje. Zadnja implementacijska odločba Evropske komisije za območje 1452 do 1492 MHz je bila izdana dve leti po izdani sorodni ECC odločbi. Izdaja implementacijske odločbe bo tudi močno odvisna od časovnega poteka reorganizacije tega dela radijskega spektra v Franciji in Veliki Britaniji, ki v tem trenutku še ni znan.

V drugem delu poglavja je opisan razvoj harmonizacije ozkopasovnih kanalov v 6 GHz pasu. Ta frekvenčni pas je sicer namenjen širokopasovnim komunikacijam vendar je možno v področju zaščitnih pasov in centralnem zaščitnem pasu med zgornjim in spodnjim delom 6 GHz področja umestiti ozkopasovne kanale. Tehnična specifikacija za ozkopasovne kanale je od 27.3.2017 del standarda EN 302 217-2[21] kar pomeni odpravo formalne ovira za potencialni razvoj ozkopasovnih STL linkov na 6 GHz področju. V tem delu poglavja je opisana tudi komunikacija med ECC in ETSI glede razpoložljivosti takšne opreme na trgu, ki kaže na to, da trenutno takšna oprema ne obstaja, ker gre za zelo specifični oz. nišni del trga.

V poglavju »Tehnični vidik« je opisan tehnični problem pri prehodu iz področja L na 6 GHz. Pri tem gre predvsem za problem digitalizacije FM multipleksnega signala, kar pripelje do potrebe po večji širini radijskega kanala. Za digitalni FM multipleksni signal bi potrebovali vsaj 1,75 ali 3 MHz širok kanal tako, da nova specifikacija ozkopasovnih kanalov v področju 6 GHz ni uporabna. Ozkopasovna STL povezava bi bila možna le ob uporabi analognih mikrovalovnih povezav na 6 GHz. Verjetnost, da bi proizvajalci digitalne širokopasovne opreme za 6 GHz začeli proizvajati analogno ozkopasovno opremo je majhna, obenem pa je prav tako majhna verjetnost, da bi mali proizvajalci analogne STL opreme, ki deluje v obsegih od 220 -2000 MHz, le-to predelali za delovanje v 6 GHz frekvenčnem pasu.

V poglavju »Ekonomski vidik« so ocenjeni stroški za dve opciji, ki sta voljo slovenskim radijskim postajam. V prvi gre za zamenjavo analognih 1,5 GHz STL linkov z analognimi linki, ki bi delovali na obsegu 6 GHz, v drugi pa za zamenjavo analognih linkov z digitalnimi, ki bi delovali na 1,75 ali 3 MHz kanalih v 6 GHz pasu. Ocena stroškov za prvo opcijo ni možna, ker ni na voljo podatkov o razpoložljivosti opreme na trgu, druga opcija pa pomeni investicijo v digitalni encoder, ki predstavlja strošek v vrednosti 5000 EUR. Temu je treba še prišteti nabavo novega digitalnega oddajnika in sprejemnika za 6 GHz s pripadajočimi antenami.

Zadnji del dokumenta govori o regulatornem vidiku predlagane spremembe. Predvsem je pomembno to, da na nivoju CEPT-a odločba, ki spreminja namembnost frekvenčnega pasu 1427 do 1452 MHz in 1492 do 1518 MHz še ni sprejeta niti ni znan rok za implementacijo v nacionalne načrte uporabe frekvenc. Prikazan je tudi pregled izdanih odločb v prizadetem frekvenčnem območju, ki kaže na to, da bo treba preseliti 67 STL linkov v območje 1518 do 1530 MHz kjer je že izdanih 68 STL odločb o uporabi radijske frekvence. Vprašanje, ki se na tem mestu zastavlja je, katere od 67 STL povezav bodo lahko dobile prostor v območju 1518 do 1530 MHz in katere bo treba prestaviti v območje 6 GHz, ki bodo v tem primeru v neenakem položaju. Posebej so izpostavljena navodila v opombi ITU RR 5.341A, ki namenja uporabo tega



področja za IMT in se sklicuje na Resolucijo 223(WRC15) v kateri je poseben poudarek namenjen zagotavljanju fleksibilnosti nacionalnim regulatorjem. Le-ta predvideva pripravo načrta prehoda, ki naj bo prilagojen trenutni (zgodovinski) uporabi in pripravi časovnega okvira za uporabo frekvenčnih pasov 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz za IMT storitve z upoštevanjem nacionalnih razmer.



2 Pregled mednarodnih regulatornih okvirov (ITU, CEPT, Evropska komisija)

Tako imenovani »L band« (po označevanju IEEE¹) v katerega spadajo frekvence od 1 do 2 GHz je v uporabi za mobilne storitve, satelitsko navigacijo, nadzor letal, radioamaterske storitve, digitalni radio in radio astronomska opazovanja.

Razvoj sprememb povezanimi s t.i. baznim delom frekvenčnega pasu L (1452 do 1492 MHz) je pomemben za razumevanje poteka odločitev na mednarodnem nivoju, ki vplivajo tudi na sosednje frekvenčne pasove. V tem dokumentu bomo posebno pozornost posvetili sosednjima t.i. razširjenima posovoma 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz, ki sta pomembna za slovenske radijske postaje, ki te frekvence uporabljajo za prenos radijskih programov od studijev do oddajnih točk.

2.1 Nekaj dejstev o baznem frekvenčnem pasu 1452 do 1492 MHz

Na svetovni radijski konferenci WARC-92² je bil leta 1992 celotni pas 1452 do 1492 MHz dodeljen satelitski radiodifuziji za digitalni radio kot komplementarno omrežje, ki naj bi dopolnjevalo prizemni digitalni radio. Kasneje, leta 1995 je CEPT organiziral plansko konferenco v Wiesbadnu (WI-95) na kateri so se članice CEPT (48 evropskih držav) dogovorile za uporabo kanalov v VHF področju in v spodnjem delu tedanjega ITU "satelitskega področja" (1452 do 1467,5 MHz) za prizemni digitalni radio. Namen WI-95 je bil predvsem vzpodbuditi razvoj digitalnega radia v Evropi, za kar so namenili tedanji televizijski kanal K12. Wiesbadenska konferenca se je odvijala več kot desetletje pred ITU RRC-06 konferenco, na kateri so na novo razporedili radijski spekter za potrebe digitalne radiodifuzije in obenem določili rok za prenehanje oddajanja analognih televizijskih programov. Na tej konferenci so privzeli že dogovorjene kanale (12A, 12B, 12C in 12D) iz Wiesbadna ter dodatno določili preostale kanale v področju VHF, ki je postalo dostopno zaradi digitalizacije prizemne televizije.

Pet let po Wiesbadnu, leta 2000, se je tedanji odbor ERC pri CEPT (današnji ECC) odločil za organizacijo druge CEPT konference, ki je potekala leta 2002 v Maastrichtu, kjer so razdelili še preostalih 7 DAB blokov v zgornjem ITU »satelitskem področju« (1467,5 do 1479,5 MHz) za prizemni digitalni radio. Končni rezultat Maastrichta je bil podpisan specialni sporazum MA02, ki je v celoti zajemal frekvenčni pas, ki je bil namenjen za prizemno oddajanje digitalnega radia (1452 do 1479,5 MHz).

Naslednjem letu, je ECC harmonizirala tudi satelitski del pasu 1479,5 do 1492 MHz s sprejetjem odločbe ECC/DEC/(03)02 [3]. V tej odločbi je ECC določila, da je prvotni pas 1452 do 1492 MHz razdeljen na dva dela; 1452 MHz do 1479,5 MHz za prizemni digitalni radio za katerega veljajo določbe sporazuma MA-02 in WI-95 in 1479,5 MHz do 1492 MHz za satelitski digitalni radio.

Tako je bil celotni frekvenčni pas 1452 do 1492 MHz harmoniziran; prizemni del na podlagi WI-95 in MA-02 ter satelitski del z ECC odločbo ECC/DEC/(03)02.

Žal je vpeljava digitalnega radia potekala veliko počasneje od tedanjih pričakovanj. Države, ki so začele uvajati DAB so, razen nekaj redkih izjem, uporabljale frekvence v VHF področju tako, da je L band ostal popolnoma nezaseden. Ob naraščajočem pritisku operaterjev mobilnih telekomunikacijskih storitev, je Evropska komisija odobrila mandat CEPT-u naj v zvezi s sporazumom MA-02 naredi naslednje:

¹ IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

² WARC (World Administrative Radio Conference), po letu 1993 se je ITU reorganiziral in od takrat naprej so ITU radijske konference poznane pod akronimom WRC



- Oceniti tehnične in regulatorne pogoje za vpeljavo mobilnih multimedijskih storitev v frekvenčnem področju 1452 do 1479,5 MHz,
- Predlagati potrebne ukrepe za uvajanje mobilnih multimedijskih storitev v okviru obstoječega sporazuma MA02.

CEPT je v odgovoru na mandat pripravil poročilo CEPT/REP/018 [9] (30.3.2007), v katerem je namesto novega plana za področje 1452 do 1479,5 MHz predlagal delno revizijo MA02 sporazuma. Priprava novega plana bi po CEPT-ovem mnenju nepotrebno odlašala uvedbo mobilni multimedijskih storitev. Delna revizija sporazuma naj bi vsebovala regulatorno in tehnično podlago v obliki uporabe koncepta spektralne ovojnice in možnosti združevanja več T-DAB frekvenčnih blokov za potrebe mobilnih multimedijskih storitev. Konferenca za revizijo sporazuma MA02 je potekala v Konstanci v letu 2007, ki se je zaključila s podpisom sporazuma MA02revCO07.

Bistvo sporazuma MA02revCO07 je v dodani potrebni fleksibilnosti za uvajanje prizemnih mobilnih multimedijskih storitev na nacionalnih ravneh. To pomeni, da so še vedno ohranili kompatibilnost s sporazumom MA02 (kanalizacija in spektralne ovojnice) ob tem pa omogočili uporabo tega frekvenčnega področja za mobilne multimedijske storitve. Novosti oz. možnosti za uporabo frekvenčnega pasu od 1452 do 1479,5³ MHz so bile naslednje:

- T-DAB,
- ostali prizemni mobilni multimedijski sistemi pod pogojem, da se zagotovi kompatibilnost s Planom (koncept spektralne ovojnice),
- prizemni sistemi za mobilne multimedijske storitve, ki potrebujejo večjo pasovno širino kot 1,7 MHz z agregacijo več T-DAB blokov v en blok (npr. 3 T-DAB bloki za pasovno širino 5 MHz),
- katerakoli kombinacija od zgoraj naštetih možnosti.

Navkljub poskusom dodatne harmonizacije je frekvenčni spekter 1452-1492 MHz ostal do leta 2010 neizkoriščen, ko se je ECC odločila za novo študijo uporabe frekvenc v pasu od 1452 do 1492 MHz. V desetletju po zadnji harmonizaciji, ki se je zgodila v Konstanci leta 2007 je to frekvenčno območje ostalo neuporabljeno. Namen te študije je bil nameniti teh 40 MHz frekvenčnega pasu za storitve in aplikacije, ki bi pripomogle k razvoju informacijske družbe v Evropi.

Rezultat te študije je bil februarja 2013 objavljen v poročilu ECC/REP/188 [26], ki študijo zaključuje z ugotovitvijo, da bi bilo ta del spektra najbolj smiselno uporabiti za WBB kot dodatno enosmerno povezavo od ponudnika do naročnika - SDL (mobile broadband/mobile supplemental downlink) povezave. V tem poročilu ECC tudi predlaga točko dnevnega reda za naslednjo ITU WRC konferenco, ki bi se nanšala na zaščito MFCN v CEPT državah proti motnjam iz satelitov izven področja CEPT.

Na podlagi ECC/REP/188 je ECC izdal odločbo ECC/DEC/13(03) [27] (8.11.2013 dop. 3.7.2015) o uporabi frekvenčnega spektra 1452 do 1492 MHz za MFCN (Mobile Fixed Communication Networks) kot dodatni spekter za SDL (Supplemental Downlink), ki je razdeljen na osem pet megaherčnih blokov. Kapaciteta za potrebe SDL je pomembna za mobilna omrežja za zagotavljanje kapacitete za prenos teksta, avdia, slik, podatkov, zvočnih in video vsebin v načinih unicasting, multicasting in broadcasting. Gre za neuparjen spekter, kar pomeni, da se bo ta spekter uporabljal le v komunikaciji od operaterja do uporabnika. ECC je tudi posledično odpravil odločbo ECC/DEC/(03)02 [3], ki je bila izdana za harmonizacijo frekvenčnega spektra za satelitski DAB.

Odločbe CEPT-a niso obvezujoče. V CEPT-u je združenih 48 evropskih držav od tega je 28 držav članic Evropske unije. Zato je Evropska komisija 19.3.2014 CEPT-u podelila mandat za

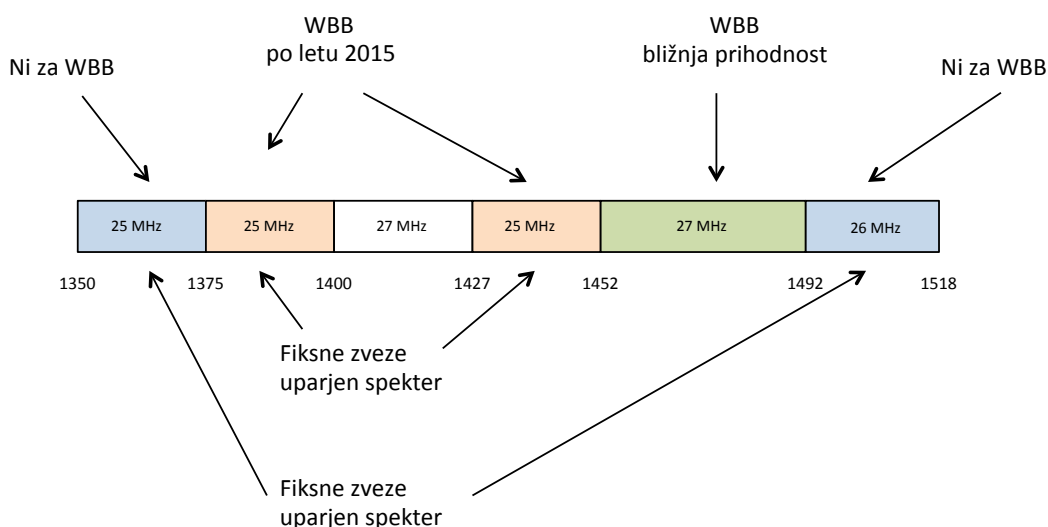
³ Zgornji del frekvenčnega pasu (1479,5-1492 MHz) je bil še vedno dodeljen za digitalni satelitski radio.



razvoj harmoniziranih tehničnih pogojev za uporabo spektra 1452 do 1492 MHz za WBB. Mandat je bil opredeljen v dokumentu RSCOM-a 13-67rev3 [13], ki je temelji na štirih zahtevah:

- Frekvenčni spekter 1452-1492 MHz nameniti za WBB v bližnji prihodnosti in spekter 1374-1400 in 1427-1452 MHz (skupaj 50 MHz) smatrati za razpoložljivega po letu 2015)
- Frekvenčni spekter 1350-1375 MHz in 1492-1518 MHz nista identificirana kot potencialna za WBB
- Frekvenčni spekter 1400-1427 MHz je zaščiten s strani ITU (radio astronomija)
- Frekvenčni spekter 1518-1559 MHz (41 MHz) je že smatran za uporabo za WBB (satelitska komponenta IMT, mobilne satelitske aplikacije)

Izhodišča Evropske komisije v letu 2014



Slika 1: Izhodišča Evropske komisije glede uporabe frekvenčnega področja 1452-1492 in sosednjih frekvenčnih blokov v letu 2014

Mandat CEPT-u je temeljil na mnenju skupine za politiko radijskega spektra pri Evropski komisiji (RSPG), ki je zapisano v dokumentu RSPG13-521rev1[7] z dne 16.3.2013. Izhodišča za pripravo tega dokumenta so bila širša od samega vprašanja kaj narediti s spektrom, ki je bil predviden za digitalni radio v L področju. Glede na vse večjo potrebo po radijskem spektru za WBB in skladno z zavezo Sveta Evrope in Evropskega parlamenta zagotoviti minimalno 1200 MHz razpoložljivega spektra za WBB v podporo ciljem evropske Digitalne Agende, je Evropsko komisijo še posebej zanimal nasvet RSPG glede bodoče uporabe frekvenčnih pasov 700 MHz, 1,5 GHz in 2,3 GHz.

RSPG je revidiral trenutne alokacije spektra v Evropi od 400 MHz do 6 GHz in pripravil načrt korakov, kako omogočiti uporabo omenjenega spektra za WBB. V tem poročilu se prvič pojavi informacija o tem, da je CEPT začel razmišljati kako preseliti ozkopasovne linkovske povezave dolgega dometa, ki so še v uporabo v področju 1400 MHz na višje frekvence nad 6 GHz.

Glede teh frekvenčnih pasov je RSPG v svojem mnenju zapisal naslednje:

- Frekvenčna področja 1350-1375 MHz, 1375-1400 MHz, 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz so že del CEPT-ove harmonizacije (CEPT Rec T/R 13-01[1], feb. 2010). V tem priporočilu je določena kanalizacija - v parih frekvenc odhodni/dohodni signal. Ta del spektra je slabo izkoriščen, kar zapiše tudi CEPT tudi v svojem poročilu ECC REP 173 [4] (Marec 2012). Glede frekvenc pod 2 GHz je v CEPT-ovem reportu sicer zapisano, da gre za "low/medium capacity" linke in da je trend uporabe stabilen (ni v porastu).



- CEPT išče možnosti kako preseliti te linke na 6 GHz, za kar bi pripravili podlago, ki bi bila podobna specifikaciji T/R 13-01, vendar se ob tem zavedajo potreb po linkovskih povezavah točka-točka na dolge razdalje, kar utegne biti problem na frekvencah nad 6 GHz saj je propagacija na teh frekvenčnih območjih bistveno slabša kot pa na 1,5 GHz.

RSPG v svojem mnenju tudi zapiše, da bi uporaba 1375-1400 MHz v paru z 1427-1452 MHz bila lahko dobra rešitev za WBB storitve, saj bi bilo lažje zagotoviti kompatibilnost pri souporabi z ostalimi servisi. Zapisali so tudi, da bosta frekvenčni področji 1350-1375 MHz / 1492-1517 MHz verjetno predmet pogajanj na ITU WRC15 glede bodoče uporabe za WBB storitve.

RSPG je osnutek mnenja objavil v javni obravnavi v februarju 2013. Odziv strokovne javnosti glede frekvenc 1350-1375 MHz, 1375-1400 MHz, 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz je izkazal večinsko podporo uporabi teh frekvenc za WBB v kombinaciji z 1452-1492 MHz, ki je že namenjen za WBB. Torej široka podpora k razširitvi bivšega T/S-DAB področja s pripojitvijo sosednjih frekvenčnih pasov. Javnost je tudi podprla predlog, da naj bi ta inciativa bila obravnavana na WRC15. Edini Ciper se ni strinjal s tem predlogom. Pravi, da bi to predstavljalo resne težave za obstoječe uporabnike tega frekvenčnega poročja za fiksne zveze in da prehod na nova frekvenčna območja ni smoteren.

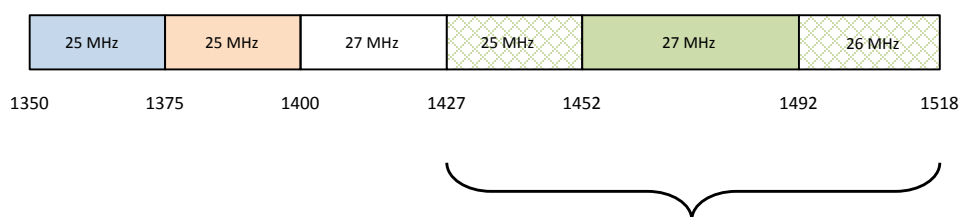
Toda na WRC15 prišlo do drugačnega sklepa in za WBB sta bila dodeljena spodnji in zgornji sosednji pas bivšega T/S-DAB frekvenčnega področja (1452-1492 MHz). V opombi 5.341A sta za WBB tako dodeljena pasova 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz:

5.341A In Region 1, the frequency bands 1 427-1 452 MHz and 1 492-1 518 MHz are identified for use by administrations wishing to implement International Mobile Telecommunications (IMT) in accordance with Resolution 223 (Rev.WRC-15).

Ta rezultat pomeni, da sta od dveh uparjenih frekvenčnih področij 1350-1375 MHz/1492-1518 MHz in 1375-1400 MHz/1427-1452 MHz ostali le spodnji polovici torej 1350-1375 MHz in 1375-1400 MHz.

Rezultat ITU WRC15

(Izguba polovice frekvenčnih pasov za fiksne zveze)



5.341A In Region 1, the frequency bands 1 427-1 452 MHz and 1 492-1 518 MHz are identified for use by administrations wishing to implement International Mobile Telecommunications (IMT) in accordance with Resolution 223 (Rev.WRC-15).

Slika 2: Izguba polovice frekvenčnih pasov za fiksne zveze

CEPT je na mandat Evropske komisije odgovoril s poročilom (Report 54[28], 28.11.2014) kjer so zapisali, da je prvi del naloge že bil opravljen t.j. harmonizacija in tehnični pogoji za za WBB SDL v frekvenčnem področju na 1452-1492 MHz. Poročilo o tem je bilo objavljeno v že omenjenem ECC Report-u 188[26] in v ECC Report-u 202[10] (nov. 2013) v katerem so bili zajeti tehnični pogoji za koeksistenco MFCN SDL v frekvenčnem področju 1452-1492 MHz s fiksnimi linkovskimi sistemi, taktičnimi radio relejnimi sistemi in zrakoplovno telemetrijo, ki delujejo v sosednjih frekvenčnih področjih.



Ostalo delo, ki se tiče tehničnih pogojev za sobivanje sosednjih kanalov in čezmejne koordinacije v frekvenčnem obsegu za WBB SDL in ostalimi obstoječimi servisi s poudarkom na nacionalnih značilnostih uporabe, t.j. prizemne radiodifuzije in aeronavtične telemetrije, je tudi že bilo končano in objavljeno v poročilu ECC report 227[11]. To poročilo je dopolnilo ECC Report 202 saj v njem niso bile upoštevane vse kombinacije glede tehničnih pogojev za koeksistenco ostalih storitev v sosednjih frekvenčnih področjih.

Na podlagi CEPT-ovega odgovora je Evropska komisija 8.5.2015 izdala implementacijsko odločbo (EU) 2015/750[8] o uporabi 1452-1492 MHz za MFC SDL. S tem korakom je bilo konec obdobja uporabe oz. bolj natančno rezervacije spektra 1452-1492 MHz za radiodifuzijo.

Trenutno veljavni pravni regulatorni okvir sloni na zgoraj omenjeni implementacijski odločbi Evropske komisije, ki v 2. členu določa, da morajo države članice zagotoviti razpoložljivost frekvenčnega spektra 1452-1492 MHz najkasneje v 6 mesecih od datuma izdane odločbe (do 8.11.2015). Glede razporeditve kanalov velja odločba CEPT ECC/DEC/13(03)[27] in implementacijska odločba Evropske komisije (EU) 2015/750[8].

Glede sosednjih frekvenčnih pasov (1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz) za tehnični del razporeditve spektra še vedno velja priporočilo CEPT Rec T/R 13-01[1], feb. 2010, ki pa ni več kompatibilno s sklepi WRC15 zato ga bo treba posodobiti (razporeditev kanalov v uparjenih delih spektra ni več skladna s sklepi WRC15). Tega se zaveda tudi Evropska komisija zato je 14.3.2017 podelila mandat CEPT-u za pripravo harmoniziranih tehničnih pogojev v dodatnih frekvenčnih pasovih v 1,5 GHz območju (RSCOM17-03rev2)[13]. Izhodišča za novo CEPT-ovo poročilo so naslednja:

- Preučiti in oceniti frekvenčno območje 1427-1518 MHz za izključno uporabo pri komunikaciji proti naročniku (downlink – only). Pri tem je treba upoštevati in po potrebi revidirati harmonizirane tehnične parametre, ki so bili objavljeni v ECC/DEC/13(03)[27] za 1452-1492 MHz področje,
- Pripraviti kanalizacijo in skupne minimalne tehnične pogoje za uporabo novih območij 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz,
- V povezavi s prejšnjo točko pripraviti harmonizirane tehnične pogoje za področja 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz na način, ki bo omogočal nacionalno fleksibilnost vključno z zaščitnimi pogoji, kjer je to potrebno, v tesnem sodelovanju z vsemi deležniki (pod pojmom deležniki lahko razumemo obstoječe t.i. zgodovinske uporabnike tega spektra kot tudi bodoče interesente za to frekvenčno območje).

Časovni okvir za izdelavo poročila je bil julij 2017 za osnutek in november 2017 za končno verzijo, ki bo vsebovala tudi rezultate javnega posvetovanja. CEPT je v odgovoru na mandat 4.7.2017 objavil 3 nove dokumente v javno obravnavo:

- CEPT Report 65[23]; Report from CEPT to the European Commission in response to the Mandate “to develop harmonised technical conditions in additional frequency bands in the 1.5 GHz range for their use for terrestrial wireless broadband electronic communications services in the Union” - subject to public consultation
- ECC/DEC(17)FF[24]; The harmonised use of the frequency bands 1427-1452 MHz and 1492-1518 MHz for Mobile/Fixed Communications Networks Supplemental Downlink (MFCN SDL) - subject to public consultation
- ECC/REP/269[25]; Least restrictive technical conditions for Mobile/Fixed Communications Networks in 1427-1452 MHz and 1492-1518 MHz - subject to public consultation

Javno posvetovanje je bilo zaključeno 18.8.2017. Odločba ECC/DEC(17)FF bo najverjetneje potrjena na naslednjem plenarnem zasedanju ECC, ki bo od 14. do 17. novembra v Romuniji (dnevni red za ta sestanek še ni znan). Ko bo odločba potrjena bo določen tudi datum začetka veljavnosti ter rok za implementacijo odločbe v nacionalne načrte uporabe radijskih frekvenc. Glede na to, da ECC odločbe niso zavezujoče, bo verjetno posledično Evropska komisija izdala



implementacijsko odločbo, ki bo povzela elemente ECC odločbe. Vprašanje je le kdaj se bo to zgodilo in ali bodo Francija, Velika Britanija in Slovenija, ki imajo v tem frekvenčnem obsegu največ fiksnih zvez dovolj močne, da bodo izdajo implemetacijske odločbe Evropske komisije lahko prestavile v čas po reorganizaciji njihovih frekvenčnih spektrov 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz. Slovenija v tem procesu najverjetneje ne bo imela močne pogajalske pozicije zaradi svoje majhnosti in relativno (v evropskih dimezijah) majhnega števila obstoječih uporabnikov na tem frekvenčnem področju.

Ob tem velja še enkrat pogledati kaj je zapisano v ITU Resoluciji 223(WRC15)[29]. V tej resoluciji je poseben poudarek namenjen zagotavljanju fleksibilnosti posameznim administracijam:

- Na nacionalnih ravneh ugotoviti kolikšno količino spektra v področjih 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz potrebuje posamezna država,
- Vsaka država naj pripravi svoj načrt prehoda, ki naj bo prilagojen na trenutno uporabo teh frekvenčnih področji,
- Vsaka država mora imeti možnost identifikacije frekvenčnih področij, ki bi lahko bila uporabljena s strani trenutnih uporabnikov področja 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz,
- Ugotoviti časovni okvir za razpoložljivost in možnosti uporabe frekvenčnih območij, ki so bila določena za IMT storitve z upoštevanjem povpraševanja uporabnikov in ostalih nacionalnih okvirov.

2.1.1 Nekaj zanimivih poudarkov na področju reorganizacije spektra v Evropi

Podatki temeljijo na odgovorih CEPT-ovih članic na vprašalnik "Questionnaire on 1427-1452 MHz and 1492-1518 MHz: Timing for availability and harmonisation for MFCN, Source ECO"[30], ki je bil predstavljen na sestanku skupine ECC PT1 (12-16.9 2016).

2.1.1.1 Francija

V Franciji je področje 1427-1452 MHz večinoma uporabljeno za fiksne zveze vrste točka-točka in točka-več točk. Uporabniki so privatna podjetja in francoska vlada. Trenutno je aktivnih več kot 1600 fiksnih radijskih linkov.

Glede časovnega okvira v katerem bi to frekvenčno področje lahko bilo uporabljeno za MFCN, francoski regulator (ANFR) navaja, da trenutno veljavni francoski NURF specificira pravice za uporabo spektra skladno s trenutnimi odločbami (fiksne zveze). Proces za spremembo NURF-a v smislu omogočiti uporabo tega spektra za IMT je pogojen z naslednjimi koraki:

- Reorganizacijo veljavnih pravic, ki izhajajo iz francoskega NURF,
- Izpeljavo procesa reorganizacije spektra (refarming) v katerem bi bilo treba ugotoviti alternativne frekvence za obstoječe uporabnike ali poiskati kakšno drugo možnost. Alternativni radijski spekter mora biti določen pred samo reorganizacijo pravic, ki izhajajo iz nacionalnega NURF. To je odvisno od harmoniziranih frekvenčnih področji, ki so določena s strani CEPT-a za fiksne storitve. Posledično, postopen migracijski načrt za obstoječe uporabnike še ni ocenjen niti določen. Trenutno Francija nima ciljnega datuma po katerem bi lahko ta področja uporabljala za IMT.

ARCEP (drugi francoski regulator zadolžen za regulacijo telekomunikacijskih trgov) načrtuje objavo javne konzultacije katere namen je vzpostaviti merila in pogoje za uporabo frekvenčnega spektra 1452-1492 MHz. Ob tem bo ARCEP tudi objavil poizvedbo o interesu mobilnih operaterjev za frekvenčna področja 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz.

Glede alternativnega frekvenčnega obsega bo Francija pretehtala možnosti, ki jih ponuja CEPT v poročilu ECC Report 215[12] in priporočilu za implementacijo ozkopasovnih kanalov v obsegu 6 GHz (ECC Recommendation 14(06)0).



Pomembno je tudi dejstvo, da ima Francija sklad za finančno kompenzacijo pri reorganizaciji spektra (FRS - Fonds de Réaménagement du Spectre), ki ga upravlja ANFR. Namen tega orodja je finančna podpora pri migraciji obstoječih storitev. FRS se financira z strani MFCN operaterjev.

Glede časovnega okvira za veljavnost nove ECC odločbe (ECC/DEC(17)FF) Francija ponavlja, da je glede na trenutno uporabo tega pasu, potrebo po spremembi NURF, časa ki bo potreben za migracijo obstoječih storitev in javnih konzultacij, datum kdaj naj začne veljati nova ECC odločba zelo težko napovedati. Kompleksnost samega procesa na nacionalnem nivoju predstavlja predvsem izdelava načrta migracije ter diskusija s trenutnimi uporabniki, ki kaže na to, da bo migracija dolgotrajna (5 do 10 let – kar še ni potrjeno). Določena fleksibilnost, ki je vsebovana v predlogu bodoče MFCN ECC odločbe bi olajšala migracijo obstoječih uporabnikov. (Danes vemo, da te fleksibilnosti v aktualnem predlogu ECC odločbe ni več, ker tehnično sobivanje fiksni storitev in IMT ni mogoče).

2.1.1.2 Velika Britanija

V Veliki Britaniji uporabljajo frekvenčni pas 1492-1517 MHz in 1350–1375 MHz. Področje 1427-1452 MHz trenutno uporablja Ministrstvo za obrambo. V področju 1,4 GHz imajo aktivnih 850 fiksni zvez. V področju 1427-1452 MHz je vlada začela pripravljati raziskavo o trenutni uporabi. Objavili so tudi poročilo o zmanjševanju uporabe frekvenčnega spektra s strani vladnih služb.

Glede časovnega okvira v katerem bi lahko frekvenčni pas 1427-1518 MHz uporabili za IMT se še niso odločili, smatrajo pa ta frekvenčni obseg za prioriteten, kot so zapisali v svoji nedavno posodobljeni mobilni strategiji.

Glede alternativnega frekvenčnega obsega Velika Britanija še nima rešitve in posledično nima še pripravljenega načrta za reorganizacijo spektra je pa mnenja, da je treba ECC odločbo sprejeti čimprej, da bi zagotovili harmonizacijo na mednarodnem nivoju. Glede datuma od kdaj naj nova ECC odločba velja menijo, da bilo treba to šele ugotoviti in pri tem upoštevati nacionalne potrebe.

2.1.1.3 Splošno o časovni okviru veljavnosti bodoče ECC odločbe

Glede časovnega okvira kdaj bi lahko bile frekvence 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz na voljo za MFCN je velika večina članic CEPT odgovorila, da še nimajo pripravljenih načrtov za reorganizacijo spektra. Nekateri države časovni okvir vežejo na rezultate javnih posvetovanj. Le Slovaška in Madžarska sta ogovorili, da je ta spekter na voljo takoj – to pa zaradi tega, ker v tem delu spektra nimajo izdanih nobenih dovoljenj. Črna gora je izjavila, da lahko spekter sprostí konec leta 2017; verjetno zato, ker imajo v pasu 1427-1452 MHz le enega uporabnika v pasu 1492-1518 MHz pa štiri. Švedska odgovarja, da bi bil spekter lahko na voljo po letu 2018 in Grčija pravi, da bi deli spektra lahko bili na voljo konec leta 2020. Slovenija je edina država, ki je eksplicitno javila datum razpoložljivosti – 31.12.2020.

Glede indentifikacije alternativnega frekvenčnega pasu je edino Slovenija odgovorila, da se je odločila za frekvenčni pas 6 GHz kamor bodo selili fiksne zveze iz L področja. Ostale države se še niso odločile za alternativno frekvenčno področje, načrti reorganizacije in prehoda na alternativne pasove pa še niso končani. Francija je previdna in pravi, da spremlja delo CEPT-a v zvezi z uporabo ozkopasovnih kanalov v 6 GHz področju.

2.2 Razvoj harmonizacije ozkopasovnih kanalov v 6 GHz področju

Na podlagi ECC poročila št. 215[12] (maj 2014) je CEPT objavil priporočilo ECC Rec. (14)06 – »Implementation of Fixed Service Point-to-Point narrow channels (3.5 MHz, 1.75 MHz, 0.5 MHz, 0.25 MHz, 0.025 MHz) in the guard bands and center gaps of the lower 6 GHz (5925 to 6425 MHz) and upper 6 GHz (6425 to 7125 MHz) bands«, ki je bilo potrjeno 19.9.2014 in dopolnjeno maja 2015). Poročilo ECC/REP215 je nastalo z namenom harmonizacije ozkopasovnih kanalov za fiksne zveze v področju od 3 GHz do 15 GHz, ki bi bili podobni tistim,



ki se uporabljajo na frekvenčnih področjih 1375-1400/1427-1452 MHz in 1350-1375/1492-1518 MHz. Ozkopasovni kanali so v uporabi za različne storitve kot so radiodifuzija (STL linki), sistemi za splošno varnost, komunikacija z energetskim ploščadmi in ozkopasovne komunikacije velikega dosega. Pripravljalci tega poročila se niso ukvarjali z izvedljivostjo prehoda obstoječih storitev v področju 1375-1400 /1427-1452 MHz v frekvenčno področje 3 do 15 GHz.

V času priprave poročila ni bilo podatkov o izvedljivosti razvoja primerne opreme niti dostopnosti takšne opreme na trgu, ki bi delovala na ozkopasovni kanalih v 6 in 10 GHz področjih. Zapišejo pa, da je ena administracija sporočila, da je pri njih prisotno izredno povečanje povpraševanja po ozkopasovnih kanalih za fiksne storitve.

V poročilu je bila pripravljena rešitev za vpeljavo ozkopasovnih kanalov, ki bi jih umestili v področja zaščitnih pasov in centralnem zaščitnem pasu med zgornjim in spodnjim delom 6 GHz področja. 6 GHz pas je namreč že dodeljen za širokopasovne fiksne zveze kot primarne storitve. Poročilo ne izključuje potrebe po koordinaciji med novimi ozkopasovnimi fiksnimi zvezami z ostalimi, že aktivnimi fiksnimi zvezami.

Glede razpoložljivosti ustrezne opreme na trgu je ECC WG SE19 (delovna skupina za fiksne zveze) zaprosila za mnenje o priporočilu ECC/REC(14)06 0 evropsko organizacijo za standardizacijo ETSI. Odgovor je decembra 2016 pripravila ETSI-jeva delovna skupina TM4, ki je zadolžena za fiksne zveze. V odgovoru je ETSI [16] navedel, da so sistemi, ki uporabljajo separacijo kanalov v rastru 1,75 in 3,5 MHz že dolgo časa del harmoniziranega standarda EN 302 217-2 [20]. Takšni kanali so bili v uporabi do pred nekaj let, ko so bila omrežja mobilnih operaterjev zasnovana na osnovi N x 2 Mbit/s kapaciteti za povezovanje mobilnih baznih postaj (predvsem v ruralnih predelih) z hrbteničnim omrežjem.

Povpraševanja po takšnih sistemih (1,75 in 3,5 MHz) danes praktično ni več, pa vendar, če bi se pojavilo povpraševanje na trgu in če predpostavljamo, da bi takšna oprema bila zanimiva za potencialne kupce, bi lahko ta oprema bila spet hitro dostopna.

ETSI v svojem odgovoru še zapiše, da je razpoložljivost opreme za ožje kanale (manj kot 1 MHz pasovne širine) povezana s problematiko, ki je obsežnejša od širine radio frekvenčnega kanala. Takšni sistemi bi namreč bili del nišnega trga, ki ga predstavljajo le današnji uporabniki analognih ozkopasovnih STL linkov.

Pomembnejši proizvajalci, ki tudi sodelujejo v ETSI-jevi delovni skupini ATTM⁴ TM4, trenutno nimajo interesa za proizvodnjo ozkopasovnih sistemov, zato bi bilo potrebno sodelovanje s proizvajalci in uporabniki ozkopasovnih sistemov, ki so zasnovani specifično za drugačne aplikacije kot pa je tipična produktna linija za povezavo mobilnih baznih postaj z jedrnim omrežjem mobilnih operaterjev.

Glede možnosti dopolnitve harmoniziranega standarda EN 302 217-2[20], ETSI v decembru 2016 odgovarja, da je v veljavi pravilo, kjer mora eden član ETSI-ja podati predlog, ki vsebuje relevantne tehnične karakteristike, ta predlog pa mora biti podprt z vsaj tremi dodatnimi člani. Če bi bil ta pogoj izpolnjen potem ne bi bilo ovire za dopolnitev ETSI standarda. Brez dopolnitve standarda, takšna ozkopasovna oprema ne bi dobila CE oznake in se, skladno z RED direktivo (Radio Equipment Directive) 2014/53/EC, ne bi mogla pojaviti na evropskem trgu.

Agencija (AKOS) je glede na javnodostopne podatke, septembra 2016 opravila poizvedbo pri dveh proizvajalcih; SIAE Microelletronica in Huawei. Odzval se je le SIAE Microelectronica odgovor pa je precej podoben uradnemu odgovoru skupine ATTM TM4 – verjetno zato, ker predsednik ATTM TM4 prihaja iz istega podjetja. Dodatno k odgovoru ATTM TM4 vidi SIAE Microelectronica dve potencialni možnosti; v prvi bi lahko obstoječi proizvajalci analognih 1,5 GHz STL linkov razmislili o nadgradnji njihove opreme na 6 GHz področje, kot drugo možnost

⁴ ATTM (Access, Terminals, Transmission and Multiplexing)



pa omeni, da bi proizvajalci opreme za 1,75 in 3,5 MHz lahko izpeljali iz historične PDH⁵ tehnologije ozkopasovne sisteme v rastru $n \times 2$ Mbit/s.

Zanimivo pa je, da je bil standard EN 302 217-2[21] dopolnjen z ECC priporočilom (14)06 kmalu za tem, dne 27.3.2017. Tako je bila odpravljena tudi formalna ovira za potencialni razvoj ozkopasovnih STL linkov na 6 GHz področju.

⁵ PDH (Plesiosinhrona Digitalna Hierarhija) – tehnologija, ki se je uporabljala za prenos velike količine podatkov preko digitalnih optičnih ali mikrovalovnih omrežij



3 Tehnični vidik

Pri opisu tehničnega vidika spremembe frekvenčnega področja, ki je v uporabi za radiodifuzne analogne STL linke v območju 1,4 GHz, izhajamo iz navedbe v predlogu NURF-4, ki ga objavil slovenski regulator AKOS dne 4.3.2017:

Radijska frekvenca	Storitev	Prilagoditve/Zahteve
1 350 – 1 400 MHz	FIKSNA MOBILNA RADIOLOKACIJSKA Storitev satelitskega raziskovanja Zemlje (pasivno) 5.339 Storitev vesoljskih raziskav (pasivno) 5.339 5.149, 5.338A	Uporaba frekvenc za dvosmerne fiksne storitve točka-točka v pasu 1350 – 1400 MHz je možna do 31.12.2020. Za obstoječe dodelitve se v prehodnem obdobju uporabi TDD tehnologija oz. se prerazporedi v druge pasove namenjene za fiksne storitve (priporočamo ozkopasovni del 6GHz pasu v skladu z ECC/REC/(14)06).
1 427 – 1 429 MHz	FIKSNA MOBILNA, razen zrakoplovne mobilne 5.341A STORITEV ZA VESOLJSKO OBRATOVANJE (Zemlja – vesolje) 5.338A, 5.341	Uporaba frekvenc za fiksne storitve točka-točka v pasu 1427 – 1452 MHz je možna do 31.12.2020. Obstoječe dodelitve se v prehodnem obdobju prerazporedi v pas 1518 – 1530 MHz (za enosmerne analogne zveze) oz. druge pasove namenjene za fiksne storitve (priporočamo ozkopasovni del 6GHz pasu v skladu z ECC/REC/(14)06).
1 429 – 1 452 MHz	FIKSNA MOBILNA, razen zrakoplovne mobilne 5.341A 5.338A, 5.341	Uporaba frekvenc za fiksne storitve točka-točka v pasu 1427 – 1452 MHz je možna do 31.12.2020. Obstoječe dodelitve se v prehodnem obdobju prerazporedi v pas 1518 – 1530 MHz (za enosmerne analogne zveze) oz. druge pasove namenjene za fiksne storitve (priporočamo ozkopasovni del 6GHz pasu v skladu z ECC/REC/(14)06).
1 492 – 1 518 MHz	FIKSNA MOBILNA, razen zrakoplovne mobilne 5.341A 5.341	Uporaba frekvenc za fiksne storitve točka-točka v pasu 1492 – 1518 MHz je možna do 31.12.2020. Obstoječe dodelitve se v prehodnem obdobju prerazporedi v pas 1518 – 1530 MHz (za enosmerne analogne zveze) oz. druge pasove namenjene za fiksne storitve (priporočamo ozkopasovni del 6GHz pasu v skladu z ECC/REC/(14)06).

Tabela 1: Predlog novega načrta razporeditve uporabe radijskih frekvenc za področje 1350-1492 MHz

Iz zgornje tabele je razvidno, da nacionalni regulator načrtuje reorganizacijo radijskega spektra in obenem napoveduje prehod iz obstoječih frekvenčnih pasov na območje 6 GHz ob upoštevanju priporočila ECC/REC/(14)060. To priporočilo daje podlago za uvajanje ozkopasovnih kanalov (3.5 MHz, 1.75 MHz, 0.5 MHz, 0.25 MHz, 0.025 MHz) za fiksne zveze v področju od 3 GHz do 15 GHz, ki bi bili podobni tistim, ki se uporabljajo na frekvenčnih področjih 1375-1400/1427-1452 MHz in 1350-1375/1492-1518 MHz.

Kanale, ki jih opredeljuje ECC/REC/(14)06 je možno uporabljati za analogne ali digitalne fiksne zveze.

3.1 Uporaba za analogne zveze:

Teoretično je možno obstoječe 1,4 GHz analogne ozkopasovne fiksne zveze predelati za frekvenčno področje 6 GHz. V literaturi je mogoče zaslediti patent iz leta 1997, ki ga je prijavil Alcatel Network Systems, Inc. Ta patent je bil prijavljen zaradi realokacije 2 gigaherčnih zvez na 6 GHz področje v Združenih državah Amerike. Patent sicer ni več zaščiten, ker je veljavnost potekla 9.9.2003 zaradi neplačevanja pristojbine s strani prijavitelja. Tehnična rešitev temelji na pretvorbi 2 GHz signala v medfrekvenco 70 MHz, le-ta pa je naknadno v mešalniku (UPCVTR) pretvorjena v 6 GHz področje.



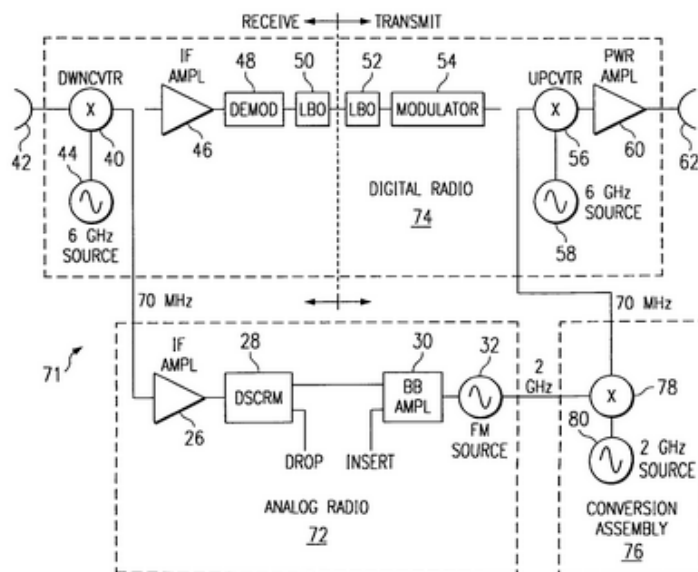


FIG. 5

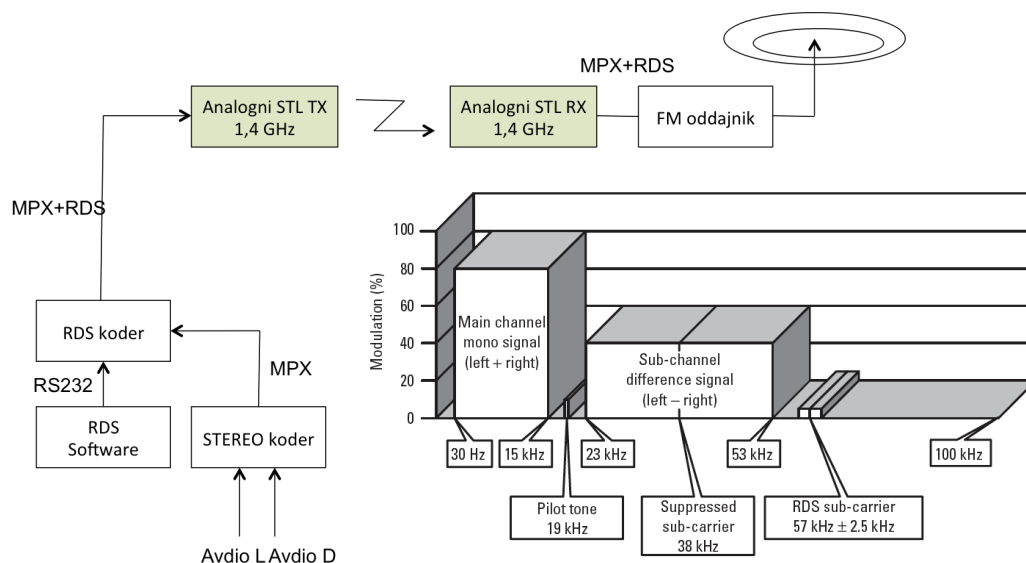
Slika 3: Pretvorba 2 GHz signala na 6 GHz področje (US pat.5,924,018)

Trenutno ni informacij ali obstaja kdo od proizvajalcev analognih STL linkov, ki bi na trgu lahko ponudil opremo za 6 GHz.

Spodaj je navedenih nekaj primerov STL opreme, ki jo uporabljajo slovenske privatne radijske postaje:

- ELCA; XPT/R-2G STL (Oligate-Italija), (1300-2600 MHz)
- ES – Electronic Service (Ancona – Italija); TXG/RXG STL Radiolink (1600-2500 MHz)
- R.V.R. (Bologna-Italija) PTRL&RXRL LCD (220-240 MHz, 420-440 MHz, 900-960 MHz) in PTRL-NV&PTRL-NV/HP (200-1100 MHz)
- SieL (Lissone-Italija) EXC/RTX 18 (200-960 MHz, 1400-2600 MHz)
- SUONO Telecom (Flero-Italija), Link transmitter mod. TSL, Link receiver mod RAL-03, (1,3-2,5 GHz).

Vsa oprema, ki je trenutno v uporabi, je analogna in prenaša FM multipleks signal (FM MPX) od studia to oddajnika. S tem signalom se direktno napaja oddajnik.



Slika 4: Analoga STL povezava in spekter signala FM MPX



3.2 Uporaba za digitalno STL povezavo

Prehod na 6 GHz pomeni, da bi privatne radijske postaje morale za povezavo studio-oddajnik uporabljati digitalno povezavo posovne širine 1,75 ali 3,5 MHz. To bi posledično pomenilo, da bi morale analogni MPX signal digitalizirati, investirati v nov 6 GHz digitalni link in na oddajni strani pretvoriti digitalni MPX signal spet nazaj v analognega.

Na trgu sicer obstajajo rešitve za digitalizacijo FM MPX signala, ki so nastale predvsem zaradi potrebe po prenosu analognega FM MPX signala v primerih, ko že obstaja digitalna povezava med studijem in oddajnikom. Največkrat je to tam, kjer je oddajna točka povezana preko fiksne žične širokopasovne povezave ali pa širokopasovne digitalne mikrovalovne zveze, ki je prvenstveno namenjena prenosu videa za druge storitve.

V slovenskem primeru je situacija obratna saj privatne radijske postaje praviloma nimajo širokopasovnih digitalnih povezav do oddajnikov in bi morale analogne STL linke zamenjati z digitalnimi zgolj zaradi novega načrta uporabe radijskih frekvenc (NURF-4), ki predvideva prehod na drugo (višje) frekvenčno območje.

Analogni FM MPX signal je možno digitalizirati z opremo, ki je dostopna na trgu in jo lahko razdelimo na dve skupini:

- Oprema, ki digitalizira analogni MPX signal brezizgubno (linearna PCM pri analogno digitalni pretvorbi)
- Oprema, ki uporablja kompresijo pri digitalizaciji analognega MPX signala.

Potrebne kapacitete digitalnih linkov za opremo iz prve skupine so naslednje:

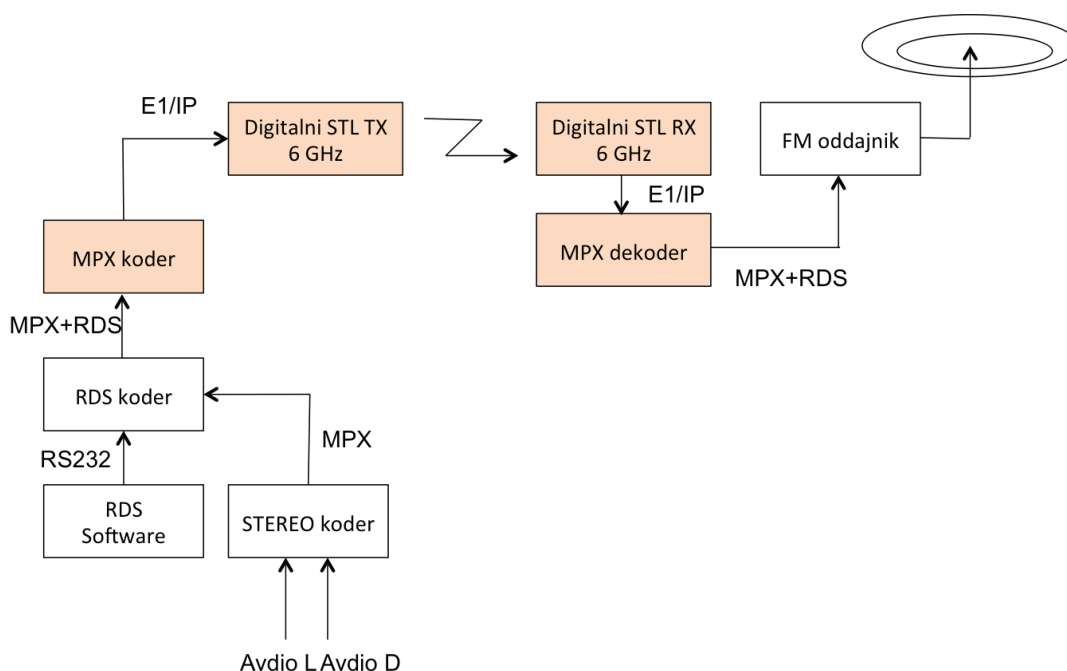
- Podatkovni kanal E1 (2,048 Mbit/s) za linearno PCM digitaliziran FM MPX signal (12-15 bit na vzorec, 132 kHz vzorčna frekvenca, Reed Solomon FEC)
- Podatkovni kanal IP (16-24 bit na vzorec, 192 kHz vzorčna frekvenca, ProMPEG FEC)⁶:
 - 4,48 Mbit/s, (4x4 FEC, dodana zakasnitev 15 ms)
 - 3,54 Mbit/s, (4x4 FEC, dodana zakasnitev 149 ms)
 - 3,55 Mbit/s, (10x10 FEC, dodana zakasnitev 133 ms)
 - 2,83 Mbit/s, (10x10 FEC, dodana zakasnitev 933 ms)

Oprema, ki uporablja kompresijo pri digitalizaciji FM MPX signala je precej redka. Leta 2016 je v na dveh najpomembnejših radiodifuznih konvencijah NAB (Las Vegas) in IBC (Amsterdam) proizvajalec Telos Alliance, ki je znan po procesorjih FM signala iz družine OMNIA, ki jih pogosto uporabljajo tudi slovenske privatne radijske postaje, najavil nov produkt »μMPX«. Za prenos digitalnega FM MPX signala potrebuje le 320 kbit/s na IP omrežju. Seveda je kvaliteta takšnega signala slabša od linearnih sistemov, ki potrebujejo večjo bitno hitrost, vendar proizvajalec zagotavlja, da so subjektivne ocene kvalitete zvoka še vedno odlične.

V začetku julija letos je Telos Alliance najavil podporo FM procesorju OmniaSST z μMPX koderjem. OmniaSST s podporo za μMPX prodajajo za 1.395 USD dodatna licenca za uporabo koderja μMPX pa stane 395 USD. OmniaSST je pravzaprav software, ki deluje na PC računalniku, za vzpostavitev STL povezave do oddajnika pa je treba dokupiti dodatno licenco za dekoder na strani oddajne lokacije.

⁶ Primer: 2Wcom FMC01-FM MPC Codec (MPX over E1, MPX over IP)





Slika 5: Digitalna povezava studio - oddajnik

Vprašanje, ki se zastavlja pri digitalizaciji STL linka, je kakšna širina radiofrekvenčnega kanal je potrebna za realizacijo takšne povezave.

Povezava med bitno hitrostjo digitalne komunikacije in širino radijskega kanala je odvisna od več dejavnikov. Teoretična kapaciteta radijskega kanala je odvisna od pasovne širine kanala ter od razmerja signal/šum. V primeru prisotnosti šuma, ki ustreza aditivni Gaussovi porazdelitvi belega šuma (AWGN) je kapaciteto radijskega kanala mogoče izračunati z uporabo Shannon-Hartley teorema:

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

- C je kapaciteta radijskega kanala v bit/s
- B je pasovna širina v Hz
- S/N je razmerje signal/šum izražena kot razmerje med močjo šuma in močjo signala (ne v dB)

Izračun teroretične kapacitete radijskega kanala v primeru uporabe kanalov različnih pasovnih širin, ki so specficirani v ECC/REC/(14)06:

B [Hz]	S/N [dB]				
	9,5 dB	15 dB	19 dB	20,5 dB	23,5 dB
3,5	11,58	17,60	22,15	23,88	27,35
1,75	5,79	8,80	11,08	11,94	13,67
0,5	1,65	2,51	3,16	3,41	3,91
0,25	0,83	1,26	1,58	1,71	1,95
0,025	0,08	0,13	0,16	0,17	0,20

Tabela 2: Izračun teroretične maksimalne kapacitete radijskega kanala v Mbit/s za pasovne širine specficirane v ECC/REC/(14)03

Kapaciteto radijskega kanal pa ne smemo zamenjevati z uporabno kapaciteto kanala (data rate). Le-ta je odvisna od uporabljene modulacije in kanalskega kodiranja, ki predstavlja redundanco. Izbira modulacije je odvisna od razmerja S/N kar velja tudi za stopnjo kanalskega kodiranja. Na razmerje S/N vpliva moč oddajnika in moč signala na vhodu sprejemnika.



Primer različnih realnih uporabnih kapacitet radijskega kanala pri dveh pasovnih širinah (1,75 in 3,5 MHz), ki jih podaja eden od proizvajalce mikrovalovnih linkov (RACOM)⁷ v odvisnosti od različnih vrst modulacije in pri kanalskem kodiranju LDPC (low -density parity-check) je razvidna v spodnji tabeli:

Modulacija	S/N [dB]	User Bit Rate [Mbps] BER 10 ⁻⁶	
		1,75 MHz	3,5 MHz
QPSK	9,5	2,5	4,9
16 QAM	15	5,0	9,6
32 QAM	19	6,3	12,1
64 QAM	20,5	7,4	14,3
128 QAM	23,5	8,9	17,2

Tabela 3: Primer kapacitete radijskega kanala (proizvajalec RACOM)

Glede na že navedene potrebne kapacitete oz. bitne hitrosti za digitalni FM MPX signal, ki znašajo 2,048 Mbit/sv primeru podatkovnega kanala E1 ali 2,83 do 4,48 Mbi/s za IP podatkovni kanal, bi se ob prehodu iz 1,5 GHz področja morala najverjetneje spremeniti tudi širina kanala, od zdajšnjih 0,5 MHz na vsaj 1,75 MHz ali bolje na 3,5 MHz.

⁷ <http://www.racom.eu/>



4 Ekonomski vidik

Napovedana ukinitvev frekvenčnih področij 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz za uporabo fiksnih povezav točka-točka pogojuje zamenjavo opreme (v primeru priporočenega prehoda na 6 GHz) obstoječih uporabnikov in s tem znaten finančni izdatek. Velika večina uporabnikov v tem delu slovenskega frekvenčnega prostora so privatne radijske postaje, ki ta spekter uporabljajo za prenos FM MPX signala od studia do oddajne točke. Spremenjena uporaba in tehnični parametri spektra 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz je bila dogovorjena na evropskem in posledično ITU nivoju. Te frekvence bodo v bodoče na voljo za IMT storitve skupaj s frekvenčnim področjem, ki je bilo nekoč rezervirano za digitalni radio DAB.

Pri spremembi frekvenčnega področja v 6 GHz pas, kot predlaga regulator v predlogu novega načrta uporabe radijskih frekvenc, so bodo privatne radijske postaje morale odločiti za eno od dveh možnosti:

- Ohraniti tehnologijo ozkopasovnega (pasovna širina kanala 0,5 MHz) analognega prenosa FM MPX signala od studia do oddajnika in zamenjati obstoječo opremo s takšno, ki bo ustrezala tehničnim pogojem navedenim v priporočilu ECC/REC/(14)06, ki velja za 6 GHz pas,
- Preiti na digitalno distribucijo FM MPX signala od studia do oddajnika in v ta namen uporabiti digitalne mikrovalovne zveze, ki še obstajajo na trgu in so zmožne delovati v 1,75 ali 3,5 MHz širokem frekvenčnem kanalu.

Prva rešitev je problematična, ker zaenkrat ni podatkov o tem, da bi kdo od obstoječih proizvajalcev analogne STL opreme imel v načrtu modifikacijo opreme, ki je trenutno v proizvodnem programu. V primeru, da bi se takšna oprema pojavila na trgu, bi bilo treba zamenjati STL oddajnik in sprejemnik obenem z usmerjenimi antenami. Pri tem bo treba paziti tudi na potencialne težave zaradi drugačne propagacije 6 GHz. Za 1,5 GHz zvezo namreč ni potrebna absolutna vidljivost med oddajnikom in sprejemnikom (NLOS – Near Line of Sight), kar za 6 GHz zveze ne velja.

Druga rešitev je možna vendar je povezana s precejšnjimi stroški, saj je treba investirati v naslednjo opremo (glej Slika 5: Digitalna poveza studio - oddajnik):

- MPX koder
- Digitalni STL oddajnik (6 GHz)
- Digitalni STL sprejemnik (6 GHz)
- MPX dekodek
- Oddajna in sprejemna usmerjena antena

Strošek MPX enkoderja/dekoderja je ocenjen na 5.000 EUR. Digitalni STL link bi moral zagotavljati bitno hitrost povezave od 2 do približno 5 Mbit/s, kar je odvisno od uporabljenega komunikacijskega protokola (E1 ali IP). Za takšno povezavo bi potrebovali vsaj 1,75 MHz širok radijski kanal.

Na sam proces prehoda iz 1,5 na 6 GHz pas lahko pogledamo še z drugega zornega kota; ta frekvenčni pas se sprošča zato, da bi se na javni dražbi prodal za IMT storitve operaterjem mobilnih omrežij. Obstoječi (zgodovinski) uporabniki imajo s tem stroške, javni proračun prihodek iz naslova prodanega radijskega spektra, mobilni operaterji pa ekonomsko korist pri ponujanju IMT storitev. Pri takšnih reorganizacijah radijskega spektra, ki so seveda nujne zaradi tehnološkega razvoja, daje dober zgled francoska ureditev v obliki sklada za finančno kompenzacijo (FRS), ki se financira s strani mobilno fiksno komunikacijskih omrežij (MFCN).



5 Regulatorni vidik

Slovenski regulator je predlog novega načrta uporabe radijskih frekvenc (NURF-4) objavil 4.3.2017. V tem predlogu časovno omejuje uporabo frekvenčnega področja 1427-1518 MHz za enosmerne analogne zveze najkasneje do 31.12.2020 (Tabela 1). Za to frekvenčno področje predlog NURF-4 predvideva prestavitev obstoječih zvez v pas 1518-1530 MHz ali v druge frekvenčne pasove, ki so namenjeni za fiksne storitve in obenem priporoča uporabo ozkopasovnih kanalov v 6 GHz področju skladno z priporočilom ECC/REC/(14)06.

Za frekvenčno področje 1350-1400 MHz predvideva predlog NURF-4 prerazporeditev dvosmernih fiksnih storitev točka-točka v druge pasove namenjene za fiksne storitve (priporoča ozkopasovni del 6 GHz pasu v skladu z ECC/REC/(14)06. V predhodnem obdobju se za obstoječe dodelitve uporabi TDD tehnologija. V tem področju je trenutno 23 izdanih odločb za enosmerne analogne zveze in 12 odločb za dvosmerne fiksne zveze, ki jih uporablja podjetje SINTAL. Enosmerne analogne zveze, ki jih uporabljajo slovenske privatne radijske postaje torej ostajajo v uporabi tudi v bodoče.

5.1 Regulatorni dokumenti, ki so pomembni za frekvenčno področje 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz:

Trenutno je še vedno v veljavi CEPT Rec T/R 13-01 (feb. 2010), ki določa razporeditev kanalov v tem relevantnem frekvenčnem področju. To pomeni, da zaenkrat uvajanje IMT storitev še ni mogoče. Predlog NURF-4 v koloni aplikacije omenja uporabo za digitalne celične sisteme IMT in opombo ITU RR 5.341A, ki namenja uporabo tega področja za IMT in se sklicuje na Resolucijo 223(WRC15). V tej resoluciji je poseben poudarek namenjen zagotavljanju fleksibilnosti posameznim administracijam:

- Na nacionalnih ravneh ugotoviti kolikšno količino spektra v področjih 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz potrebuje posamezna država,
- Vsaka država naj pripravi svoj načrt prehoda, ki naj bo prilagojen na trenutno uporabo teh frekvenčnih področji,
- Vsaka država mora imeti možnost identifikacije frekvenčnih področij, ki bi lahko bila uporabljena s strani trenutnih uporabnikov področja 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz
- Ugotoviti časovni okvir za razpoložljivost in možnosti uporabe frekvenčnih območij, ki so bila določena za IMT storitve z upoštevanjem povpraševanja uporabnikov in ostalih nacionalnih okvirov.

Torej časovno ne opredeljuje kdaj bo to frekvenčno področje dejansko uporabljeno za IMT ampak odločitev prelaga na nacionalne nivoje, kjer naj odločitev temelji na potrebi po spektru, načrtu prehoda (odhoda obstoječih uporabnikov) in nacionalnem časovnem okviru za razpoložljivost teh frekvenc.

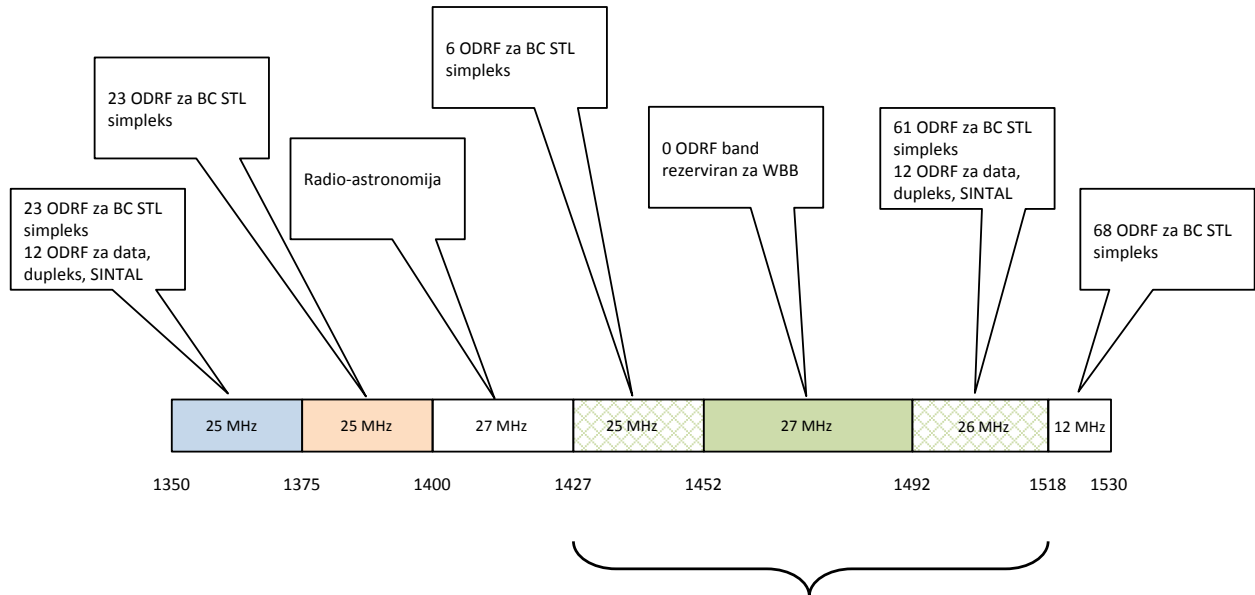
CEPT je 4.7.2017 objavil v javno obravnavo naslednje dokumente: CEPT Report 65[23], ECC/DEC(17)FF[24] in ECC/REP/269[25]. Od teh sta pomembna zadnja dva. ECC/REP/269 daje podlago za odločbo ECC/DEC(17)FF, ki harmonizira kanalsko razporeditev v frekvenčnem področju 1427-152 MHz in 1492-1518 MHz na način, ki omogoča implementacijo MFCN SDL. Ti dokumenti bodo potrjeni in sprejeti predvidoma do konca leta 2017. ECC odločba ECC/DEC(17)FF bo potem, ko bo postala veljavna, omogočala implementacijo IMT (MFCN SDL) storitev, obenem pa bo verjetno določeno prehodno obdobje konca veljavnosti CEPT Rec T/R 13-01, ki je podlaga za obstoječe analogne STL linke. Glede na to, da CEPT odločbe niso zavezujoče bo zadnji korak za implementacijo IMT implementacijska odločba Evropske komisije katere datum je težko napovedati, saj bo odvisen od razmer v državah članicah (predvsem v Franciji in Veliki Britaniji).

V predlogu slovenskega NURF-a je za frekvenčna področja 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz navedena opomba:



»Uporaba frekvenc za fiksne storitve točka-točka v pasu 1427–1452 MHz in 1492-1518 MHz je možna do 31.12.2020. Obstoječe dodelitve se v prehodnem obdobju prerazporedi v pas 1518 – 1530 MHz (za enosmerne analogne zveze) oz. druge pasove namenjene za fiksne storitve (priporočamo ozkopasovni del 6GHz pasu v skladu z ECC/REC/(14)06)).«

Slika 6 povzema trenutno število izdanih odločb v frekvenčnem področju 1350-1530 MHz:



5.341A In Region 1, the frequency bands 1 427-1 452 MHz and 1 492-1 518 MHz are identified for use by administrations wishing to implement International Mobile Telecommunications (IMT) in accordance with Resolution 223 (Rev.WRC-15).

Slika 6: Število izdanih odločb v frekvenčnem področju 1350-1530 MHz (stanje 31.7.2017)

Iz novega predloga slovenskega načrta uporabe radijskih frekvenc torej izhaja, da bo potrebno prerazporediti 6 obstoječih enosmernih analognih zvez iz področja 1427-1452 MHz in 61 zvez iz področja 1492-1518 MHz, torej skupaj 67 enosmernih analognih zvez, v področje 1518-1530 MHz kjer je trenutno že izdanih 68 odločb o uporabi radijske frekvence za analogne STL povezave. Predlog sicer omenja tudi druga frekvenčna področja za fiksne zveze a ne navaja za katera konkretna področja gre, priporoča pa uporabo ozkopasovnih kanalov v 6 GHz pasu.

Ne glede na rok veljavnosti obstoječih odločb (ODRF) je treba razumeti, da obstoječi uporabniki potrebujejo takšne povezave tudi v prihodnje oz. vsaj do prenehanja oddajanja analognega FM radia, ki pa v Sloveniji še ni odločeno.

Glede na različne možnosti sprememb obstoječih dodelitev, ki jih predlaga NURF-4 je mogoče sklepati naslednje:

- V frekvenčnem področju 1518-1530 MHz verjetno ni dovolj prostora za dodatnih 67 analognih enosmernih zvez,
- Katere obstoječe enosmerne zveze iz področij 1427-1452 MHz (6 zvez) in 1492-1518 MHz (61 zvez) bodo lahko dobile prostor v predlaganem pasu 1518-1530 MHz?
- Ni jasno katera »druga frekvenčna področja za fiksne zveze« so potencialno na voljo za enosmerne analogne zveze (priporočanje 6 GHz je nenavadno, glede na to, da na trgu ni dostopne opreme oz. da je prehod na 6 GHz potencialno povezan z digitalizacijo enosmernih zvez in posledično višjimi stroški),
- Obstoječi uporabnik dvosmernih zvez bo moral preiti na TDD tehnologijo zaradi izgube polovice frekvenčnega pasu, ki omogoča FDD duplexni način,



- Zastavlja se vprašanje ali obstaja načrt prehoda, ki bi bil prilagojen trenutni uporabi teh frekvenčnih področij,
- Manjka proces reorganizacije spektra (refarming) v katerem bi bilo treba ugotoviti alternativne frekvence za obstoječe uporabnike ali poiskati kakšno drugo možnost,
- Ugotoviti interes mobilnih operaterjev za frekvenčna področja 1427-1452 MHz in 1492-1518 MHz (v Španiji mobilni operaterji niso zainteresirani za ta frekvenčni pas in ob tem navajajo problem tehnologije, ki je še ni na trgu, podobne ugotavljata Danska in Nemčija)⁸

⁸ Podatki iz vprašalnika: Results of Questionnaire on 1427-1452 MHz and 1492-1518 MHz: Timing for availability and harmonisation for MFCN, Source ECO na sestanku ECC PT1 (12-16.9 2016)



6 Viri:

- [1] Recommendation T/R 13-01 E (Montreux 1993, Revised Rottach-Egern, February 2010) - PREFERRED CHANNEL ARRANGEMENTS FOR FIXED SERVICE SYSTEMS OPERATING IN THE FREQUENCY RANGE 1 - 2.3 GHz
- [2] ECC PT1(16)098; ECC PT1 # 53 Budapest, Hungary, 12-16 September 2016 - Results of Questionnaire on 1427-1452 MHz and 1492-1518 MHz: Timing for availability and harmonisation for MFCN
- [3] ECC/DEC/(03)02 - ECC Decision of 17 October 2003 on the designation of the frequency band 1479.5 – 1492 MHz for use by Satellite Digital Audio Broadcasting systems.
- [4] ECC/REP/173 - Fixed Service in Europe Current use and future trends post 2011, March 2012
- [5] RESOLUTION 233 (WRC-12) - Studies on frequency-related matters on International Mobile Telecommunications and other terrestrial mobile broadband applications
- [6] RESOLUTION 232 (WRC-12) - Use of the frequency band 694-790 MHz by the mobile, except aeronautical mobile, service in Region 1 and related studies
- [7] RSPG13-521 rev1 - RSPG opinion on strategic challenges facing Europe in addressing the growing spectrum demand for wireless broadband, 13.6.2013
- [8] COMMISSION IMPLEMENTING DECISION (EU) 2015/750 of 8 May 2015 on the harmonisation of the 1452-1492 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing electronic communications services in the Union (*notified under document C(2015) 3061*); Official Journal of the European Union (12.5.2015)
- [9] CEPT/REP/18; Report from CEPT to the European Commission in response to the Mandate on: EU harmonisation of the band 1452 – 1479.5 MHz (lower part of L-band) to allow flexible use by mobile multimedia technologies, 30.3.2007
- [10] ECC/REP/202, Out-of-Band emission limits for Mobile/Fixed Communication Networks (MFCN) Supplemental Downlink (SDL) operating in the 1452-1492 MHz band, September 2013
- [11] ECC/REP/227, Compatibility Studies for Mobile/Fixed Communication Networks (MFCN) Supplemental Downlink (SDL) operating in the 1452-1492 MHz band, Approved January 2015
- [12] ECC/REP/215; Assessment of the technical feasibility of introducing very narrow channel spacing in some existing plans, in guard bands and center gaps of FWS channel arrangement at 6 GHz and 10 GHz, Approved May 2014
ECC/REC/(14)06, Implementation of Fixed Service Point-to-Point narrow channels (3.5 MHz, 1.75 MHz, 0.5 MHz, 0.25 MHz, 0.025 MHz) in the guard bands and center gaps of the lower 6 GHz (5925 to 6425 MHz) and upper 6 GHz (6425 to 7125 MHz) bands, Approved 19 September 2014 Ammended May 2015
- [13] RSCOM17-03rev2, Draft Mandate to CEPT to develop harmonised technical conditions in additional frequency bands in the 1.5 GHz range for their use for terrestrial wireless broadband electronic communications services in the Union, 14.3.2017.
- [14] CEPT/REP/65; Report from CEPT to the European Commission in response to the Mandate “to develop harmonised technical conditions in additional frequency bands in the 1.5 GHz range for their use for terrestrial wireless broadband electronic communications services in the Union” - subject to public consultation
- [15] ECC/DEC(17)FF; The harmonised use of the frequency bands 1427-1452 MHz and 1492-1518 MHz for Mobile/Fixed Communications Networks Supplemental Downlink (MFCN SDL) - subject to public consultation
- [16] SE19(16)71 - LIAISON STATEMENT Title: ATTM-WG TM4 Reply to ECC PT SE19 on small capacity systems in 6 GHz band and activity in bands from 92 GHz to 175 GHz, 12.12.2016
- [17] ECC/REP/269; Least restrictive technical conditions for Mobile/Fixed Communications Networks in 1427-1452 MHz and 1492-1518 MHz - subject to public consultation



- [18] Analog microwave communication system having a microwave hop converted to a new operating frequency and method, Patent No. US 5924018 A, Alcatel Network Systems, Inc. <https://www.google.ch/patents/US5924018>
- [19] <https://www.telosalliance.com/Omnia/Omnia-SST>
- [20] ETSI EN 302 217-2-2 V2.2.1 (2014-04), Fixed Radio Systems; Characteristics and requirements for point-to-point equipment and antennas; Part 2-2: Digital systems operating in frequency bands where frequency co-ordination is applied; Harmonized EN covering the essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive
- [21] ETSI EN 302 217-2 V3.1.1 (2017-05), Fixed Radio Systems; Characteristics and requirements for point-to-point equipment and antennas; Part 2: Digital systems operating in frequency bands from 1 GHz to 86 GHz; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU,
- [22] RESOLUTION 750 (REV.WRC-15) Compatibility between the Earth exploration-satellite service (passive) and relevant active services, The World Radiocommunication Conference (Geneva, 2015).
- [23] CEPT/REP/65; Report from CEPT to the European Commission in response to the Mandate “to develop harmonised technical conditions in additional frequency bands in the 1.5 GHz range for their use for terrestrial wireless broadband electronic communications services in the Union” - **subject to public consultation.**
- [24] ECC/DEC(17)FF; The harmonised use of the frequency bands 1427-1452 MHz and 1492-1518 MHz for Mobile/Fixed Communications Networks Supplemental Downlink (MFCN SDL) - **subject to public consultation.**
- [25] ECC/REP/269; Least restrictive technical conditions for Mobile/Fixed Communications Networks in 1427-1452 MHz and 1492-1518 MHz - **subject to public consultation.**
- [26] ECC/REP/188; Future Harmonised Use of 1452-1492 MHz in CEPT, approved February 2013
- [27] ECC/DEC/13(03), The harmonised use of the frequency band 1452-1492 MHz for Mobile/Fixed Communications Networks Supplemental Downlink (MFCN SDL), Approved 8 November 2013 Amended 3 July 2015
- [28] ECC/REP/54; Report from CEPT to the European Commission in response to the Mandate “To develop harmonised technical conditions in the 1452-1492 MHz frequency band for wireless broadband electronic communications services in the EU”, Report approved on 28 November 2014 by the ECC
- [29] RESOLUTION 223 (REV.WRC-15) Additional frequency bands identified for International Mobile Telecommunications, The World Radiocommunication Conference (Geneva, 2015)
- [30] ECC PT1(16)098, Results of Questionnaire on 1427-1452 MHz and 1492-1518 MHz: Timing for availability and harmonisation for MFCN, Budapest, Hungary, 12-16 September 2016

