



MOŻLIWOŚCI EMISJI MULTIPLEKSÓW NAZIEMNEJ TELEWIZJI CYFROWEJ W PRZYPADKU UTRATY PASMA 700 MHz

Streszczenie: W wyniku trwających obecnie na świecie prac rozważa się przyszłe przeznaczenie pasma 700 MHz (694-790 MHz – tzw. druga dywidenda cyfrowa) na potrzeby systemów radiokomunikacji ruchomej. Pasma to przeznaczone jest dziś w Europie i aktualnie wykorzystywane przez systemy telewizji naziemnej DVB-T/T2 a utrata tego zakresu nie pozostawałaby bez wpływu na nie. Referat ma na celu ocenę wpływu ewentualnej zmiany przeznaczenia pasma 700 MHz oraz zaprezentowanie nowej propozycji jego wykorzystania na potrzeby systemów telewizji naziemnej, która będzie możliwa do realizacji po ewentualnym wdrożeniu drugiej dywidendy cyfrowej. Przystawiono dwa warianty reorganizacji pasma: pierwszy zakłada wykorzystanie kanałów z obecnie niewykorzystywanych multipleksów (MUX5 i MUX6) jako uzupełnienie multipleksów MUX1-MUX4 a druga propozycja zakłada zachowanie wszystkich sześciu multipleksów poprzez zastosowanie większych obszarów rezerwacji częstotliwości przeznaczonych do telewizji i wykorzystania nowego standardu telewizyjnego.

1. WSTĘP

Zakres częstotliwości UHF (470-862 MHz) przeznaczony był od wielu lat na potrzeby systemów telewizji naziemnej w krajach europejskich, afrykańskich i Bliskiego Wschodu. Został on objęty międzynarodowym planem zagospodarowania częstotliwości dla systemów radiodifuzyjnych „Genewa 06” (GE06) przyjętym podczas Regionalnej Konferencji Radiokomunikacyjnej ITU w 2006 roku w Genewie [1]. W związku z cyfryzacją emisji telewizji naziemnej wystąpiło oczekiwanie zwolnienia części „widma telewizyjnego” na potrzeby innych systemów, zwłaszcza systemów mobilnych (komórkowych), które w efekcie konferencji ITU WRC07 [2] oraz Decyzji Komisji Europejskiej w 2010 roku [3] poskutkowało wyłącznym przeznaczeniem pasma 800 MHz (790-862 MHz) na potrzeby systemów mobilnych w krajach UE. Pasma 800 MHz nazwano „dywidendą cyfrową”, lub też „pierwszą dywidendą cyfrową”.

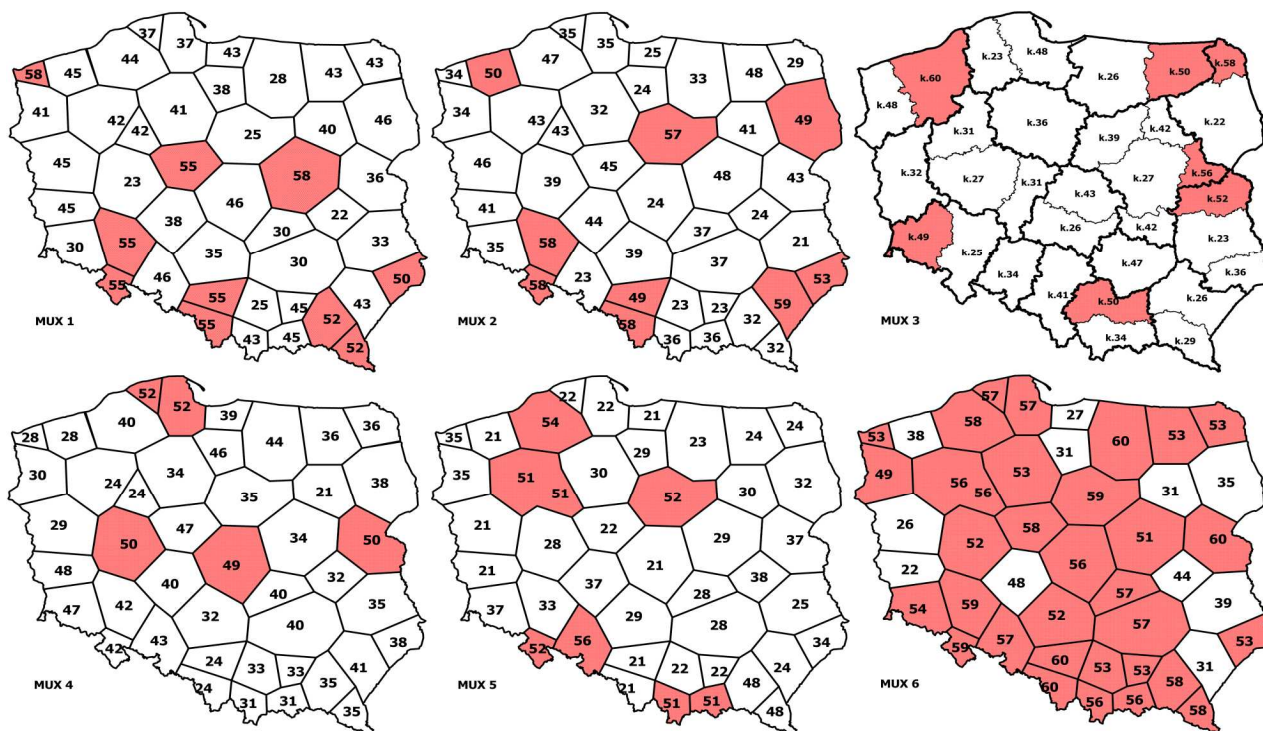
W związku ze wzrostem ruchu w sieciach komórkowych zwiększane są również dostępne zasoby widma radiowego przeznaczone dla tego typu systemów. Zauważalny jest oczekiwany dalszy wzrost zapotrzebowania operatorów komórkowych na widmo radiowe dla sieci kolejnych generacji (LTE/LTE-A/5G) i presja w tym celu na organy regulacyjne. Argumentem jest tu realizacja Europejskiej Strategii Europa 2020 [4]

zakładającej stworzenie wszystkim obywatelom UE dostępu do szerokopasmowego Internetu o przepustowości co najmniej 30Mb/s (oraz 100Mb/s dla co najmniej połowy gospodarstw domowych). W realizacji tych celów znaczącą rolę odgrywać może też komunikacja bezprzewodowa a operatorzy komórkowi apelują do organów regulacyjnych o przeznaczenie dla nich zasobów widma radiowego na poziomie łącznym (we wszystkich pasmach) 1700 MHz lub więcej. O ile wyższe zasoby częstotliwości (np. 2,6 GHz, 3,4-3,8 GHz) mogą być z powodzeniem stosowane do zapewnienia zasięgu i pojemności sieci komórkowych w miastach o tyle w terenach słabiej zaludnionych i odległych od centrów miast wygodniejsze i tańsze jest stosowanie niskich częstotliwości (np. poniżej 1 GHz: 900 MHz, 800 MHz).

Podczas Światowej Konferencji Radiokomunikacyjnej ITU WRC-12 [5] pod wpływem krajów Afryki podjęto Uchwałę 232 o przeznaczeniu zakresu 700 MHz (694(8)-790 MHz) dla systemów mobilnych w Regionie 1 ITU (rejony Europy, Afryki i Bliskiego Wschodu) po następnej światowej konferencji radiokomunikacyjnej w 2015 i rozpoczęciu prac nad kryteriami współużytkowania częstotliwości. Decyzja o kryteriach zagospodarowaniu pasma zapadnie w 2015r. podczas Światowej Konferencji Radiokomunikacyjnej ITU (WRC-15) a obecnie trwają prace nad stanowiskami poszczególnych administracji i organizacji regionalnych. To jak będzie to pasmo faktycznie wykorzystywane po Konferencji WRC15 (np. przez systemy radiodifuzyjne czy komórkowe) ustalone zostanie prawdopodobnie w każdym kraju na podstawie indywidualnej decyzji Administracji o ile nie zostanie podjęta decyzja wymuszająca taką decyzję krajową na szerszym forum – np. Decyzja Komisji Europejskiej dla krajów UE.

2. AKTUALNA SYTUACJA

W Planie GE06 dla Polski zatwierdzono 6 multipleksów cyfrowych (MUX1-MUX6) w zakresie 470-790 MHz. Aktualnie w Polsce dokonano przeznaczeń częstotliwości dla 4 multipleksów naziemnej telewizji cyfrowej pracującej w standardzie DVB-T (MUX1-MUX4), których obszary rezerwacji (*allotments*) wraz z przydzielonymi kanałami pokazano na Rys. 1 (kolorem czerwonym zaznaczono kanały w paśmie 700 MHz).



Rys.1. Plan GE06 z zaznaczonymi kanałami 700 MHz.

Aktualne emisje wykorzystują kanały z zakresu drugiej dywidendy w 31 obszarach (MUX1-MUX4) oraz 33 obszarach MUX5 i MUX6. Jak widać każdy z multipleksów korzysta dziś z kanałów pasma drugiej dywidendy cyfrowej i w przypadku utraty tego pasma dla potrzeb telewizyjnych konieczna będzie zmiana planów wykorzystania częstotliwości sieci telewizji cyfrowej.

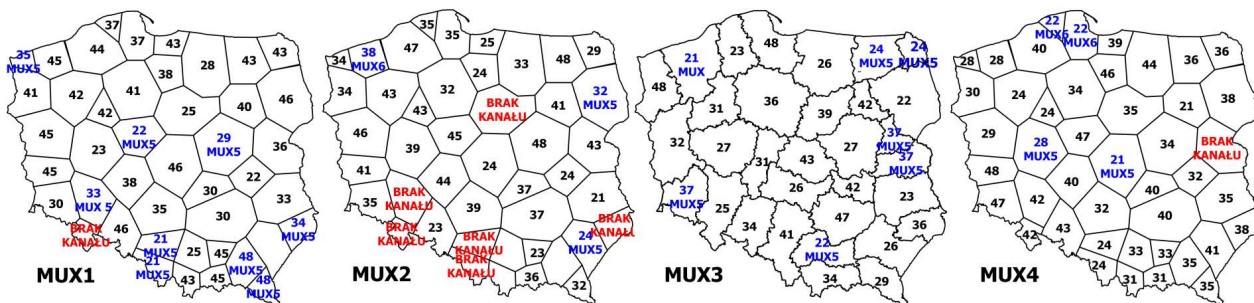
3. REORGANIZACJA PASMA Z WYKORZYSTANIEM MUX5 i MUX6

Jednym z rozwiązań niedoborów kanałowych wynikających z implementacji drugiej dywidendy cyfrowej może być reorganizacja pasma UHF polegająca

ogólnokrajowe pokrycie MUX1-MUX4 wykorzystując wyłącznie kanały poniżej 700 MHz. Brakujące w kilku obszarach rezerwacji kanały mogą zostać dobrane w dość prosty sposób wykorzystując zasady GE06 i koordynując je z sąsiadami. Tak więc zakres częstotliwości 470-694 MHz może być wykorzystany do kontynuacji transmisji obecnych 4 multipleksów cyfrowych DVB-T nawet w sytuacji ewentualnego przyszłego przeznaczenia pasma 700 MHz dla operatorów komórkowych.

4. MODYFIKACJA PLANU GE06

Ponieważ obecne zasoby pasma 470-694 MHz zgodne z GE06 nie pozwalają na emisję więcej niż 4



Rys.2. Reorganizacja kanałów MUX1-MUX4

na uzupełnieniu aktualnie pracujących multipleksów (MUX1-MUX4) kanałami z pozostałych dwóch warstw skoordynowanych podczas GE06 (MUX5 i MUX6).

Ponieważ obecnie nie dokonano przydziałów częstotliwości dla MUX5 i MUX6, kanały z tych multipleksów pozostają wolne i mogłyby być w przyszłości wykorzystane bezpośrednio do zapewnienia luk powstałych w wyniku utraty pasma 700 MHz dla radiodyfuzji. Próbę takiej zamiany kanałów pokazano na Rys.2. Wynika z niej, że można zapewnić niemal

multipleksów, w celu uzyskania większej liczby pokryć należałoby dokonać rewizji planu GE06 na zasadzie konferencji międzynarodowej lub na drodze wielostronnych koordynacji. Możliwe byłoby tu bazowanie na dotychczasowym standardzie naziemnej telewizji cyfrowej DVB-T [6] lub też na jego nowszej wersji – DVB-T2 [7]. W przypadku wyboru standardu DVB-T możliwe mogłyby być co najwyżej skonstruowanie jednej dodatkowej warstwy multipleksu (MUX5) poniżej 694 MHz, która musiałaby przejść

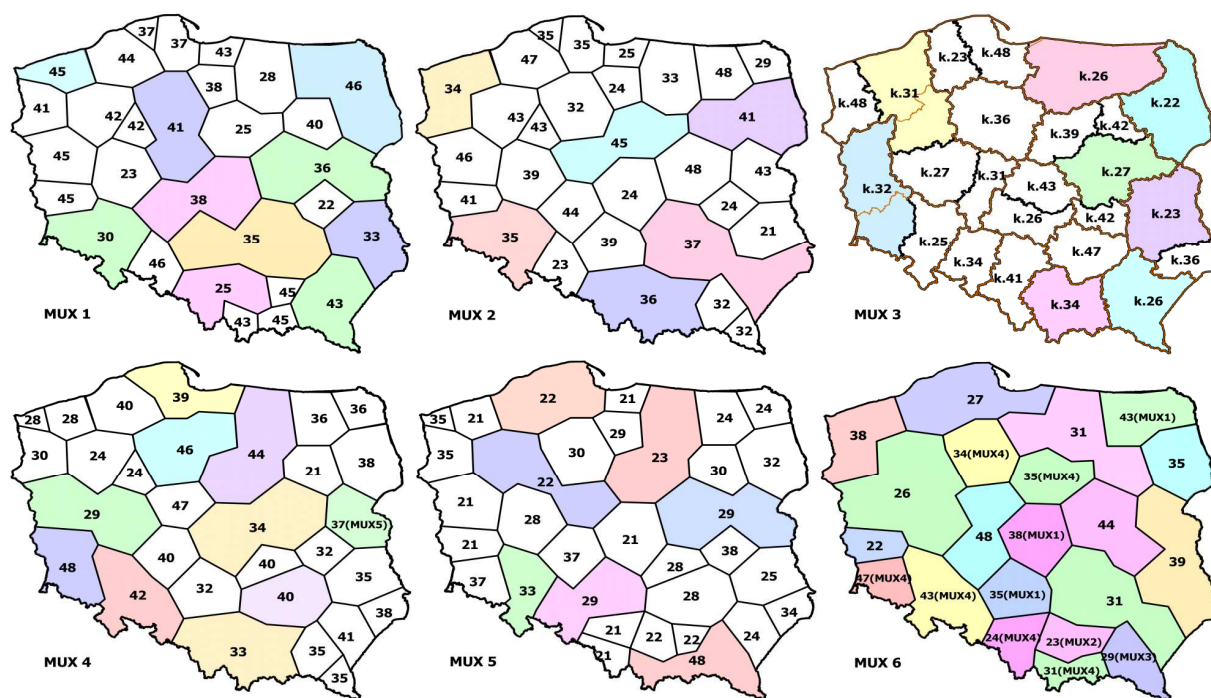
wielostronną koordynację międzynarodową. Większe możliwości można uzyskać zakładając w przyszłości zmianę standardu telewizyjnego z DVB-T na DVB-T2 lub jego kolejną wersję.

Standard DVB-T2 zyskuje obecnie na popularności, emisja w tym standardzie odbywa się dziś w Chorwacji, Danii, Finlandii, Rosji, Serbii, Szwecji, Ukrainie, Wielkiej Brytanii i Włoszech. [8].

DVB-T2 jest drugą generacją standardu DVB-T i podobnie jak poprzednik opiera się na technice OFDM jednak o większej liczbie dostępnych opcji, np. liczba podnośnych OFDM została zwiększona maksymalnie do 32K, zastosowano bardziej efektywne metody korekcji oraz dopuszczono wyższe stopnie modulacji QAM,

między poszczególnymi multipleksami. Najtrudniejsza jest sytuacja w odniesieniu do MUX6 - gdzie spośród 44 obszarów rezerwacji aż 33 mają przydzielone kanały znajdujące się w zakresie drugiej dywidendy cyfrowej. W związku z tym należało przeprowadzić rozszerzenia obszarów rezerwacji w taki sposób aby zwolnione kanały z MUX1-MUX5 można było wykorzystać w MUX6.

Wynik wstępnego przeplanowania oraz przenoszenia kanałów pomiędzy warstwami MUX1-6 przedstawiono na Rysunku nr 3. Jak widać możliwe jest utrzymanie 6 multipleksów w paśmie 470-694 MHz nawet w sytuacji przekazania pasma 700 MHz dla operatorów komórkowych. Jednakże wymaga to stosowania dużych obszarów Rezerwacji oraz z tym



Rys. 3. Wstępna propozycja planu sieci MUX1-MUX6

dzięki czemu uzyskano znaczny wzrost dostępnej pojemności w kanale.

Dodatkowo, dzięki możliwości zastosowania dłuższych odstępów ochronnych (*guard intervals*) w technice OFDM [9] możliwe stało się zastosowanie znacznie większych obszarowo sieci jednoczesotliwościowych SFN [10] a tym samym obszarów rezerwacji, co pozwala na uzyskanie lepszej efektywności widmowej. W przypadku techniki DVB-T2 i zastosowania większych obszarów możliwe byłoby utrzymanie wszystkich 6 multipleksów mimo redukcji dostępnych zasobów widma do pasma 470-694 MHz.

W celu modyfikacji Planu GE06 najpierw zastosowano rozszerzenie obszarów o obszary sąsiednie tam gdzie było to możliwe biorąc pod uwagę całokształt obecnego Planu GE06 oraz możliwości tworzenia sieci jednoczesotliwościowej DVB-T2. Pozwoliło to na „zaoszczędzenie” kanałów, które mogą zostać przeniesione do innych multipleksów.

Rozszerzenie obszarów rezerwacji MUX 1-4 poza małym wyjątkiem nie wymagało przenoszenia kanałów

związanej techniki DVB-T2, konieczna jest tym samym zasadnicza modyfikacja Planu GE06, najlepiej w formie konferencji ITU lub CEPT. Szczegółowe ustalenia odnośnie takiego przyszłego Planu będą wymagać co najmniej spotkań koordynacyjnych z krajami sąsiadującymi.

5. PODSUMOWANIE

Zagadnienie przeznaczenia i wykorzystania zakresu pasma 700 MHz to obecnie jeden z głównych tematów przygotowań do Konferencji ITU WRC15, która odbędzie się w 2015 roku. Prace analityczne prowadzone są w tym celu w wielu krajach europejskich. Główny nacisk na wpisanie przeznaczenia zakresu częstotliwości 694-790 MHz na rzecz systemów mobilnych wywierały kraje afrykańskie, lecz także w niektórych krajach europejskich można usłyszeć o zamiarze wydzielienia tego pasma dla systemów komórkowych. Jednak w większości krajów europejskich pasmo to jest przeznaczone i wykorzystywane dla radiodifuzji, w związku z tym wprowadzenie dywidendy drugiej rodzi wiele problemów, ponieważ w wielu przypadkach

wymusza kosztowną reorganizację sieci DVB-T/T2 a nawet ryzyko likwidacji niektórych emisji telewizji naziemnej. Pomimo że pierwsze decyzje odnośnie wykorzystania tego pasma mogą zapaść po 2015r. już teraz należy rozważyć ewentualną modyfikację planów GE06 pod kątem możliwości utrzymania przydzielonych w 2006 roku Polsce 6 multipleksów w paśmie UHF. Przedstawione rozwiązania mogą służyć Administracji do dalszych analiz i koordynacji biorąc pod uwagę wszystkie problemy kompatybilności oraz możliwości przyszłych standardów telewizyjnych.

Utrzymanie w Polsce emisji tylko 4 multipleksów a więc zastosowanie minimalistycznego scenariusza dla DVB-T opierającego się na wykorzystaniu kanałów MUX5 i MUX6 do celów uzupełnienia pracujących multipleksów (MUX 1-4) nie wymaga znacznych wysiłków, nie wymaga też zmiany standardu emisyjnego. Jednak należy wziąć pod uwagę, iż proste rozdysponowanie kanałów MUX5 i MUX6 oznaczałoby zatrzymanie rozwoju telewizji naziemnej, ograniczając drogę do dalszego jej rozwoju i uatrakcyjnienia oferty (możliwość rozwoju HD, UHD, 4k, 8k, 3D, dodatkowych usług, telewizji holograficznej itp.).

Alternatywą proponowaną w niniejszym referacie jest zastosowanie planowania na bazie standardu DVB-T2 (bądź jego nowszych odmian) w połączeniu z powiększeniem obszarów rezerwacji i koordynacją międzynarodową. Rozwiązanie takie będzie wymagało wymiany odbiorników (za ok. 7-10 lat) jak również wielostronnej modyfikacji planu GE06 z krajami sąsiednimi. Zaletą tego rozwiązania jest jednak większa pojemność multipleksów DVB-T2, możliwość zastosowania nowszych systemów kompresji wizji (np. HEVC H.265) oraz gwarancja możliwości rozszerzenia w przyszłości naziemnej oferty programowej, co pozwoli na dostarczenie dodatkowych programów i zapewni atrakcyjną przyszłość naziemnej telewizji cyfrowej w Polsce nawet w sytuacji utraty pasma 700 MHz.

Można dziś oceniać, że ewentualne przekazanie pasma 700 MHz na rzecz operatorów komórkowych w Polsce nastąpi dopiero po 2020 roku, biorąc pod uwagę konieczność wcześniejszych ustaleń na WRC15, konieczność analiz i ustalenia kryteriów kompatybilności z radionawigacyjnymi systemami wojskowymi ARNS u wschodnich sąsiadów, rozwiązanie problemów kompatybilności z odbiornikami telewizyjnymi (normalny tryb FDD uplink-downlink w paśmie 700 MHz) i ewentualną decyzję KE oraz formalną zmianę Krajowej Tablicy Przeznaczeń Częstotliwości a także ukończenie wymaganych procedur przetargowych. Dlatego już dziś można pomyśleć o wykorzystaniu istniejących wolnych zasobów pasma UHF do emisji kolejnych multipleksów DVB-T (MUX5 i MUX6), a w sytuacji przyszłego przekazania drugiej dywidendy cyfrowej dla systemów mobilnych (która nastąpi prawdopodobnie najwcześniej za 6-7 lat) przeprowadzić proces zmiany standardu technicznego i przeplanowania multipleksów biorąc pod uwagę np. przedstawione w niniejszym referacie propozycje. Biorąc pod uwagę fakt, że naziemna telewizja cyfrowa w Polsce okazała się dużym sukcesem (obecnie tylko z niej korzysta już 30% gospodarstw

domowych i liczba ta stale rośnie) zagwarantowałoby to nadawcom telewizyjnym i widzom w Polsce możliwość uatrakcyjnienia oferty programowej w telewizji naziemnej w postaci pełnych sześciu multipleksów naziemnych (programy HD, 3D, nowe programy SD, telewizja swobodnego punktu odbioru, holograficzna etc.) oraz stanowiłoby o możliwości jej dalszego przyszłego rozwoju.

Autorzy chcieliby przy okazji zauważyć, że przeprowadzone przez nich wcześniej analizy [11] wykazały, że utrata pasma 700 MHz dla telewizji oznacza również mniejsze możliwości współużytkowania pasma dla innych systemów (np. kognitywnych), co może ograniczyć pole do rozwoju nowych technik takich jak systemy TV WS (*TV White Spaces*) – zastosowanych np. do transmisji M2M, domowych sieci rozrywki lub dostępu do Internetu na terenach wiejskich. Systemy komórkowe mogą z powodzeniem wykorzystywać inne, nowe dedykowane dla nich pasma radiowe, które są przedmiotem nieustannych prac a systemy telewizyjne nie. W Polsce telewizja naziemna jest znacznie bardziej popularna niż w wielu innych krajach Europy, tak więc konieczne będzie dokładne przemyślenie ewentualnej krajowej decyzji o rezygnacji z przeznaczenia pasma 700 MHz na potrzeby telewizji naziemnej.

6. SPIS LITERATURY

- [1] Final Acts of the Regional Radiocommunication Conference for planning of the digital terrestrial broadcasting service in parts of Regions 1 and 3, in the frequency bands 174-230 MHz and 470-862 MHz (RRC-06), Genewa, June, 2006;
- [2] Final Acts - WRC-07, World Radiocommunication Conference, ITU, Genewa, 2007
- [3] Decyzja Komisji Europejskiej 2010/267/EC o harmonizacji warunków wykorzystania pasma 790-862 MHz, Bruksela 2010
- [4] KOM(2010) 2020 wersja ostateczna, Europa 2020, Bruksela 2010
- [5] Final Acts - WRC-12, ITU, Genewa, 2012
- [6] ETSI EN 300 744 V1.6.1 (2009-01), Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television, ETSI, 2009
- [7] ETSI EN 302 755 V1.1.1 (2009-09), Digital Video Broadcasting (DVB); (DVB-T2), ETSI, 2009
- [8] <http://www.dvb.org/>
- [9] Więcek D.: Modulacja OFDM (Krajowa Konferencja Radiodiffuzji i Radiokomunikacji KKRR'98. 18-20 maja 1998, Poznań) 1998,
- [10] Sobolewski J., Więcek D.: Planowanie sieci jednoczęstotliwościowej DVB-T (KKRRiT 2005, 15-17 czerwca 2005) AGH, 2005, s. 137-140
- [11] B. Gołębiowski, D. Niewiadomski, J. Sobolewski, D. Więcek: Możliwości wykorzystania widma radiowego w systemach radia kognitywnego, KKRRiT 2012, Gdańsk, maj 2012r.