

Anna Burdziak, Maciej J. Grzybowski, Dariusz Więcek\*

## Nowe możliwości liberalizacji sektora telekomunikacyjnego w aspekcie technik kognitywnych

### Spis treści:

- I. Wprowadzenie
- II. Regulacja a liberalizacja widma
  1. Liberalizacja – pojęcie i skutki jej wprowadzenia
  2. Tło procesu liberalizacji sektora telekomunikacyjnego
  3. Liberalizacja sektora telekomunikacyjnego na poziomie europejskim – rys historyczny
- III. Aktualne regulacje europejskie dotyczące zarządzania widmem
  1. Struktura regulacji dotyczących polityki częstotliwościowej
  2. Nowelizacja pakietu dyrektyw telekomunikacyjnych
    - 2.1. Neutralność techniczna i neutralność usługowa
    - 2.2. Wtórny obrót prawami do częstotliwości radiowych
- IV. Techniki kognitywne
  1. Wprowadzenie
  2. *Sensing* – detekcja widma
  3. CPC (*Cognitive Pilot Channel, Beacon*) – kanał pilota kognitywnego (radiolatarnia)
  4. Bazy geolokalizacyjne
  5. Prace standaryzacyjne
  6. Regulacje prawne służące wprowadzeniu w życie kognitywnych technologii
- V. Podsumowanie

### Streszczenie

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie nowych możliwości liberalizacji sektora telekomunikacyjnego poprzez wykorzystanie nowatorskich technik radia kognitywnego (ang. *Cognitive Radio*) – będących jeszcze w fazie badawczo-rozwojowej, z którymi jednak wiązane są największe nadzieje na zmianę dotychczasowego sposobu gospodarki widmem. W pierwszej części artykułu przedstawiona jest dotychczasowa liberalizacja sektora telekomunikacyjnego oraz regulacje prawne dotyczące widma radiowego. Następnie omówione zostały techniki kognitywne ze szczególnym naciskiem na ich cechy umożliwiające bardziej elastyczne i efektywne wykorzystanie widma. Wcielenie w życie kognitywnych technik radiowych będzie wymagało zarówno zmiany istniejących regulacji prawnych jak i wprowadzenia nowych. Proponowane zmiany mają charakter hipotetyczny i zależne są od ostatecznych wyników prac na radiem kognitywnym. W artykule przedstawione są zarówno zagrożenia jak i szanse jakie niesie ze sobą wprowadzenie w życie technik radia kognitywnego. Potencjalnie

\* Anna Burdziak – doktorantka w Centrum Badań Problemów Prawnych i Ekonomicznych Komunikacji Elektronicznej (CBKE) Uniwersytetu Wrocławskiego; Maciej J. Grzybowski – dr inż. ekspert w Instytucie Łączności – Państwowym Instytucie Badawczym; Dariusz Więcek – dr inż., kierownik Pracowni Gospodarki i Inżynierii Widma w Instytucie Łączności – Państwowym Instytucie Badawczym.

najbardziej pożądanym skutkiem będzie przejście ze statycznego na dynamiczne zarządzanie widmem radiowym.

**Słowa kluczowe:** telekomunikacja, widmo radiowe, zarządzanie widmem radiowym, regulacje prawne, zarządzanie częstotliwościami radiowymi, radio kognitywne.

## I. Wprowadzenie

Widmo radiowe pełni kluczową rolę w tej części sektora telekomunikacyjnego, który obejmuje bezprzewodowe usługi takie jak telefonia komórkowa, bezprzewodowy Internet, nawigacja satelitar-na czy emisja programów radiowo-telewizyjnych. Fakt, iż jest to zasób deficytowy i wyczerpywalny powoduje konieczność jego reglamentacji. Jednakże widmo podlega reglamentacji tylko w tej części, w jakiej zgodnie z aktualnym stanem techniki może być wykorzystane w telekomunikacji, transporcie, nauce lub w jakikolwiek inny użyteczny sposób. Znaczenie widma radiowego oddaje również całkowita, szacunkowa wartość usług świadczonych w oparciu o dostęp do widma radiowego, która wynosi rocznie w samej tylko Europie ok. 200 miliardów euro<sup>1</sup>. W aspekcie zwiększającego się gwałtownie zapotrzebowania na dostęp do widma radiowego – będącego wynikiem burzliwego rozwoju technik bezprzewodowych – sposób gospodarowania tym zasobem naturalnym zyskuje na znaczeniu. Przede wszystkim chodzi tu o zwiększenie efektywności wykorzystania widma oraz zwiększenie dostępności do niego. Nowe europejskie założenia polityki obsadzania wybranych pasm częstotliwościowych (neutralność techniczna<sup>2</sup>), postępująca konwergencja techniki i usług, a co za tym idzie konieczność wprowadzenia elastycznej gospodarki zasobami widmowymi, spowodowały odwrócenie dotychczasowego trendu „monokulturowego” sposobu zagospodarowania poszczególnych zakresów częstotliwości. Obecnie dopuszcza się możliwość implementacji różnych systemów radiowych reprezentujących odrębne służby radiowe w jednym i tym samym zakresie częstotliwości pod warunkiem zachowania kompatybilności elektromagnetycznej. Wydaje się więc być coraz bardziej uzasadnionym twierdzenie, że istnieje konieczność liberalizacji podejścia do zarządzania widmem radiowym, co umożliwi jego efektywniejsze wykorzystanie, a w konsekwencji wpłynie na rozwój gospodarczy oraz społeczny. Bardziej liberalne podejście do zarządzania widmem jest możliwe dzięki rozwojowi nowoczesnych technik – szczególnie technik unikania szkodliwych zakłóceń, a także będących jeszcze w fazie opracowania – ale branych pod uwagę jako najpoważniejszy czynnik umożliwiający bardziej elastyczne i efektywne wykorzystanie widma – technik radia kognitywnego.

## II. Regulacja a liberalizacja widma

### 1. Liberalizacja – pojęcie i skutki jej wprowadzenia

Liberalizację można najogólniej zdefiniować jako otwarcie na konkurencję lub zniesienie praw wyłącznych i specjalnych w danej dziedzinie. Liberalizacja może być pojmowana również jako deregulacja, czyli sytuacja, w której państwo wycofuje się z wpływu lub minimalizuje swój wpływ na życie gospodarcze, a stosunki gospodarcze powinny ułożyć się samorzutnie dzięki działaniu mechanizmów

<sup>1</sup> [http://ec.europa.eu/information\\_society/policy/ecomm/radio\\_spectrum/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/information_society/policy/ecomm/radio_spectrum/index_en.htm)

<sup>2</sup> W większości opracowań „*technology*” tłumaczone jest jako technologia, co nie jest najwłaściwszym tłumaczeniem, jednak jest ono powszechnie używane szczególnie w opracowaniach prawniczych.

rynkowych<sup>3</sup>. Wśród tych mechanizmów rynkowych najważniejszym dla sprawnego działania całej gospodarki jest mechanizm konkurencji.

Pomiędzy regulacją a liberalizacją w sektorze telekomunikacyjnym występuje jeszcze regulacja liberalizująca. Taki charakter ma właśnie pakiet pięciu dyrektyw uchwalonych w 2002 r. z Dyrektywą Ramową<sup>4</sup> na czele. Regulacja liberalizująca polega na zastosowaniu przez władzę publiczną mechanizmów oddziaływania na rynek (regulacja), w celu podniesienia jego konkurencyjności (liberalizujący cel) tak, aby finalnie doprowadzić do zaistnienia na rynku takiej sytuacji, w której podmioty tam działające będą w stanie rzeczywistej równowagi konkurencyjnej<sup>5</sup>.

Liberalizacja widma radiowego będzie szczególnym przypadkiem liberalizacji w sektorze telekomunikacyjnym, ponieważ ma miejsce w specyficznych warunkach, w których istnieje bardzo pożądaný zasób naturalny o wysokiej ekonomicznie wartości, oraz organ administrujący, który przydziela prawa do określonych części tego zasobu. Dodatkowo sytuację komplikuje fakt zwiększającego się gwałtownie zapotrzebowania na usługi oparte o dostęp do widma oraz silna zależność pomiędzy tego typu usługami a rozwojem gospodarczym. Te wszystkie czynniki oraz fakt ograniczoności zasobów widmowych i niejednakowych możliwości wykorzystania różnych części widma (silnie uzależnione od zakresu częstotliwości właściwości propagacyjne) wywierają presję na zmianę polityki zarządzania tym zasobem naturalnym w kierunku „uwolnienia” dostępu do widma. Tym bardziej uzasadnione wydaje się wysuwanie tego typu postulatów, że rozwój technik unikania szkodliwych zakłóceń, proces konwergencji oraz neutralności (technicznej i usługowej) widma pozwala na zmianę sposobu gospodarowania nim na bardziej elastyczny.

Tradycyjnie gospodarka widmem radiowym polega na odgórnym i władczym przydzielaniu podmiotom praw do wykorzystywania częstotliwości przez centralny organ administrujący, który również wskazuje na sieci i/lub usługi, które mogą być wykorzystane w zakresie przydzielonych częstotliwości<sup>6</sup>. W tym przypadku wydawana jest decyzja administracyjna, jako podstawa do korzystania z przydzielonych częstotliwości, w której określone są prawa, a także obowiązki podmiotu, któremu uprawnienie zostało przydzielone. Uprawnienie to może zostać cofnięte w przypadku niezgodnego z decyzją wykorzystania widma, albo po upływie czasu na jaki przyznano prawa do częstotliwości powracają one do dyspozycji organu. Administracyjny model zarządzania widmem spotyka się od kilku dekad z szeroką krytyką. Główny zarzut dotyczy nieefektywnego wykorzystania widma radiowego, a jako alternatywa coraz częściej podawany jest model rynkowy w miejsce tradycyjnego<sup>7</sup>. Model rynkowy, zgodnie z którym prawa do częstotliwości miałyby być przedmiotem obrotu rynkowego (bez ingerencji organu zatwierdzającego lub wyrażającego zgodę na zawarcie takiej umowy) miałyby zapewnić alokację widma zgodnie z jego rzeczywistą wartością ekonomiczną, a tym samym przyczynić się do lepszego jego wykorzystania.

Jednakże model administracyjny zapewnia ład w dziedzinie gospodarki częstotliwościami (nawet jeśli kosztem efektywności wykorzystania widma), a także prawidłowe funkcjonowanie służb radiokomunikacyjnych odpowiedzialnych za bezpieczeństwo i porządek publiczny, badania naukowe

<sup>3</sup> D. Adamski, *Europejskie prawo łączności elektronicznej Telefonía, telewizja, Internet*, Warszawa 2005, s. 37-58.

<sup>4</sup> Dyrektywa 2002/21/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 7.03.2002 r. w sprawie wspólnych ram regulacyjnych sieci i usług łączności elektronicznej (dyrektywa ramowa), Dz.U. L 108 z 24.4.2002, str. 33.

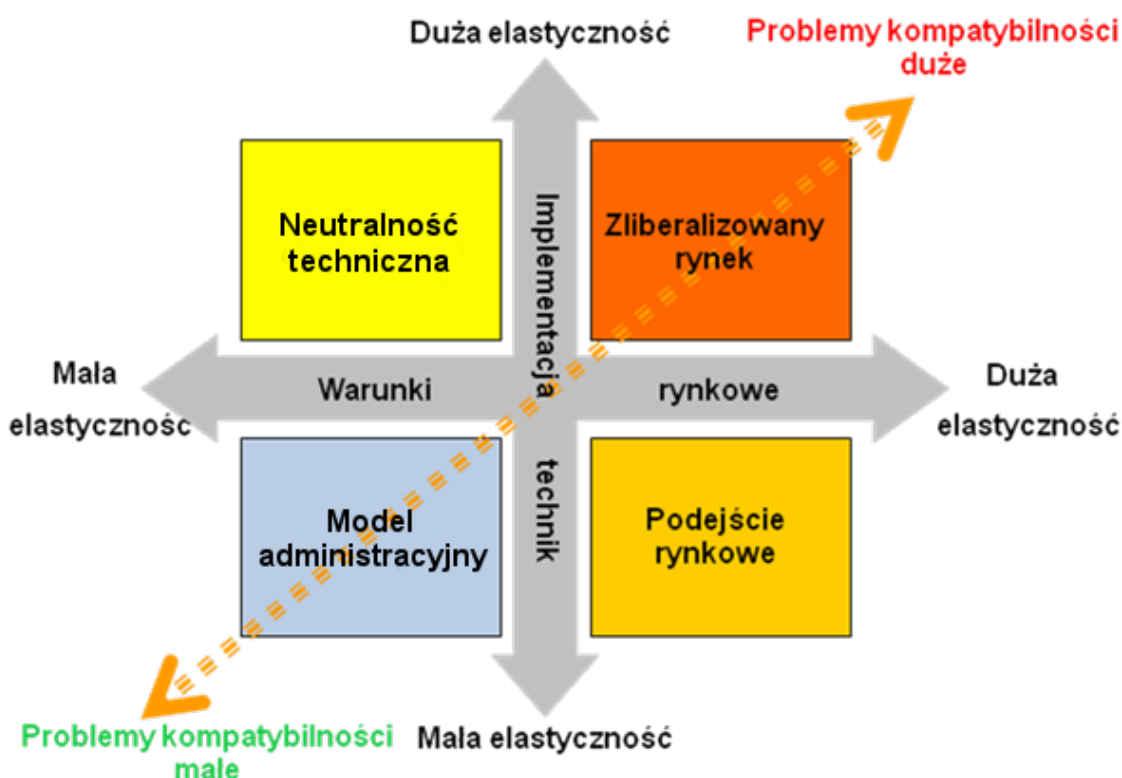
<sup>5</sup> D. Adamski, *Europejskie ...*, Warszawa 2005, s. 39.

<sup>6</sup> D. Adamski, „Liberalizacja widma radiowego— gospodarka widmem w dobie konwergencji [w:] T. Skoczny (red.) *Prokonkurencyjna regulacja sektorowa*, Nr 1/2008(19), s. 1.

<sup>7</sup> *Ibidem*.

oraz za zdrowie publiczne, co składa się na szeroko pojęty interes publiczny. Należy w tym miejscu wskazać na fakt, iż to właśnie operatorzy sieci, a nie użytkownicy końcowi czy szerzej społeczeństwo, wskazywani są jako główni beneficjenci modelu rynkowego.

Liberalizacja widma radiowego jest ściśle powiązana z jego neutralnością. Neutralność widma polega na braku ścisłego określenia (wskazania) jakie technologie lub usługi mogą być używane w konkretnym zakresie częstotliwości, a zamiast tego określone są jedynie brzegowe wymagania jakie muszą być spełnione, aby móc uzyskać dostęp do danego zakresu widma (również bez wskazywania na konkretne aplikacje czy technologie). Neutralność widma możliwa jest do uzyskania dzięki procesowi konwergencji techniki i usług, czyli procesowi, którego efektem jest fakt, że ta sama technologia może służyć do świadczenia różnych usług, a różne usługi mogą być świadczone przy użyciu tych samych technologii<sup>8</sup>. Uzyskanie neutralności widma jest połączone z kolei z koniecznością wdrożenia tzw. elastycznego podejścia do wykorzystania różnych technik radiowych oraz elastycznego zaspokajania potrzeb rynku. Brak elastyczności technicznej czy rynkowej charakteryzuje tradycyjny model administracyjny i prowadzi do **przeregulowania**, czyli do maksymalizacji wpływu państwa na gospodarkę widmową. W tym przypadku istotnym zyskiem jest możliwość zapewnienia niezakłóconego działania systemów radiokomunikacyjnych. Nadmiar elastyczności zarówno rynkowej jak i technicznej określany jest mianem **nadmiernej liberalizacji** i powoduje z kolei duże problemy natury kompatybilnościowej (duże prawdopodobieństwo występowania zakłóceń w pracy systemów). Niezbędne jest więc zachowanie właściwego balansu pomiędzy rynkiem zliberalizowanym a arbitralnym ustalaniem przez państwo zasad wykorzystania widma (Rys. 1).



Rys. 1 Obraz liberalizacji gospodarki widmem radiowym<sup>9</sup>

<sup>8</sup> *Ibidem*, s. 3.

<sup>9</sup> M.J. Grzybkowski, *Polityka Unii Europejskiej dotycząca wykorzystania widma częstotliwości radiowych*, VI Krajowe Warsztaty Kompatybilności Elektromagnetycznej, Politechnika Wroclawska, 2007.

Z tego względu, mimo często zalecanej neutralności widmowej w niektórych konkretnych przypadkach konieczne jest jednak promowanie standardowych i jednolitych technicznych rozwiązań, zharmonizowanych w obrębie np. całej Unii Europejskiej czy szerzej krajów należących do Europejskiej Konferencji Administracji Poczтовых i Telekomunikacyjnych (CEPT), celem uzyskania właściwego rynkowego efektu skali i przez to zwiększenia wykorzystania widma radiowego oraz efektywności jego wykorzystania kosztem rezygnacji z neutralności technicznej w wybranych zakresach częstotliwości. W takich przypadkach, ze względu na poprawę efektywności wykorzystania widma radiowego i warunków kompatybilności elektromagnetycznej z innymi systemami oraz ułatwienia procedur koordynacji międzynarodowej przyjmuje się konkretne techniki radiowe w odniesieniu do konkretnych części widma radiowego, np. standard kanałów radiowych o szerokości 5 MHz z dostępem TDD (do zastosowania np. w systemach LTE) w odniesieniu do zakresu 3,6-3,8 GHz<sup>10</sup>. Pełna neutralność widma radiowego i liberalizacja rynku w takim przypadku oznaczałaby więcej problemów koordynacji i kompatybilności z innymi systemami w różnych krajach, a tym samym zmniejszyłaby jego wykorzystanie pod względem możliwej liczby pracujących urzędzeń i nie promowałaby większej efektywności wykorzystania widma.

## 2. Tło procesu liberalizacji sektora telekomunikacyjnego

Sektor telekomunikacyjny spośród wszystkich sektorów infrastrukturalnych został poddany procesowi liberalizacji jako pierwszy<sup>11</sup>. Było to wynikiem wielu czynników, z których najważniejszym wydaje się rozwój nowych technologii umożliwiających cyfryzację przesyłania sygnałów telekomunikacyjnych, co powodowało stopniowe zanikanie praw wyłącznych w sektorze telekomunikacyjnym. Zjawisko cyfryzacji polegało na przesyłaniu sygnałów telekomunikacyjnych w postaci cyfrowej (konkretnie w postaci bitów), co umożliwiło wykorzystanie innych sieci niż dotychczasowe, analogowe sieci przewodowe do przesyłania tychże sygnałów. Cyfryzacja w sektorze telekomunikacyjnym spowodowała wystąpienie zjawiska konwergencji technologicznej, polegającego na możliwości wykorzystania różnych sieci do przesyłania różnych usług za pomocą tego samego rodzaju sygnałów telekomunikacyjnych.

## 3. Liberalizacja sektora telekomunikacyjnego na poziomie europejskim – rys historyczny

Za początek procesu liberalizacji sektora telekomunikacyjnego na poziomie europejskim przyjmuje się moment wydania przez Komisję Zielonej Księgi<sup>12</sup> w sprawie rozwoju wspólnego rynku usług i urzędzeń telekomunikacyjnych, co nastąpiło w 1987 r<sup>13</sup>. Natomiast pierwszym aktem prawnym (aktem prawa wtórnego) liberalizującym już konkretny segment rynku telekomunikacyjnego (przynajmniej w założeniu) była dyrektywa 88/301/EWG<sup>14</sup> w sprawie konkurencji na rynkach końcowych urzędzeń telekomunikacyjnych, na mocy której państwa członkowskie zostały zobligowane do zniesienia wszystkich praw wyłącznych w odniesieniu do telekomunikacyjnych urzędzeń końcowych. Jednak prawa wyłączne zdefiniowane zostały dopiero w dyrektywie 94/46/WE<sup>15</sup> z dnia 13 października 1994 r.

<sup>10</sup> ECC, ECC/DEC/(11)06, *Harmonised frequency arrangements for MFCN operating in the bands 3400-3600 MHz/3600-3800 MHz*, 15.12.2011.

<sup>11</sup> M. Szydło, *Regulacja sektorów infrastrukturalnych*, Warszawa 2005, s. 81-84.

<sup>12</sup> COM (87) 290 final, *Towards a Dynamic European Economy. Green Paper on the Development of the Common Market for Telecommunications Services and Equipment*, 30 June 1987.

<sup>13</sup> M. Szydło, *Regulacja ...*, s.83.

<sup>14</sup> Dz.U. L 131 z 27.5.1988, str. 73-77.

<sup>15</sup> Dz.U. L 268 z 19.10.1994, str. 15-21.

zmieniającej dyrektywę 88/301/EWG i dyrektywę 90/388/EWG w szczególności w odniesieniu do łączności satelitarnej.

Rzeczywista liberalizacja rynku usług telekomunikacyjnych rozpoczęła się na początku lat 90. kiedy to w różnych aktach prawa wtórnego zawarte były uregulowania umożliwiające wprowadzenie w życie procesu liberalizacji sektora telekomunikacyjnego. Jednakże pełna liberalizacja dokonała się na rynku usług telekomunikacyjnych wraz z upadkiem ostatniego bastionu praw wyłącznych i specjalnych, jakim był rynek usług telefonii głosowej, co było wynikiem wprowadzenia dyrektywy 96/19/WE<sup>16</sup> nakładającej na państwa członkowskie obowiązek zniesienia wszelkich ograniczeń w swobodnym świadczeniu usług na rynku telekomunikacyjnym. Równie istotnym aspektem przyczyniającym się do liberalizacji widma radiowego była **harmonizacja** przeznaczeń częstotliwości w UE, szczególnie dla systemów GSM<sup>17</sup>, ERMES<sup>18</sup>, DECT<sup>19</sup> oraz UMTS<sup>20</sup>.

Założenia aktualnej polityki, a także regulacje sektorowe w zakresie gospodarowania częstotliwościami są w dużej mierze kontynuacją polityki Komisji z lat 90., ale zawierają także zupełnie nowe wątki. Komisja wydała w 1998 roku Zieloną Księgę<sup>21</sup> polityki w dziedzinie widma częstotliwości radiowych w kontekście polityk WE z zakresie telekomunikacji, radiodyfuzji, transportu oraz działalności badawczej i rozwojowej. W Zielonej Księdze określono główne kierunki polityki ówczesnej WE, szczególnie skupiając się na wykorzystaniu częstotliwości w telekomunikacji. Podkreślono, że rzeczywista wartość częstotliwości radiowych nie jest uwzględniana przy gospodarowaniu tym zasobem naturalnym oraz zwrócono uwagę na konieczność harmonizacji przeznaczeń częstotliwości i strategicznego planowania wykorzystania widma radiowego. Poruszono także kwestię przenoszenia uprawnień do dysponowania częstotliwościami oraz kwestie standaryzacji. Rozdział między wykonywaniem działalności telekomunikacyjnej, a uprawnieniami do określonych zakresów częstotliwości miał ułatwiać przenoszenie praw do częstotliwości w drodze umów, ale jednak pod nadzorem organu regulacyjnego<sup>22</sup>.

### III. Aktualne regulacje europejskie dotyczące zarządzania widmem

#### 1. Struktura regulacji dotyczących polityki częstotliwościowej

W celu zakreślenia europejskich ram prawnych – regulujących w sposób bezpośredni lub pośredni – kwestie zarządzania widmem należy wskazać na pakiet pięciu dyrektyw składających się **na ramy regulacyjne UE w dziedzinie sieci i usług łączności elektronicznej**. W skład tego pakietu wchodzi: dyrektywa 2002/21/WE<sup>23</sup> (**dyrektywa ramowa**, dalej: **DR**), dyrektywa

<sup>16</sup> Dz.U. L 74 z 22.3.1996, str. 13–24

<sup>17</sup> Dyrektywa Rady z dnia 25.06.1987 r. w sprawie pasm częstotliwości, które mają zostać zarezerwowane dla skoordynowanego wprowadzenia publicznej paneuropejskiej komórkowej cyfrowej naziemnej łączności ruchomej we Wspólnocie (Dz.U. L 196 z 17.7.1987, str. 85–86).

<sup>18</sup> Dyrektywa Rady z dnia 9.10.1990 r. w sprawie pasm częstotliwości wyznaczonych dla skoordynowanego wprowadzenia paneuropejskiego naziemnego publicznego radiowego systemu przywoławczego we Wspólnocie (Dz.U. L 310 z 9.11.1990, str. 28–29)

<sup>19</sup> Dyrektywa Rady z dnia 3.06.1991 r. w sprawie wyznaczenia pasm częstotliwości dla skoordynowanego wprowadzenia europejskiej cyfrowej telekomunikacji bezprzewodowej (DECT) we Wspólnocie (Dz.U. L 144 z 8.6.1991, str. 45–46).

<sup>20</sup> Decyzja 128/1998/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 14.12.1998 r. w sprawie skoordynowanego wprowadzenia we Wspólnocie systemu Łączności Ruchomej i bezprzewodowej trzeciej generacji (UMTS) (Dz.U. L 17 z 22.1.1999, str. 1–7).

<sup>21</sup> COM (98) 596, *Green Paper on Radio Spectrum Policy in the context of European Community policies such as telecommunications, broadcasting, transport, and R&D*, Brussels, 09.12.1998.

<sup>22</sup> S. Piątek, *Prawo telekomunikacyjne* ... s. 230.

<sup>23</sup> Dz.U. L 108 z 24.4.2002, str. 33–50.

2002/19/WE<sup>24</sup> (**dyrektywa o dostępie**), dyrektywa 2002/20/WE (**dyrektywa o zezwoleniach**)<sup>25</sup>, dyrektywa 2002/22/WE (**dyrektywa o usłudze powszechnej**)<sup>26</sup> oraz dyrektywa 2002/58/WE (**dyrektywa o prywatności i łączności elektronicznej**)<sup>27</sup>. Wszystkie powyższe dyrektywy określane łącznie jako „dyrektywa ramowa i dyrektywy szczegółowe” zostały implementowane do polskiego porządku prawnego wraz z przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej. Oprócz omawianego pakietu dyrektyw do polskiej ustawy **Prawo telekomunikacyjne** – podstawowego aktu prawnego regulującego rynek telekomunikacyjny w Polsce – transponowane zostały postanowienia jeszcze dwóch dyrektyw, chodzi tu o Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1999/5/WE z dnia 9 marca 1999 r. w sprawie urzędzeń radiowych i końcowych urzędzeń telekomunikacyjnych oraz wzajemnego uznawania ich zgodności<sup>28</sup> oraz Dyrektywę 2004/108/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do kompatybilności elektromagnetycznej oraz uchylającą dyrektywę 89/336/29.

## 2. Nowelizacja pakietu dyrektyw telekomunikacyjnych

Trzy dyrektywy, które implementowano do polskiej ustawy Prawo telekomunikacyjne: dyrektywę ramową, dyrektywę o dostępie oraz dyrektywę o zezwoleniach, poddano weryfikacji, w wyniku której w 2009 roku przyjęte zostały nowe ramy regulacyjne dla usług łączności elektronicznej.

Zmiany jakie wprowadziła Dyrektywa Zmieniająca 2009/140/WE<sup>30</sup>(dalej: DZ) w dyrektywie ramowej są bardzo znaczące dla procesu liberalizacji gospodarki widmem radiowym. W dyrektywie zmieniającej zdefiniowano podstawowe pojęcia z zakresu zarządzania widmem takie jak: „przeznaczenie (*allocation*)” częstotliwości, i „szkodliwe zakłócenia (*harmful interference*)”. Szczególnie w zakresie tego ostatniego pojęcia wskazano, że interwencjonizm państwowy ma być zredukowany jedynie do zakresu koniecznego do zapobiegania tego typu zakłóceniom.

### 2.1. Neutralność techniczna i neutralność usługowa

Kolejną zmianą DR mającą na celu reformę zarządzania widmem radiowym było określenie zasad tej reformy, do których zgodnie z DZ zaliczone zostały przede wszystkim: zasada neutralności technicznej i zasada neutralności usługowej. Zasada neutralności technicznej oznacza możliwość korzystania, w danym zakresie częstotliwości, ze wszystkich rodzajów dostępnych technologii. Zasada neutralności usług oznacza natomiast swobodę wyboru usług oferowanych w tym zakresie częstotliwości. Zasada neutralności zarówno technicznej jak i usługowej ma zapewnić większą swobodę korzystania z przydzielonych częstotliwości (swoboda przedmiotowa)<sup>31</sup>. Dyrektywa Zmieniająca przewiduje jednak wyjątki od zasady neutralności usługowej, jakimi są uprawnienia dla państw członkowskich do ustanowienia proporcjonalnych niedyskryminacyjnych ograniczeń m.in. w przypadku pojawienia się szkodliwych zakłóceń lub w celu zapobiegania im, lub dla ochrony zdrowia publicznego przed oddziaływaniem pól elektromagnetycznych. Wyjątkiem od zasady neutralności usług jest

<sup>24</sup> Dz.U. L 108 z 24.4.2002, str. 7–20.

<sup>25</sup> Dz.U. L 108 z 24.4.2002, str. 21–32.

<sup>26</sup> Dz.U. L 108 z 24.4.2002, str. 51–77.

<sup>27</sup> Dz.U. L 201 z 31.7.2002, str. 37–47.

<sup>28</sup> Dz.U. L 91 z 7.4.1999, str. 10–28.

<sup>29</sup> Dz.U. L 390 z 31.12.2004.

<sup>30</sup> Dz.U. L 337 z 18.12.2009, str. 37–69.

<sup>31</sup> B. Marciniak. *Rynek mniej regulowany*, Prawo i Regulacje, Świat telekomunikacji i mediów, Nr 3, 2010, s. 46–49.

również możliwość świadczenia w danym paśmie wyłącznie określonych usług, ale to ograniczenie musi mieć uzasadnienie w konieczności zapewnienia realizacji jasno zdefiniowanych celów interesu ogólnego. Dyrektywa zawiera również katalog celów interesu ogólnego, do których zaliczone jest m.in. bezpieczeństwo publiczne, wspieranie spójności społecznej, regionalnej lub terytorialnej, a także promowanie różnorodności językowej i kulturowej oraz pluralizmu mediów. Jednakże te wyjątki należy interpretować jako przyznanie przez unijnego ustawodawcę pierwszeństwa pewnym usługom lub technologiom, a nie chęć ograniczenia użytkowania danego pasma częstotliwości do świadczenia konkretnych usług czy też za pomocą konkretnych technologii<sup>32</sup>. Dyrektywa Zmieniająca przewiduje możliwość całkowitego zakazania świadczenia innych usług w danym paśmie, ale musi to być uzasadnione koniecznością świadczenia usług związanych z ochroną życia ludzkiego.

O wadze zasady neutralności usługowej i technicznej świadczy fakt wprowadzenia obowiązku poddania konsultacji publicznej każdego ograniczenia tych zasad przez państwa członkowskie, które mają w tym zakresie uprawnienia, ale jedynie w drodze wyjątku mogą dokonać tych ograniczeń (art. 6 DZ). Nowe podejście do zarządzania widmem ma na celu ograniczenie administracyjnego określania technologii lub usługi, a jeśli już takie określenie nastąpi, powinno być podane do publicznej wiadomości (art. 9 ust. 5 DZ).

Należy przy tym podkreślić, że z technicznego punktu widzenia odstępstwa od zasady neutralności technicznej mogą czasem prowadzić do bardziej efektywnego wykorzystania częstotliwości. Związane jest to z precyzyjnymi kryteriami ochrony systemów użytkowanych w pasmach sąsiednich, które mogą być łagodniejsze i efektywniejsze widmowo w przypadku konkretnych rozwiązań technicznych niż w przypadku neutralnych, dowolnych rozwiązań, gdzie konieczne jest stosowanie odpowiednio szerokich i bezpiecznych odstępów ochronnych w widmie częstotliwości celem zagwarantowania możliwości stosowania dowolnych technik radiowych bez szkodliwych zakłóceń. Nadmienić należy także, iż w niektórych przypadkach naruszenie neutralności technicznej skutkować może pozytywnie. Ma to miejsce w przypadku stworzenia dużego rynku na produkty jednego rodzaju, jak to działo się np. przy telefonii komórkowej GSM, gdzie przez unifikację terminali i urządzeń przełamano bariery techniczne przy produkcji sprzętu umożliwiając masową produkcję i wprowadzenie na rynek tanich produktów i usług. Z całą pewnością zasada neutralności technicznej sprzyja jednak rozwojowi techniki i może być korzystna zarówno dla producentów urządzeń końcowych, jak i użytkowników systemów radiokomunikacyjnych np. w przypadku wprowadzania nowych technik dostosowanych do nowych usług<sup>33</sup>.

Dyrektywa Zmieniająca przewiduje okres przejściowy przed całkowitym wprowadzeniem zasad neutralności usługowej i technicznej, co ma na celu ochronę dotychczasowych posiadaczy praw do częstotliwości radiowych, poprzez umożliwienie im składania wniosków do organu regulacyjnego o ponowną ocenę ograniczeń przysługujących im praw. Mają na to 5 lat licząc od 25 maja 2011 r., o ile prawa do częstotliwości zostały im przyznane przed tą datą.

## 2.2. Wtórny obrót prawami do częstotliwości radiowych

Obok zasady neutralności technicznej i usługowej kapitalne znaczenie dla procesu liberalizacji sektora telekomunikacyjnego ma wprowadzenie przez DZ rynku wtórnego obrotu indywidualnymi prawami do użytkowania częstotliwości, ponieważ rezultatem tego urynkwienia przydziałów częstotliwości

<sup>32</sup> *Ibidem*, s. 48.

<sup>33</sup> Celem wprowadzenia neutralności technicznej jest umożliwienie świadczenia nowych usług transmisji danych o np. wyższej przepływności transmisji radiowej (GSM -> GPRS -> HSDPA -> UMTS -> LTE).



ma być efektywniejsze wykorzystanie widma. Przede wszystkim chodzi tu o zagospodarowanie nieużywanych częstotliwości, a także o polepszenie warunków do wprowadzania zarówno nowych usług, jak i nowych technologii. Na mocy nowych postanowień możliwe jest zarówno przekazywanie jak i dzierżawienie praw do użytkowania częstotliwości<sup>34</sup>. Należy w tym miejscu dodać, że możliwość wtórnego obrotu prawami do częstotliwości nie została przewidziana dla wszystkich pasm, a jedynie dla wybranych. Wyłączeniu zostały poddane pasma służące do celów emisji radiowo–telewizyjnych. To nie jest jedyne obostrzenie jakie przewiduje DZ gdyż nałożono jednocześnie na państwa członkowskie obowiązek sprawowania pieczy nad wtórnym obrotem, tak aby obrót ten nie był przyczyną wypaczeń w postaci np. ograniczenia konkurencji bądź pozostawiania niewykorzystanych zakresów widma. Ten zapis ma na celu zapewnienie takiego stanu, w którym częstotliwości będą służyły do rzeczywistego świadczenia usług, a nie do blokowania innych podmiotów działających na tym samym rynku, a więc sprawnego działania systemu, a nie jako narzędzia do zwalczania konkurencji.

W celu poprawy harmonizacji przeznaczeń częstotliwościowych na poziomie unijnym przewidziano w DZ, że Komisja Europejska będzie mogła podejmować środki wykonawcze, polegające na możliwości identyfikacji tych zakresów częstotliwości, dla których prawa do użytkowania mogą być dzierżawione lub przekazywane.

Wszystkie opisane wyżej zmiany wprowadzane przez DZ mają na celu rozwój wspólnego rynku poprzez zwiększenie i uelastycznienie dostępu do widma oraz zapewnienie efektywności jego wykorzystania.

## IV. Techniki kognitywne

### 1. Wprowadzenie

Ogromny potencjał do odegrania ważnej roli w procesie liberalizacji sektora telekomunikacyjnego, mają **techniki kognitywne**. Choć wciąż są one w fazie badawczo–rozwojowej, wymieniane są już w wielu aktach zarówno Rady i Parlamentu Europejskiego, jak i w dokumentach Zespołu ds. Polityki Widma Radiowego (dalej: Zespół ds. Widma)<sup>35</sup>.

Techniki kognitywne są uważane jako środki umożliwiające efektywniejsze wykorzystanie widma, zwiększenie dostępu do niego oraz uelastycznienie tego dostępu. W Decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady nr 243/2012/UE<sup>36</sup> z dnia 14 marca 2012 r., w sprawie ustanowienia wieloletniego programu dotyczącego polityki w zakresie widma radiowego, już w preambule (punkt 13) jest mowa o technikach kognitywnych. Podkreślono tam, że choć są one jeszcze w fazie laboratoryjnej, to należy je nadal badać. Dalej w preambule jest mowa o technikach kognitywnych jako o projekcie o dużym potencjale gospodarczym lub inwestycyjnym. Natomiast w samej treści Decyzji, w artykule 4 dotyczącym poprawy efektywności wykorzystania widma oraz elastyczności jego obsadzania, nałożony jest na państwa członkowskie obowiązek przyczyniania się do rozwoju aktualnych i nowych

<sup>34</sup> Art. 9b DZ ust. 1. Państwa członkowskie zapewniają, że przedsiębiorstwa mogą zgodnie z warunkami dotyczącymi praw do użytkowania częstotliwości radiowych oraz zgodnie z procedurami krajowymi przekazywać lub wydzierżawiać innym przedsiębiorstwom indywidualne prawa do użytkowania częstotliwości radiowych w pasmach, co do których jest to przewidziane w ramach środków wykonawczych przyjętych zgodnie z ust. 3.

<sup>35</sup> Zespół ds. Polityki Widma Radiowego (ang. RSPG – Radio Spectrum Policy Group) jest organem doradczym Komisji Europejskiej, wspomagającym jej prace w kwestiach związanych z gospodarowaniem widmem. Zespół składa się z 61 rządowych ekspertów wysokiego szczebla z każdego państwa członkowskiego Unii. Utworzony został na mocy decyzji KE nr 2002/622/WE z 26.07.2002 r. ustanawiającej Zespół ds. Polityki Widma Radiowego, Dz.Urz. 2002 L 198/49. zmienionej Decyzją Komisji z dnia 16.12.2009 r. Dz. Urz. 2009 L 336, 18/12/2009 P.

<sup>36</sup> Dz.U. L 81 z 21.3.2012, str. 7–17.

technologii, w tym technik radia kognitywnego (również tych wykorzystujących tzw. białe przestrzenie<sup>37</sup> widma radiowego – *White Space Spectrum*) jako technik wspierających wspólne wykorzystanie widma oraz współdzielenie zasobów widmowych.

Możliwość wprowadzenia w życie liberalizującej idei współdzielenia widma jest uzależniona przede wszystkim od zastosowania inteligentnych technik wspólnego użytkowania widma w systemach **radia kognitywnego** (ang. *Cognitive Radio* – CR). Zasadniczo idea radia kognitywnego jest złożona i dotyczy urządzeń i systemów, które są zdolne do kognitywnych (inteligentnych) zachowań w cyklu złożonym z sześciu faz: „**obserwacji, orientacji, planowania, uczenia się, decydowania i działania**”<sup>38</sup>. Systemy CR w założeniu mają dopasowywać swoje wewnętrzne modele działania do zewnętrznych obserwacji (obserwacji takich czynników jak np.: panujące reguły używania widma, preferencje i potrzeby użytkownika czy też koszty operacyjne) i wykorzystują tę wiedzę, aby dostosować się do dostarczenia bezprzewodowych usług jak najbardziej adekwatnych do potrzeb i preferencji użytkownika oraz stanu środowiska radiowego. Systemy CR – w założeniu – są zdolne do uczenia się na podstawie swoich uprzednich działań i doświadczeń oraz do wcielenia tej wiedzy w fazie podejmowania decyzji oraz w fazie działania. Opisany powyżej model CR zwany jest pełnym kognitywnym radiem (*full CR*) lub Radiem Mitola, stworzenie którego jest celem badań naukowych będących obecnie w fazie intensywnego rozwoju.

Systemy CR dotyczą szeregu aspektów technicznych i regulacyjnych, a realizacja systemu CR może obejmować różne elementy (warstwy fizycznej, warstwy dostępowej czy wyższych warstw modelu komunikacji sieciowej tzw. systemów otwartych ISO/OSI<sup>39</sup>). Jednak w ostatnich latach na świecie rozwijana jest prawie wyłącznie koncepcja kognitywnego dostępu do pasma radiowego określanego jako tzw. dynamiczny dostęp do widma (*Dynamic Spectrum Access*), w szczególnym przypadku stanowiący oportunistyczny dostęp do widma (*OSA – Opportunistic Spectrum Access*). Dostęp taki ma prowadzić do przyszłego współużytkowania pasm przez różnych licencjonowanych użytkowników (*LSA – Licensed Shared Access*) i do wspólnego użytkowania widma przez różnych użytkowników (*CUS – Collective Use of Spectrum*<sup>40</sup>) na zasadzie wykorzystywania okazji (oportunizm) a więc tych miejsc w przestrzeni radiowej, które są w danej chwili dostępne bez powodowania niedopuszczalnych zakłóceń.

Istnieją więc dwa podstawowe modele współużytkowania widma przez radio kognitywne. Model pierwszy obejmuje współużytkowanie wewnątrzsieciowe, w ramach sieci jednego operatora, który pragnie użyć radio kognitywne do zwiększenia efektywności wykorzystania przydzielonej mu części widma. Natomiast drugi model obejmuje współużytkowanie zewnątrzsieciowe, gdzie na pewnym obszarze działania ten sam zakres częstotliwości może być eksploatowany w wielu sieciach radia kognitywnego – np. w przypadku wspomnianego powyżej wspólnego użytkowania typu CUS. Obydwa modele mogą dotyczyć również oportunistycznego dostępu do widma. Klasyfikacja ta nie odnosi się

<sup>37</sup> Pomimo, że dosłowne tłumaczenie „white spaces” to „białe przestrzenie”, w niektórych krajowych publikacjach i w oficjalnych polskojęzycznych dokumentach unijnych wykorzystywano też określenie „białe plamy”. Obydwa określenia mają swoje zalety i wady, „przestrzenie” odnoszą się do niezajętej w danym zakresie częstotliwości wielowymiarowej przestrzeni elektromagnetycznej, natomiast „plamy” dotyczą obszarów znajdujących się poza zasięgiem pracujących na określonej częstotliwości stacji radiowych tzw. pierwotnych, czyli tych, dla których dany zakres był pierwotnie przeznaczony i które ten zakres użytkują. Zgodnie z nazewnictwem stosowanym w Regulaminie Radiokomunikacyjnym stacje takie pracują w ramach służb (służby) radiowych pierwszej ważności.

<sup>38</sup> Rozprawa doktorska J. Mitola III, w której Cognitive Radio zostało po raz pierwszy szczegółowo zdefiniowane, s.2. Dostępna pod adresem: [http://web.it.kth.se/~maguire/jmitola/Mitola\\_Dissertation8\\_Integrated.pdf](http://web.it.kth.se/~maguire/jmitola/Mitola_Dissertation8_Integrated.pdf)

<sup>39</sup> ISO/IEC standard 7498-1:1994 Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model.

<sup>40</sup> Radio Spectrum Policy Group 2011, Report on CUS and other spectrum sharing approaches, “Collective Use of Spectrum”, October 2011, Draft.

jednak do przypadków wtórnego rynku częstotliwości, gdy pierwotny właściciel widma – nie wykorzystując go w pełni – odsprzedaje bądź wynajmuje część swoich praw do użytkowania widma.

Zasadniczym elementem praktycznie rozwijanych koncepcji radia kognitywnego jest rozpoznanie stanu zajętości widma radiowego i uruchomienie transmisji w tej części widma, która jest aktualnie dostępna i która nie powoduje niedopuszczalnych zakłóceń u innych użytkowników. Rozpoznanie zajętości widma radiowego możliwe jest do zrealizowania za pomocą sensingu (detekcja fizyczna sygnałów radiowych), kanału kognitywnego pilota (Cognitive Pilot Channel – CPC) lub za pomocą baz geolokalizacyjnych <sup>41</sup>.

## 2. Sensing – detekcja widma

Sensing jest metodą lokalnej detekcji widma przez urządzenia CR. Urządzenie takie wykonuje fizyczne analizy zajętości zadanej części widma (detekcja sygnałów w poszczególnych zakresach), wybierając do własnej transmisji ten kanał, na którym nie stwierdza się obecności obcych emisji i możliwe jest zachowanie wymagań kompatybilności w stosunku do kanałów sąsiednich. Kłopotliwym problemem w przypadku sensingu widma jest tzw. problem ukrytego węzła (*hidden node*). Sytuacja taka ma miejsce, gdy urządzenie CR znajduje się w takim miejscu, w którym z różnych przyczyn nie wykrywa sygnału (bo znajduje się np. za przesłoną terenową) i uznaje daną część widma za wolną mimo tego, że na tej częstotliwości w okolicy pracują odbiorniki służby pierwszej ważności. Dokonując takiego niewłaściwego wyboru urządzenie CR powoduje powstanie niedopuszczalnych zakłóceń interferencyjnych. Problem ten może być minimalizowany głównie poprzez wspólny sensing – za pomocą wielu współpracujących ze sobą urządzeń (*Cooperative Spectrum Sensing*). Sensing może prowadzić do wysokich kosztów ze względu na złożoność konstrukcji pojedynczego urządzenia CR, gdyż wymagane marginesy ochronne dla pojedynczego sensora ze względu na problem ukrytego węzła często prowadzą do uzyskania wymaganych poziomów detekcji bardzo niskich (nawet poniżej poziomu szumów), co jest nierealizowalne fizycznie lub oznacza ekstremalnie wysoki koszt sensorów. Docelowo analiza widma nie będzie korzystać jedynie z pomiaru energii w określonym zakresie częstotliwości, ale zawierać będzie również szczegółowe badanie innych charakterystyk użytkowania widma takich jak czas, obszar, częstotliwość, szerokość czy rodzaj transmitowanego sygnału – co pozwoli na zmniejszenie wymagań czułościowych urządzeń sensujących. Zaawansowane techniki sensingu są obecnie w fazie badawczej i prace w tym kierunku będą prowadzone przez kolejne lata. Ze względu na słabość tej techniki i jej wczesną fazę badań i rozwoju, obecnie nie planuje się jeszcze powszechnego wdrożenia urządzeń CR pracujących wyłącznie w oparciu o sensing widma.

W każdym z powyższych przypadków dostęp do wolnych zasobów widmowych przez CR może być realizowany w sposób kooperacyjny bądź niekooperacyjny. W przypadku dostępu kooperacyjnego poszczególne częstotliwości przydzielane są do wykorzystania użytkownikowi radia kognitywnego w wyniku przetworzenia informacji o oddziaływaniu zakłóceń interferencyjnych pochodzących z jednego węzła na pracę innych węzłów CR. Natomiast w sytuacji, gdy mamy do czynienia z dostępem niekooperacyjnym, analizowana jest sytuacja w jednym węźle, nie rozpatruje się zakłóceń oddziaływujących na inne węzły – powoduje to, co prawda, nieoptymalne wykorzystanie przestrzeni

<sup>41</sup> ECC Report 159, Technical and Operational Requirements for the Possible Operational of Cognitive Radio Systems in the "White Spaces" of the Frequency Band 470 – 790 MHz, Cardiff, January 2011.

widmowej, ale ogranicza się wtedy ruch w sieci spowodowany wymianą służbowej korespondencji międzywęzłowej, zwiększając praktyczną przepustowość łączy w sieci radia kognitywnego<sup>42</sup>.

### 3. CPC (Cognitive Pilot Channel, Beacon) – kanał pilota kognitywnego (radiolatarnia)

W tym przypadku urządzenie CR uzyskuje informację o stanie widma poprzez odbiór informacji nadawanej przez radiolatarnię w specjalnym kanale rozsyłającym tę informację – zwanym kanałem pilotowym CPC. Sygnał ten wskazuje na zajętość kanału (kanałów) w danym zakresie częstotliwości i może pozwalać na podanie także innych informacji na temat możliwości wykorzystania pasma (np. poziomy sygnałów, zależności czasowe itp.). Możliwe jest przy tym emitowanie sygnału w kanale CPC przez inne stacje mające możliwość rozpoznania stanu wykorzystania widma radiowego a niezwiązane z użytkownikiem pierwszej ważności (np. stacje monitoringu widma). Istotnym problemem tej metody jest jednak konieczność wygospodarowania (i ochrony) pasma radiowego przeznaczonego wyłącznie na kanał CPC oraz konieczność równoczesnego sensingu widma. Zwłaszcza trudność ze skoordynowaniem i uzgodnieniem międzynarodowym jednego wspólnego zakresu częstotliwości dedykowanego dla kanału CPC powoduje, że technika ta jest mało rozpowszechniona. Możliwe jest zasadniczo stosowanie lokalnych kanałów CPC, które rozłożone są w różnych pasmach częstotliwości, zależnie od lokalnych uwarunkowań, jednak w takim przypadku urządzenia CR muszą być zdolne do rozpoznawania sygnału CPC wykorzystującego różne zakresy częstotliwości. Stąd często zamiast sygnału CPC możliwe jest potraktowanie jednego z urządzeń CR jako stacji głównej definiującej kanały transmisyjne dla pozostałych urządzeń CR będących w jej zasięgu, które funkcjonują wówczas w trybie podporządkowanym używając kanałów radiowych wyznaczonych przez stację główną, a nie poprzez samodzielne dobieranie kanału na podstawie informacji CPC.

### 4. Bazy geolokalizacyjne

Bazy geolokalizacyjne stanowią obecnie główny kierunek prac badawczo-wdrożeniowych systemów CR. W tym przypadku urządzenie CR (lub stacja zarządzająca wspólną siecią urządzeń CR) wyposażone jest w odbiornik lokalizujący położenie (np. GPS lub Galileo), a po określeniu swego położenia geograficznego łączy się z bazą danych, w której zawarte są informacje o wolnych częstotliwościach w danej lokalizacji. Bazy geolokalizacyjne muszą być odpowiednio często aktualizowane, tak aby na bieżąco uwzględniać zmiany w widmie. Powinny one mieć też wpisane dane o rezerwacjach widma, także takich, które nie są eksploatowane ale planuje się ich wykorzystywanie lub ochronę. Problemem w przypadku odbiornika GPS jest brak możliwości użytkowania tej techniki w miejscach, gdzie odbiór sygnału GPS jest utrudniony lub niemożliwy oraz gdy występuje niedokładność oceny wysokości położenia odbiornika nad poziomem terenu, często warunkująca dostęp do widma radiowego. W takich wypadkach konieczne jest stosowanie dodatkowych technik lokalizacyjnych (poza GPS). Obecnie bazy geolokalizacyjne wydają się najprostszym i najtańszym sposobem uzyskiwania informacji o widmie radiowym i aktualnie trwają prace nad praktycznym wdrożeniem tego typu rozwiązań w USA i Wielkiej Brytanii. Rozwiązanie to jest jednak efektywne głównie w przypadku pasm wykorzystywanych przez stałe emisje radiowe o znanych i niezmiennych parametrach technicznych (np. emisje telewizyjne, radiowe czy systemy radarowe) i przy ściśle sprecyzowanych warunkach nadawania (maski widma, określona wysokość anteny nadawczej, dopuszczalna szerokość pasma).

<sup>42</sup> Akyildiz I.F. et al.: *A Survey on Spectrum Management In Cognitive Radio Networks*, IEEE Communications Magazine, April 2008, s. 40 – 48

Wydaje się, że pierwsze praktyczne powszechnie wdrożone komercyjne systemy CR korzystać będą głównie z baz geolokalizacyjnych stworzonych i zarządzanych przy współudziale krajowych administracji łączności. Korzystanie z tego typu baz niesie ze sobą także istotne korzyści, gdyż bazy tego typu mogą być zarządzane dynamicznie – i np. w sytuacji zbyt małej (lub zbyt dużej) ochrony innych systemów, parametry CR mogą być weryfikowane i zmieniane w czasie za pomocą zmiany wpisów w bazie. W ten sposób administracja może uzyskać dodatkową bieżącą kontrolę nad systemami CR i ich parametrami emisyjnymi, niezależną od cech fizycznych samych urządzeń CR.

## 5. Prace standaryzacyjne

Obecnie ukończone zostały pierwsze i trwają kolejne intensywne prace standaryzacyjne systemów radia kognitywnego.

Pierwszą już zatwierdzoną i opublikowaną normą typu dotyczącą radia kognitywnego CR jest amerykański standard IEEE 802.22<sup>43</sup>. Standard ten dotyczy pracy radia kognitywnego w zakresach częstotliwości wykorzystywanych przez służby licencjonowane (pasmo TV oraz inne pasma) na zasadzie oportunistycznej (OSA). Pozwala on na uzyskanie bardzo dużych zasięgów poszczególnych elementów sieci (do 100 km) dzięki korzystnym właściwościom propagacyjnym pasm telewizyjnych, przy jednoczesnym wzroście efektywności wykorzystania widma radiowego. Ze względu na złożoność i kosztowność modułów sensingu widma (obligatoryjnych w przypadku 802.22) jego popularność jest obecnie niewielka.

W ramach grupy normalizacyjnej, która opracowała i rozwija popularny standard przeznaczony dla Wi-Fi lokalnych sieci dostępowych WLAN o nazwie IEEE 802.11, dokonywane jest obecnie rozszerzenie tego standardu (o numerze 802.11af) w celu dostosowania możliwości tego systemu do wymagań stawianych wtórnym użytkownikom pasma telewizyjnego oraz do możliwości udostępnienia tego pasma nielicencjonowanym użytkownikom – w ramach stacjonarnych systemów kognitywnych. Wersja finalna 802.11af spodziewana jest w roku 2014 i ma obejmować wyłącznie wykorzystywanie baz geolokalizacji (bez obligatoryjnej konieczności sensingu widma). Tego typu rozwiązanie może spowodować znaczną popularność tego standardu, zwłaszcza w obszarach, w których występuje słabo rozwinięta struktura sieci bezprzewodowych i konieczne jest szybkie uzyskiwanie dużego zasięgu dostępu bezprzewodowego.

Podstawy techniczne i definicje różnych odmian systemów CR są również przedmiotem prac kolejnego amerykańskiego komitetu IEEE 1900 i jego podgrup. W 2011r. powołana została nowa podgrupa komitetu (IEEE 1900.7) zajmująca się opracowaniem standardu pewnych struktur systemów CR docelowo pracujących w różnych zakresach częstotliwości (w szczególności w paśmie TV). Celem prac tej grupy będzie przygotowanie rozwiązań technicznych systemów CR przeznaczonych do różnorodnych zastosowań (nie tylko stacjonarny dostęp do Internetu jak w przypadku 802.11af). Standard 1900.7 zostanie zapewne ukończony w ciągu następnych 2-3 lat i w kolejnych latach powinny pojawić się stosowne urządzenia nadawczo-odbiorcze.

W Europie równoległe prace toczą się w ramach zespołu ETSI RRS (Radiowe Systemy Rekonfigurowalne), w którym opracowano już szereg różnorodnych wymagań i standardów definicyjnych a także wstępnych norm technicznych, np. normę ETSI TR 103 063 dla współużytkowania

<sup>43</sup> IEEE 802.22-2011(TM) *Standard for Cognitive Wireless Regional Area Networks (RAN) for Operation in TV Bands*, IEEE, 1<sup>st</sup> July 2011.

wewnątrzsieciowego zakresów przeznaczonych dla GSM oraz IMT<sup>44</sup>. Trwają dyskusje nad kolejnymi standardami, zwłaszcza w odniesieniu do tzw. fizycznie realizowalnych warstw systemu: fizycznej (PHY) i łącza (MAC) modelu ISO/OSI. Toczące się na świecie prace standaryzacyjne dowodzą, że idea radia kognitywnego stanie się już w niedługim czasie obiektem praktycznych realizacji.

Należy zwrócić szczególną uwagę na te możliwości techniczne, które otwierają się w przypadku systemów CR, a które prowadzą do swobodnego przydzielania poszczególnych kanałów częstotliwości bardzo wielu różnym użytkownikom w różnych częściach kraju, także chwilowego dostępu do widma radiowego. Takie możliwości prowadzić mogą z jednej strony do zwiększenia efektywności wykorzystania częstotliwości, z drugiej prowadzić mogą do znaczącej liberalizacji dostępu do częstotliwości radiowych. Może pojawić się bardzo wielu użytkowników, którzy niedrogo będą nabywać uprawnienia dostępu do pewnych zakresów częstotliwości, czy nawet pojedynczych kanałów radiowych na zasadzie wykupu tych kanałów/zakresów tylko w określonych lokalizacjach i tylko na ściśle określony czas (np. na kilka godzin, dzień, miesiąc czy rok). Dyspozytor częstotliwości (krajowy regulator lub upoważniona osoba) za pomocą oprogramowania i systemu baz danych może w czasie rzeczywistym zarządzać dostępem do widma radiowego i na bieżąco przekazywać użytkownikom radia kognitywnego uprawnienia do nadawania poprzez np. wykup licencji on-line czy w trybie aukcyjnym (jest to działalność brokera częstotliwości, ang. *Spectrum Broker*). Może prowadzić to do pojawienia się bardzo wielu podmiotów, które rozpoczną działalność w zakresie telekomunikacji, a których do tej pory na tego typu działalność nie było stać (wysokie bariery wejścia, ze względu na ogromne koszty opłat za dostęp do częstotliwości). Wprowadzenie do użytku systemów CR na pewno zdynamizuje i uelastyczni rynek usług bezprzewodowych oraz prowadzi będzie do postępującej liberalizacji w dostępie do widma radiowego, zwiększając konkurencyjność rynku i wachlarz świadczonych usług.

## 6. Regulacje prawne służące wprowadzeniu w życie kognitywnych technologii

Zespół ds. Widma wybrał CEPT<sup>45</sup> (Europejską Konferencję Administracji Poczty i Telekomunikacji) jako organizację od wielu lat zajmującą się ustaleniami warunków wykorzystania częstotliwości radiowych w obrębie krajów europejskich. CEPT prowadzi między innymi prace zmierzające do ustalenia warunków wdrożenia systemów radia kognitywnego z mandatu Komisji Europejskiej lub w ramach wspólnych decyzji administracji przyjętych przez Europejski Komitet Łączności ECC. Pierwszym zakresem częstotliwości, w którym prowadzi się prace nad systemami radia kognitywnego, jest zakres pasm telewizyjnych 470-790 MHz. Zakresem tym zajmuje się specjalnie do tego celu powołany zespół projektowy SE43 Grupy Inżynierii Widma Radiowego. Prace tego zespołu zostaną prawdopodobnie ukończone w końcu roku 2012 lub na początku roku 2013. Ich celem jest przede wszystkim określenie (w postaci Raportów ECC) metod i warunków dopuszczenia do wdrożenia systemów CR w pasmach telewizyjnych. Należy przy tym podkreślić, że Raporty tej grupy, po ich zatwierdzeniu przez Europejską Komisję Łączności ECC, staną się zbiorem przepisów i warunków regulacyjnych, które powinny, choć nie muszą, obowiązywać poszczególne administracje. Na podstawie tego typu Raportów, CEPT wyda kolejny dokument w postaci Zalecenia (sposobu i warunków wdrożenia CR) swoim krajom członkowskim. Należy przypuszczać, że nieco później, na podstawie takiego Zalecenia, Parlament Europejski i Rada wydadzą stosowną dyrektywę obowiązującą kraje członkowskie Unii Europejskiej.

<sup>44</sup> ETSI, Technical Report ETSI TR 103 063, *Reconfigurable Radio Systems (RRS); Use Cases for Reconfigurable Radio Systems operating in IMT bands and GSM bands for intra-operator scenarios*, Sophia Antipolis 2011.

<sup>45</sup> [www.cept.org](http://www.cept.org)

Niektóre kraje europejskie (np. Wielka Brytania) już rozpoczęły przygotowania do wdrożenia własnych norm (*Voluntary Standards*) i przepisów regulacyjnych dotyczących systemów CR, które niekoniecznie będą prowadzić do takich samych wymagań technicznych jak te przygotowane w ramach CEPT. Jak wspomniano wyżej, ETSI<sup>46</sup> (Europejski Instytut Norm Telekomunikacyjnych) jako europejska jednostka standaryzacyjna prowadzi prace zmierzające do opracowania **zharmonizowanych standardów dla urządzeń** radia kognitywnego. CEPT i ETSI na bieżąco wymieniają informacje o wymaganiach urządzeń i ustaleniach regulacyjnych, co pozwala na wspólne ukierunkowanie prowadzonych prac.

Wprowadzenie w życie kognitywnych technologii nie wymaga co do zasady zmiany najważniejszego aktu prawnego w tym zakresie jakim jest Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1999/5/WE z dnia 9 marca 1999 r. w sprawie urządzeń radiowych i końcowych urządzeń telekomunikacyjnych oraz wzajemnego uznawania ich zgodności<sup>47</sup>. Jak się przewiduje, konieczne będzie natomiast wydanie dodatkowego aktu prawnego dotyczącego zharmonizowanych standardów dla urządzeń CR lub innych urządzeń posiadających cechy kognitywne.

Przyjęte podczas Światowej Konferencji Radiokomunikacyjnej WRC12 (punkt Agendy 1.19) ustalenia dotyczące systemów CR wskazują, że do ich wdrożenia nie są konieczne dodatkowe prace regulacyjne, co oznacza, że uruchomienie tych systemów może być przeprowadzone tylko w oparciu o obecnie obowiązujący Regulamin Radiokomunikacyjny ITU (ang. *Radio Regulations* ITU). W przyjętej Uchwale ITU-R R58 podczas Zgromadzenia Radiokomunikacyjnego RA12<sup>48</sup> odbytego przed WRC i Zaleceniu 76 opracowanym w trakcie WRC12<sup>49</sup> ustalono jedynie, że konieczne jest zapewnienie niezbędnej ochrony innym pracującym systemom radiowym i określenie warunków koordynacji transgranicznej systemów CR z sąsiadującymi krajami, przed ich wdrożeniem. Ustalenia techniczne powinny być przedmiotem dalszych prac ITU i powinny zostać opublikowane w formie Zaleceń i Sprawozdań ITU. Prowadzi to do sytuacji, w której decyzja o implementacji systemów CR może być podjęta samodzielnie przez poszczególne administracje, po uzgodnieniu warunków kompatybilności z krajami sąsiadującymi w regionach przygranicznych i nie wymaga dodatkowych regulacji światowych na poziomie ITU. Można się więc spodziewać, że kraje (np. USA, Wielka Brytania czy niektóre kraje azjatyckie), które dotychczas podjęły samodzielne przygotowania do wdrożenia systemów CR, już w najbliższej przyszłości wprowadzą je do powszechnego użytku.

## V. Podsumowanie

Rozwój nowych technik radiowych, a zwłaszcza systemów radia kognitywnego wykorzystujących dynamiczny dostęp do widma pozwala na znaczącą liberalizację podejścia do zarządzania widmem. Polegać ona będzie na zwiększeniu efektywności wykorzystania widma poprzez dopuszczenie najróżniejszych podmiotów do współużytkowania częstotliwości i kolektywnego (wspólnego) wykorzystywania tych samych zakresów widma przy pomocy nowoczesnych systemów radia kognitywnego. Radio kognitywne umożliwi dynamiczne zarządzanie przydzielaniem częstotliwości w czasie rzeczywistym np. przy użyciu geolokalizacyjnych baz danych i odpowiednich reguł technicznych.

<sup>46</sup> [www.etsi.org](http://www.etsi.org)

<sup>47</sup> Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 1999 L 91/10.

<sup>48</sup> Radiocommunication Assembly RA-12, Geneva, 2012.

<sup>49</sup> Recommendation 76 (WRC-12), *Deployment and use of cognitive radio systems*, Final Acts World Radiocommunication Conference WRC12, ITU, Geneva, 2012.

Nowa filozofia działania powodująca znaczącą liberalizację dostępu do widma polega na stosowaniu zasady „wszystko jest dopuszczone, co nie jest zabronione” zamiast dotychczas stosowanej reguły, że „wszystko jest zabronione, co nie zostało dopuszczone przez regulatorów”. Liberalizacja ta pozwolić może w przyszłości na pojawienie się szeregu nowych podmiotów gospodarczych i nowych usług na rynku telekomunikacyjnym. Zwłaszcza zastosowanie technik wykorzystywania tzw. białych przestrzeni widma radiowego pozwoliłoby na rozwiązanie naglącego dziś problemu niedostatecznych zasobów widma radiowego, skutkujących bardzo wysokimi cenami praw do użytkowania widma, tworzącymi barierę wejścia ograniczającą konkurencyjność w odniesieniu do tak dużego rynku, jakim jest w ostatnich latach telekomunikacyjny rynek usług bezprzewodowych. Pomaga to przełamać impas ochrony działania dotychczasowych posiadaczy praw do użytkowania określonych częstotliwości w związku z pojawianiem się nowych podmiotów zainteresowanych tymi samymi częstotliwościami.

Nowe techniki pozwolić mogą nie tylko na rozwiązanie narastającego problemu niewystarczającej pojemności sieci bezprzewodowych wynikającej z gwałtownie rosnącego ruchu telekomunikacyjnego (spowodowanego m.in. przez coraz większą liczbę smartfonów, tabletów czy telefonów komórkowych) ale także na pojawienie się szeregu nowych systemów bezprzewodowych wspomagających społeczeństwo, takich jak czujniki (np. przeciwpożarowe, przeciwpowodziowe, medyczne), systemy bezstykowych łączności między samochodami, bezprzewodowe liczniki energii, gazu, bezprzewodowy dostęp do Internetu, sieci domowe, itp. Umożliwienie wdrożenia nowych technik wymagać będzie zmian regulacji prawnych np. celem dopuszczenia nowych podmiotów zarządzających dostępem do specjalnie do tego celu przeznaczonej części widma (brokerzy częstotliwości), czy wprowadzenia opłat za krótkotwałe wykorzystywanie częstotliwości (np. kilka godzin albo dni) lub uregulowania zasad bezpłatnego dostępu do widma w nowo udostępnionych zakresach częstotliwości. Rodzi to wiele problemów natury prawnej, wśród których na szczególną uwagę zasługuje status widma, które jest własnością państwa, a przyznawanie praw do użytkowania widma ma charakter użyczenia zasobu, którego właścicielem pozostaje państwo. Istotną kwestią jest status prawny brokerów częstotliwości zarządzających dostępem do części widma przeznaczonej np. do wspólnego użytkowania. Istnieje kilka możliwości w tym zakresie. Z jednej strony brokerzy mogliby wchodzić w skład administracji publicznej jako np. powołany do tego celu nowy organ administracji publicznej lub jako inny podmiot wykonujący określone funkcje z zakresu administracji publicznej. Jednak w tym przypadku faktyczna władza nad zarządzaniem częstotliwościami pozostawałaby w gestii państwa. Z drugiej strony powierzenie funkcji brokera częstotliwości podmiotom prywatnym, niepodlegającym kontroli regulatora krajowego, rodzi obawy o szeroko pojętą prawidłowość zarządzania widmem. Natomiast jeśli miałyby być sprawowane nad tymi podmiotami nadzór ze strony państwa, to musi zostać podjęta próba zachowania balansu przy ustanawianiu zasad tego nadzoru, aby z jednej strony zminimalizować wpływ państwa, a z drugiej chronić najsłabszych uczestników rynku oraz użytkowników końcowych, a także nie dopuścić do fragmentaryzacji lub gromadzenia widma.

Zwiększenie efektywności wykorzystania widma powinno nastąpić poprzez weryfikację już przyznanych praw do widma nabytych przez dotychczasowych posiadaczy tych praw, w związku z dynamicznie zmieniającym się zapotrzebowaniem na dostęp do widma. Opracowane powinny być przy tym kryteria techniczne współużytkowania poszczególnych wytypowanych do tego celu zakresów częstotliwości, prowadzące do wzrostu efektywności wykorzystania widma radiowego i unikania zakłóceń istniejących i przyszłych systemów bezprzewodowych.