

Jerzy Kubasik

Rynkowe podejście do telewizyjnych białych plam

Ekonomiczne Problemy Usług nr 67, 465-472

2011

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

JERZY KUBASIK

Politechnika Poznańska

RYNKOWE PODEJŚCIE DO TELEWIZYJNYCH BIAŁYCH PLAM

Wprowadzenie

Przejście od systemów telewizji analogowej (ATV) do cyfrowej (DTV), nazywane „przełączeniem cyfrowym” (*digital switch-over*), we wszystkich krajach Unii Europejskiej powinno nastąpić do końca 2012 roku. Stwarza to jedyną w swoim rodzaju okazję wykorzystania wartościowych zasobów, jakimi są zwolnione pasma częstotliwości kanałów telewizji analogowej. Zasoby te zwane są „dywidendą cyfrową” (*digital dividend*) i będą dostępne na obszarach określanych jako „telewizyjne białe plamy” (*television white spaces – TVWS*).

Artykuł poświęcony jest możliwościom wtórnego wykorzystania widma częstotliwości w ramach TVWS w Europie. Europejska Konferencja Administracji Poczty i Telekomunikacji (CEPT) i niektóre krajowe organy regulacyjne (np. brytyjski Ofcom) rozważają możliwość zastosowania dostępu kognitywnego¹ w ramach TVWS przez systemy oparte na koncepcji wspólnoty widma (*spectrum commons*), zgodnie z podejściem przyjętym przez Federalną Komisję Łączności (FCC) w USA. Bazując na pracach w ramach projektu COGEU zaproponowano rozszerzenie tego reżimu regulacyjnego i wprowadzenie wtórnego obrotu widmem częstotliwości w czasie rzeczywistym w celu podniesienia wartości uwalnianych zakresów widma. Proponowany system ma umożliwić handel, zapewnić jakość usług i

¹ Radio kognitywne (*cognitive radio – CR*) – nowa technika przekazu radiowego cechująca się tym, że inteligentne systemy wchodzące w skład nadajników/odbiorników analizują otoczenie pod względem dostępnego widma i automatycznie dostosowują do niego parametry pracy urządzenia w celu optymalnego wykorzystania widma przez wybór odpowiedniego pasma częstotliwości, typu modulacji lub mocy sygnału.

ochronę aplikacji zasiedziały, głównie (ale nie tylko) rozpowszechniania programów telewizyjnych w wersji cyfrowej².

W artykule ograniczono szczegółowe opisy techniczne związane z projektem, koncentrując się na kwestiach biznesowych i regulacyjnych.

1. Przelączenie cyfrowe

Stan zaawansowania procesów związanych z przejściem z analogowej na cyfrową emisję programów telewizyjnych jest zróżnicowany w poszczególnych krajach. W USA analogowe stacje dużej mocy zakończyły pracę w połowie 2009 roku, a cyfryzacja lokalnych stacji małej mocy nie została jeszcze zakończona. Japonia i Kanada planują wyłączenie analogowej TV na połowę 2011 roku. W Brazylii przelączenie cyfrowe zapoczątkowano w głównych miastach pod koniec 2007 roku, planując jego dokończenie w ciągu siedmiu lat. Chiny zaprzestaną analogowej emisji programów TV do końca 2015 roku.

Proces przelączenia cyfrowego został zakończony w 12 krajach UE (Belgia, Dania, Estonia, Finlandia, Francja, Hiszpania, Holandia, Luksemburg, Łotwa, Niemcy, Słowenia, Szwecja). W pozostałych powinien zakończyć się do grudnia 2012 roku. Polska planuje wyłączenie nadajników analogowych w połowie 2013. Ostatnio Węgry ogłosiły przesunięcie terminu wyłączenia na początek 2015 roku. Stopień zaawansowania procesu przelączenia cyfrowego w Europie został zilustrowany na rysunku 1 (od najmniej zaawansowanych – najjaśniejszych, do najbardziej zaawansowanych – najciemniejszych).

Naziemne nadawanie programów telewizyjnych zarówno analogowych, jak i cyfrowych odbywa się w licencjonowanych kanałach z zakresów VHF i UHF (174–869 MHz)³. Ze względu na efektywność wykorzystania widma przez DTV niektóre z tych zakresów częstotliwości wykorzystywane dotąd przez ATV zostaną uwolnione i udostępnione do innych zastosowań⁴. Ponadto przydziały częstotli-

² COGEU (www.ict-coge.eu) – projekt badawczy finansowany przez Komisję Europejską (Grant 248560) w ramach 7 PR, łączący w sobie zagadnienia techniczne, biznesowe i regulacyjne, w celu wykorzystania przejścia na nadawanie cyfrowe programów TV przez wprowadzenie i promocję systemów CR z wtórnym obrotem widmem radiowym w czasie rzeczywistym oraz utworzenie nowego systemu wspólnoty widma. Istotą innowacji wnoszonych przez COGEU jest połączenie kognitywnego dostępu do TVWS z mechanizmami wtórnego handlu częstotliwościami w działającym modelu urzędzenia. W artykule przedstawione zostały poglądy i opinie autora, które niekoniecznie odzwierciedlają stanowisko wszystkich partnerów konsorcjum COGEU.

³ Kanały UHF są wyjątkowo użyteczne do zastosowania w łączności ruchomej dzięki dobrym warunkom propagacji sygnałów i dobremu przenikaniu przez ściany budynków, a także możliwości pracy z niższymi mocami i antenami o rozmiarach akceptowalnych przez terminale przenośne.

⁴ W ramach WRC-07 uzgodniono, że całkowicie uwolnione zostanie pasmo 790-862 MHz (kanały 61–69) i wykorzystane do łączności ruchomej po 2015 roku.

ści DTV są takie, że pozostanie szereg wolnych pasm częstotliwości TV, które będą nieużywane w danej lokalizacji geograficznej⁵, to znaczy, że poszczególne zakresy widma będą geograficznie przeplatane tworząc tzw. białe plamy (wolne częstotliwości) w konkretnej lokalizacji.



Rys. 1. Przełączenie cyfrowe w Europie (styczeń 2011)

Źródło: www.digitag.org

Te zakresy częstotliwości są wykorzystywane nie tylko na potrzeby nadawania programów TV, co stanowi istotne wyzwanie przy projektowaniu aplikacji korzystających z TVWS. Korzystają z nich, jako służby drugiej ważności⁶, aplikacje określane jako PMSE⁷. W Europie Wschodniej (także w Polsce), w paśmie 645–862 MHz występują systemy radionawigacji lotniczej (ARNS), a częstotliwości, na

⁵ Ze względu na niezbędną separację kanałów w celu unikania zakłóceń nadajników DTV pracujących w tym samym lub sąsiednich kanałach.

⁶ Służby **drugiej ważności** nie mogą powodować szkodliwych zakłóceń w pracy stacji służb pierwszej ważności, nie mogą żądać ochrony przed szkodliwymi zakłóceniami ze strony stacji służb pierwszej ważności, którym częstotliwości już przydzielono lub mogą być przydzielone w późniejszym terminie, ale mogą żądać ochrony przed szkodliwymi zakłóceniami ze strony stacji tej samej lub innych służb drugiej ważności, dla których częstotliwości mogą być przydzielone w późniejszym terminie. Służby **pierwszej ważności** są bezwzględnie chronione przed zakłóceniami ze strony innych służb.

⁷ PMSE (*Programmer Making and Special Events*) – urządzenia wspomagające tworzenie programów telewizyjnych oraz służące do obsługi wydarzeń specjalnych. W tej kategorii mieszczą się systemy SAB/SAP (pomocnicze do nadawania i produkcji programów radiowych lub telewizyjnych) oraz ENG (elektroniczne gromadzenie wiadomości), a także PWMS (profesjonalne systemy mikrofonów bezprzewodowych), które w zależności od kraju mogą działać w reżimie licencjonowanym lub nielicencjonowanym.

których pracują, są użytkowane jako rządowe (pierwszej ważności). Ochrona tych systemów doprowadziła do ograniczeń w zakresie transmisji DTV i ciągle jest przedmiotem negocjacji w związku z planami wprowadzenia usług mobilnych w paśmie 790–862 MHz. Ponadto w kilku krajach lub ich częściach częstotliwości z zakresu 608–614 MHz (kanał 38) wykorzystywane są w służbie radioastronomicznej, więc muszą być chronione przed szkodliwymi zakłóceniami.

2. Problemy regulacyjne

Jedną z przyczyn braku zaufania dotychczasowych użytkowników widma i branży telekomunikacyjnej do inwestowania w technikę CR jest niedojrzałość polityki regulacyjnej w tym zakresie. Pozostaje nadzieja, że organy regulacyjne zarówno europejskie, jak i krajowe będą w stanie szybko przyjąć zasady sprzyjające innowacjom technologicznym i zwiększające zaufanie inwestorów. Kluczem do sukcesu jest zapewnienie przewidywalności co do dostępności zasobów częstotliwości w ramach TVWS. Można to osiągnąć tylko dzięki współpracy wszystkich zainteresowanych stron w ekosystemie TVWS.

Z drugiej strony w Europie inicjatywy dotyczące rozwoju wtórnych rynków częstotliwości generalnie są mniej zaawansowane niż w innych krajach (np. w USA, Kanadzie czy Australii). Daje się zauważyć bardzo niewielki postęp w rozwoju wszechstronnych ram obrotu wtórnego na poziomie europejskim. Zagadnienie to wymaga dalszych intensywnych badań, uzgodnień i zharmonizowanych regulacji w ramach UE.

3. Koncepcja COGEU

W ramach COGEU przyjęto określenie TVWS zgodne z CEPT, definiujące „białe plamy” jako część widma częstotliwości dostępnego dla aplikacji łączności radiowej (usługi, systemu), w danym czasie, na danym obszarze geograficznym, w sposób wolny od interferencji i przy braku ochrony w odniesieniu do służb pierwszej ważności i innych usług/systemów z wyższym priorytetem na poziomie krajowym. Przedmiotem zainteresowania COGEU są kanały 40-60 (622–790 MHz).

W ramach COGEU rozważane są trzy kluczowe scenariusze aplikacji:

- WiFi z kognitywnym dostępem do TVWS – wspólnota widma,
- rozszerzenie LTE na TVWS – wtórny rynek częstotliwości,
- zastosowania w dziedzinie bezpieczeństwa publicznego z kognitywnym dostępem do TVWS – priorytety.

W reżimie wspólnoty widma współlistnienie z kanałami DTV jest zapewnione przez kontrolę poziomu zakłóceń, a nie przez stałe przydziały częstotliwości. W tym modelu nie ma menedżera widma kierującego przydziałem zasobów. Pro-

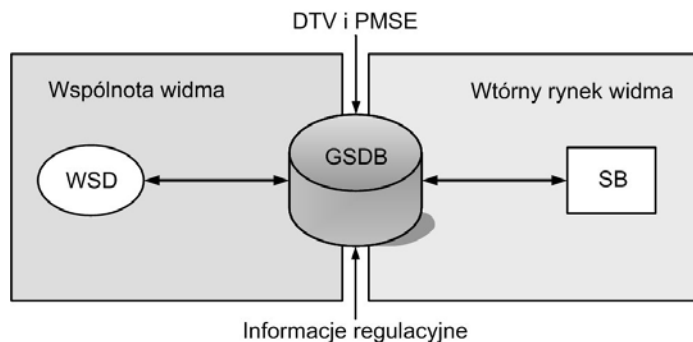
mowane jest współużytkowanie widma, ale nie jest zapewniona odpowiednia jakość usług (QoS) dla wielu zastosowań. W przypadku zastosowań, które wymagają sporadycznego dostępu do widma i gwarancji QoS, uzyskanie wyłącznych praw do częstotliwości na rynku wtórnym w czasie rzeczywistym może być najlepszym rozwiązaniem. Funkcjonowanie obu reżimów gospodarki widmem częstotliwości (wspólnota widma i odsprzedaż) jest możliwe jedynie w zakresie dozwolonym przez przepisy krajowe. Obecnie model wtórnego rynku widma jest znacznie rzadziej rozważany niż wspólnota widma.

COGEU promuje połączenie obu reżimów: wspólnoty widma i wyłącznego prawa do czasowego jego użytkowania w odniesieniu do TVWS. Takie podejście ma na celu zintensyfikowanie wykorzystania TVWS w Europie.

W odróżnieniu od systemów pracujących w pasmach nielicencjonowanych COGEU proponuje, aby współpraca pierwotnych i wtórnych użytkowników widma była koordynowana przez scentralizowanego pośrednika – brokera widma (*spectrum broker* – SB), co ma zagwarantować właściwy poziom jakości dla jednych i drugich. Dzięki odpowiedniemu algorytmowi kontroli dostępu broker pozwala na dostęp do widma użytkownikom wtórnym jedynie wtedy, gdy możliwe jest zapewnienie wystarczającej jakości zarówno użytkownikom pierwotnym, jak i wtórnym. Broker stosuje również inteligentny algorytm przydziału częstotliwości użytkownikom wtórnym, biorąc pod uwagę ekonomię transakcji i oferując zachęty do optymalnego wykorzystania widma. Wtórni użytkownicy będą dynamicznie żądali dostępu do widma tylko wtedy, gdy będzie ono im potrzebne. Aukcje w czasie rzeczywistym pozwolą małym firmom wejść w rynek przez uzyskanie dostępu do TVWS po cenach rynkowych. W wyniku aukcji zostaną przyznane wyłączne prawa do wykorzystania widma (określonych częstotliwości w ramach TVWS, z określonymi parametrami transmisji, na określonym obszarze i w określonym, zwykle niedługim przedziale czasu), co stanowi istotę podejścia rynkowego.

Systemy kognitywne pracujące w TVWS korzystają z geolokalizacyjnej bazy danych widma częstotliwości (*geo-location spectrum database* – GSDB), której zadaniem jest określanie wolnych i dostępnych w danej lokalizacji zakresów widma oraz zezwalanie na ich zajęcie przez wtórnych użytkowników. Istotne jest zapewnienie dokładności lokalizacji użytkownika oraz właściwej częstości badania i uaktualniania GSDB.

Wykorzystanie widma przez nadawców DTV jest stabilne (niezmiennie w długich przedziałach czasu). Podobnie jest w przypadku zarejestrowanych PMSE. COGEU zakłada, że bazy danych dla profesjonalnych PMSE są dostępne lub będą budowane przed wprowadzeniem urządzeń korzystających z TVWS. Jednak nieprzewidywalność wymagających ochrony, niezarejestrowanych urządzeń PMSE i ENG jest głównym wyzwaniem w projektowaniu GSDB.



Rys. 2. Model COGEU

Źródło: www.ict-coge.eu

COGEU proponuje jako jeden z możliwych scenariuszy koncepcję „bezpiecznej przystani” (*safe harbour*), czyli wyznaczenie pewnej liczby kanałów TVWS zastrzeżonych do wyłącznego użytkowania przez PMSE, w których używanie innych urządzeń TVWS nie byłoby dozwolone. Kanały stanowiące „bezpieczną przystań” mogą być różne w poszczególnych krajach, aczkolwiek koncepcja powinna być uzgodniona w skali UE. Kanały te są wyłączone z GSDB, a zatem są poza rynkiem. W tym przypadku nie jest konieczne wykrywanie aktywnych PSME (*sensing*) ani zapewnianie kanałów zapasowych dla zagwarantowania QoS i efektywności wykorzystania widma.

Dla urządzeń działających w reżimie wspólnoty widma (WSD) przyjęto konfigurację *master-slave*, w której urządzenie nadrzędne łączy się z GSDB i zarządza pracą podległych mu urządzeń (pracujących bez dostępu do bazy danych), co zmniejsza obciążenie dostępu do GSDB.

W sytuacjach kryzysowych SB czasowo ogranicza wykorzystanie TVWS do celów niezwiązanych z działalnością służb ratowniczych. Dane o priorytetach usług są włączone także do GSDB. Systemy bezpieczeństwa publicznego będą mieć najwyższy priorytet.

4. Szanse i wyzwania

COGEU zaleca wtórny obrót widmem. Wtórni użytkownicy widma oferujący usługi w pasmach nielicencjonowanych stoją na ryzykownych pozycjach w swojej działalności, ponieważ nie mogą mieć bezpośredniej kontroli nad dostępnością częstotliwości radiowych, jakości usług i oczekiwać co do zasięgu. Dlatego ważne jest zagwarantowanie QoS przez odpowiednie regulacje prawne i techniczne. Wprowadzenie wtórnego rynku częstotliwości pozwala części graczy, których nie stać na zakup wyłącznej licencji, a użytkowanie pasm nielicencjonowanych jest dla

nich niepraktyczne, na zaferowanie swoich usług na rynku. Uwolniony zakres TVWS może służyć jako pole do testowania takich rozwiązań rynkowych.

By efektywnie wdrożyć wtórny rynek częstotliwości, należy wziąć pod uwagę następujące kluczowe elementy:

- duża liczba kupujących i sprzedających, aby stworzyć konkurencję niezbędną do efektywnego funkcjonowania rynku;
- jasno określone prawa do widma i dla kupujących, i sprzedających;
- swobodny dostęp (wejście i wyjście) do wtórnego rynku widma;
- dostępność istotnych informacji technicznych i rynkowych dla wszystkich kupujących i sprzedających;
- mechanizm pozwalający na skojarzenie nabywcy i sprzedawcy oraz umożliwiający transakcje przy niskich kosztach transakcyjnych i małych opóźnieniach;
- niezawodne procedury płatności pomiędzy graczami, metody rozwiązywania sporów itp.

Ustalanie ceny widma zgodnie z mechanizmami rynkowymi jest ważnym wymogiem, dzięki temu można maksymalizować wartość wtórnego rynku widma. Z drugiej strony konieczne jest wprowadzenie skutecznej polityki w celu umożliwienia sprawiedliwego dostępu i wykorzystania widma. Niezbędne jest też umożliwienie szybkiego przekwalifikowania praw własności do widma.

Konieczne jest skoncentrowanie badań i testów nad wtórnym rynkiem częstotliwości w ramach UE. Kwestie prawne i regulacyjne, które należy rozstrzygnąć, obejmują m.in.:

- politykę regulacyjną mającą na celu zapewnienie wolnego i efektywnego wtórnego rynku widma częstotliwości;
- politykę regulacyjną mającą na celu pobudzania różnorodnych modeli biznesowych dla TVWS;
- politykę regulacyjną w sferze techniki, w tym promowanie jednolitego rynku sprzętu i usług w TVWS oraz wspólnej polityki standaryzacji i certyfikacji w Europie;
- politykę wspierania harmonizacji wykorzystania TVWS wśród państw członkowskich, głównie w celu osiągnięcia założeń strategii *i2010*.

Podsumowanie

Wykorzystanie TVWS jako zbywalnych i elastycznych zakresów częstotliwości rozszerza możliwości dostępu do widma niezbędnego do świadczenia usług bezprzewodowych. To z kolei utrudnia dużym graczom zdominowanie rynku lub nadużywanie pozycji rynkowej, ale sprzyja rozwojowi konkurencji.

Bez uzgodnienia wspólnych standardów i zasad regulacji na poziomie europejskim jest mało prawdopodobne, aby korzyści skali były wystarczające do wdrożenia usług bezprzewodowych w TVWS na terenie pojedynczych krajów. Sprzęt sieciowy i terminale będą zbyt drogie, o ile w ogóle będą dostępne.

Proponowana architektura systemu i podejście regulacyjne mogą być również stosowane do innych niewykorzystanych lub niedostatecznie wykorzystanych zakresów częstotliwości.

Literatura

1. Marques P., Rodriguez J., Doyle L., Forde T., Aiache H, Lauterjung J., Gomes A., Stavrou S., Bogucka H., Kubasik J., Kormentzas A., Schuberth G., Dosch D.: *The COGEU FP7 project: Cognitive Radio Systems for Efficient Sharing of TV White Spaces in European Context*, Future Network & Mobile Summit 2010, 16–18 June 2010, Florence.
2. COGEU response to the call for public input on the draft RSPG Opinion on Cognitive Technologies (RSPG10-348), 15 January 2011.
3. www.ict-cogeu.eu

THE MARKET APPROACH TO THE TELEVISION WHITE SPACES

Summary

The article is devoted to opportunities to use spectrum within TV white spaces after digital switch-over in Europe. Following the approach adopted by the FCC (USA), CEPT and some national regulatory authorities, are considering the possibility of cognitive access in TVWS by systems based on spectrum commons regime. Based on the work within the COGEU project, the extension of this regime by the introduction of real-time secondary trading of spectrum is proposed. The proposed system aims to provide quality of service and protection of incumbents' applications, mainly digital TV broadcasting.

Translated by Jerzy Kubasik