

Ogólnopolska zregionalizowana sieć naziemnej telewizji cyfrowej na potrzeby TVP

Andrzej Marszałek, Wojciech Pienkowski, Radosław Tyniów

Streszczenie: W artykule tym została opisana idea oraz sposób wytypowania obszarów wykorzystania częstotliwości zgodnie z administracyjnym podziałem Polski na województwa na potrzeby sieci stacji nadawczych przeznaczonych do transmisji sygnału multipleksu zawierającego programy Telewizji Polskiej.

Słowa kluczowe: naziemna telewizja cyfrowa, DVB-T, multipleks, regionalizacja, TVP, obszar wykorzystania częstotliwości,

1. WPROWADZENIE

Przejsie z technologii analogowej na cyfrową w dziedzinie nadawania programów telewizyjnych w sposób rozsiewczy drogą naziemną otwiera przed nadawcami szereg nowych możliwości.

W Polsce naziemna telewizja cyfrowa jest wdrażana z użyciem standardu emisji DVB-T (Digital Video Broadcasting – Terrestrial) opisanego normą EN 300 744 V 1.6.1 2009 Europejskiego Instytutu Standardów Telekomunikacyjnych ETSI (*Telewizja cyfrowa (DVB); Struktura ramkowania, kodowanie kanałowe i modulacja dla naziemnej telewizji cyfrowej*) [1].

Zastosowana w systemie DVB-T oraz w wielu innych systemach rozsiewczych wielotonowa metoda modulacji COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) dzięki swoim właściwościom pozwala na transmitowanie sygnałów w ramach tzw. sieci jednoczęstotliwościowych (SFN – Single Frequency Network), które w odróżnieniu od sieci wieloczęstotliwościowych (MFN – Multi-Frequency Network) umożliwiają w sposób efektywny, z punktu widzenia gospodarowania częstotliwościami (bo z wykorzystaniem tylko jednej częstotliwości), uzyskanie pełnego pokrycia danego obszaru sygnałem o takiej sile aby zapewnić odbiór nadawanych treści na odpowiednim poziomie jakości.

Nadawcy programów regionalnych i lokalnych uzyskali wreszcie sposobność dotarcia ze swoją ofertą programową do każdego zakątka interesującego ich regionu kraju.

2. MISJA NADAWCY PUBLICZNEGO

Publiczna radiofonia i telewizja realizuje misję publiczną, oferując, na zasadach określonych w ustawie o radiofonii i telewizji (art. 21) [2], całemu społeczeństwu

i poszczególnym jego częściom, zróżnicowane programy i inne usługi w zakresie informacji, publicystyki, kultury, rozrywki, edukacji i sportu, cechujące się pluralizmem, bezstronnością, wyważeniem i niezależnością oraz innowacyjnością, wysoką jakością i integralnością przekazu.

2.1. OBOWIĄZKI TVP W ZAKRESIE REDAGOWANIA PROGRAMU REGIONALNEGO

Do zadań publicznej radiofonii i telewizji, wynikających z realizacji misji, o której mowa w ustawie o radiofonii i telewizji [2] należy między innymi:

- tworzenie i rozpowszechnianie programów ogólnokrajowych, **programów regionalnych**, programów dla odbiorców za granicą w języku polskim i innych językach oraz **innych programów realizujących demokratyczne, społeczne i kulturalne potrzeby społeczności lokalnych**;
- budowa i eksploatacja nadawczych i przekaźnikowych stacji radiowych i telewizyjnych;
- prowadzenie prac nad nowymi technikami tworzenia i rozpowszechniania programów radiowych i telewizyjnych;
- uwzględnianie potrzeb mniejszości narodowych i etnicznych oraz społeczności posługującej się językiem regionalnym, w tym emitowanie programów informacyjnych w językach mniejszości narodowych i etnicznych oraz **języku regionalnym**;

Zatem porządek prawny regulujący działalność w zakresie misji Telewizji Publicznej stanowi, że jednym z podstawowych obowiązków Telewizji Polskiej S.A. wobec poszczególnych regionów Polski jest tworzenie i rozpowszechnianie programów regionalnych.

2.2. OBOWIĄZKI ORGANÓW REGULACYJNYCH W ZAKRESIE UMOŻLIWIENIA EMISJI PROGRAMU REGIONALNEGO

Stosowne obowiązki w kwestii zapewnienia społeczeństwu dostępu do programu regionalnego TVP S.A. zostały nałożone również na regulatorów rynku TV tj. Krajową Radę Radiofonii i Telewizji oraz Prezesa Urzędu Komunikacji Elektronicznej. Zgodnie bowiem z art. 26 ust. 6 pkt 3 ustawy o radiofonii i telewizji [2] Prezes UKE w porozumieniu z Przewodniczącym KRRiT

zapewnia częstotliwości niezbędne do rozpowszechniania programu regionalnego przez TVP.

Prezes UKE wielokrotnie podkreślał, że zapewnienie możliwie największego zasięgu programu regionalnego TVP jest niezwykle istotne z punktu widzenia budowania więzi społeczno-gospodarczych w poszczególnych regionach kraju.

Krajowa Rada Radiofonii i Telewizji w dokumencie „Strategia państwa polskiego w dziedzinie mediów elektronicznych na lata 2005-2020” [3] również podkreśliła wagę programów regionalnych nadawców publicznych dla społeczności lokalnych uznając obowiązek nadawania tych programów za cechę charakterystyczną Radiofonii i Telewizji Publicznej.

2.3. SZCZEGÓLNY CHARAKTER PROGRAMU REGIONALNEGO TELEWIZJI PUBLICZNEJ

Można powiedzieć, że jednym z istotnych uzasadnień istnienia Telewizji Publicznej jest redagowanie i rozpowszechnianie programów regionalnych, gdyż nadawcy komercyjni (koncesjonowani) z przyczyn finansowych dotychczas nie podjęli się zadania tworzenia programów regionalnych dla każdego regionu w Polsce.

Aczkolwiek w dobie rozwoju cyfrowej techniki przekazywania sygnałów TV drogą naziemną można spodziewać się, iż również nadawcy komercyjni (np. rozpowszechniający dotychczas programy o charakterze lokalnym w sieciach kablowych) zechcą wytwarzać programy regionalne. Jednakże należy oczekiwać, że owe projekty będą miały charakter bardziej komercyjny niż „misyjny”.

3. ZASIĘG ODBIORU PROGRAMU REGIONALNEGO TVP NADAWANEGO W TECHNOLOGII ANALOGOWEJ

Powołanie Polskiej Telewizji Regionalnej wytworzyło zarówno wśród widzów jak i władz TVP a także wśród władz samorządowych oczekiwanie uzupełnienia sieci stacji nadawczych eksploatowanych wcześniej przez poszczególne Ośrodki Regionalne do wymiaru pełnej sieci ogólnopolskiej. Niestety z przyczyn obiektywnych tj. z powodu braku wystarczających zasobów częstotliwości nie ma możliwości uzyskania ogólnokrajowego pokrycia sygnałem programu TVP3 (TVP Info) stosując analogowy sposób transmisji.

3.1. ZASOBY CZĘSTOTLIWOŚCI DLA SIECI STACJI NADAWCZYCH TELEWIZJI ANALOGOWEJ

Liczba posiadanych przez Polskę (na mocy Porozumienia Regionalnego dla Europejskiego Obszaru Radiodiffuzyjnego – Sztokholm 1961) kanałów (częstotliwości) telewizyjnych dużej mocy pozwoliła na budowę trzech ogólnopolskich sieci telewizyjnych, które Krajowa Rada Radiofonii i Telewizji przeznaczyła do emisji programów: TVP1, TVP2 i POLSAT. Na bazie pozostałych częstotliwości dużej mocy i po uzupełnieniu stacjami małej mocy koordynowanymi oddzielnie powstały: regionalna sieć TVP3 i sieci o niepełnym

pokryciu: TVN, TV4 i TV PULS oraz lokalne stacje telewizyjne zrzeszone w tzw. sieci ODRA, a także Telewizja Łużyce, NTL Radomsko i TVT.

Polska nie dysponuje już wystarczającą liczbą wolnych częstotliwości, z których można by rozbudować analogową sieć publicznej telewizji regionalnej do rozmiarów czwartej sieci ogólnopolskiej. Dla potrzeb tej telewizji, podobnie jak dla telewizji komercyjnych rozdysponowuje się ostatnie uzgodnione międzynarodowo kanały dla stacji małej mocy. Mimo to TVP3 jest dostępna w technologii analogowej na obszarze ponad połowy kraju i może ją potencjalnie odbierać ponad 2/3 ludności Polski (Tabela 1). Dalszy rozwój sieci TVP 3 może nastąpić dopiero po wprowadzeniu naziemnej telewizji cyfrowej.

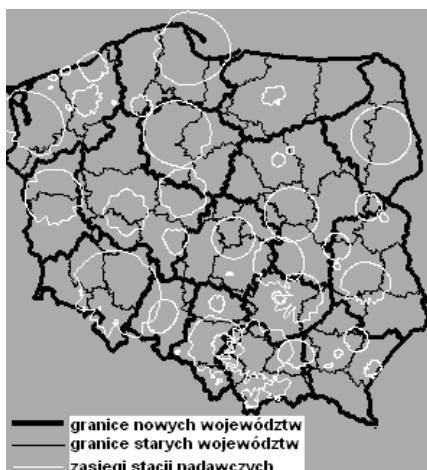
Tabela 1.

Zasięg programów TV nadawanych w sposób analogowy

Program	Liczba stacji nadawczych			Pokrycie	
	10 kW i więcej	Do 10 kW	Razem	Ludność [%]	Obszar [%]
TVP1	40	139	179	97,6	95,8
TVP2	45	129	174	97,6	93,8
TVP3 (INFO)	23	33	56	72,1	55,3
POLSAT	33	30	63	81,1	64,6
TVN	11	22	33	43,1	18,5
TV4	5	10	15	25,1	11,9
PULS	2	10	12	24,8	11,8
Inne	-	16	16		

3.2. SIEĆ ANALOGOWYCH STACJI TV NA POTRZEBY NADAWANIA PROGRAMU TVP3

Dodatkowym problemem z zapewnieniem oczekiwanego pokrycia programem regionalnym TVP jest fakt, iż niektóre stacje dużej mocy leżą na granicy województw. Zatem często bywa tak, iż dany obszar jest pokrywany „niewłaściwym” programem regionalnym. Z sytuacją tego typu mamy do czynienia w przypadku stacji OPOCZNO-PRZYSUCHA/Kozłowiec, która transmituje program TVP3 Warszawa również na teren województwa łódzkiego i świętokrzyskiego. Stacja nadawcza WROCŁAW/Ślęza transmituje program TVP3 Wrocław również na teren województwa opolskiego a stacja KATOWICE/Kosztowy również na teren województwa małopolskiego. W tym ostatnim przypadku z obiektu nadawczego w Kosztowych transmitowane są dwa sygnały z programem regionalnym. Jeden sygnał zawiera program redagowany w Ośrodku TVP w Katowicach a drugi audycje wytworzone w Ośrodku TVP w Krakowie. Takie rozwiązanie, które stanowi zadośćuczynienie potrzebom widzów jest jednakże przykładem niezbyt efektywnego gospodarowania częstotliwościami.



Rys. 1. Zasięgi stacji TV emitujących program TVP3

Na rysunku nr 1 przedstawiono zasięgi bezzakłóceń stacji nadawczych wchodzących w skład sieci dedykowanej dla programu regionalnego TVP. Zasięgi wyznaczono odpowiednio dla poziomów natężenia pola elektrycznego: 55 dB μ V/m (dla kanałów TV nr 7-12: 182-230 MHz), 65 dB dB μ V/m (dla kanałów TV nr 21-34: 470-582 MHz), 70dB dB μ V/m (dla kanałów TV nr 35-60: 582-790 MHz). Szacowanie poziomu natężenia pola elektrycznego wykonano zgodnie z Zaleceniem Sektora Radiokomunikacji Międzynarodowego Związku Telekomunikacyjnego (ITU-R) P.1546 [4] dla 50% czasu i 50% miejsc, na wysokości 10 m. n.p.t (nad poziomem terenu).

3.3. MOŻLIWOŚCI ROZWOJU ANALOGOWEJ SIECI TVP3

Jak wspomniano we wstępie oraz w punkcie 3.1 niniejszego rozdziału, w wyniku nasycenia widma częstotliwości nie istnieją możliwości zwiększenia zasięgu programu TVP3 w technologii analogowej poprzez rozbudowę sieci stacji nadawczych. Nasycenie widma spowodowane jest zarówno znacznym jego wykorzystaniem przez ogólnopolskie, regionalną, ponadregionalne i lokalne sieci TV analogowej jak i w wyniku planowania sieci naziemnej (DVB-T) i mobilnej (DVB-H) telewizji cyfrowej na tzw. okres przejściowy wdrażania tych systemów transmisji.

Zatem rozszerzenie zasięgu odbioru programu TVP3 będzie możliwe jedynie w wyniku wprowadzenia w Polsce naziemnej telewizji cyfrowej.

4. NAZIEMNA TELEWIZJA CYFROWA DVB-T A KWESTIA ZASIĘGU PROGRAMU TVP3

Wdrożenie naziemnej telewizji cyfrowej w Polsce pozwoli na dostęp społeczeństwa do szerszej oferty programowej, szczególnie zaś do treści o charakterze regionalnym i lokalnym tworzonych przez Nadawcę Publicznego i nadawców koncesjonowanych.

4.1. ZASOBY CZĘSTOTLIWOŚCI DLA SIECI STACJI NADAWCZYCH TELEWIZJI CYFROWEJ

Na mocy Porozumienia Regionalnego w sprawie planowania naziemnej radiodifuzji cyfrowej w Regionie 1

/w części Regionu 1 położonej na zachód od południka 170°E i na północ od równoleżnika 40°S, z wyłączeniem terytorium Mongolii/ oraz Islamskiej Republiki Iranu, w pasmach częstotliwości 174-230 MHz oraz 470-862 MHz - Genewa 2006 (GE-06) [5] Polska uzyskała zasoby częstotliwości pozwalające na budowę:

- trzech ogólnopolskich warstw/sieci stacji nadawczych w systemie T-DAB w zakresie częstotliwości 174-230 MHz;
- jednej ogólnopolskiej warstwy/sieci stacji nadawczych w systemie DVB-T w zakresie częstotliwości 174-230 MHz;
- sześciu ogólnopolskich warstw/sieci stacji nadawczych w systemie DVB-T w zakresie częstotliwości 470-790 MHz;
- jednej ogólnopolskiej warstwy/sieci stacji nadawczych w systemie DVB-T w zakresie częstotliwości 790-862 MHz.

Plan GE-06 [5] składa się z obszarów rezerwacji częstotliwości (*ang. allotments*) oraz powiązanych lub niepowiązanych z tymi obszarami przydziałów częstotliwości (*ang. assignments*), które zawierają parametry techniczne konkretnych stacji nadawczych.



Rys. 2. Obszary wykorzystania częstotliwości DVB-T z Planu GE-06 dla zakresu 470-862 MHz na tle województw

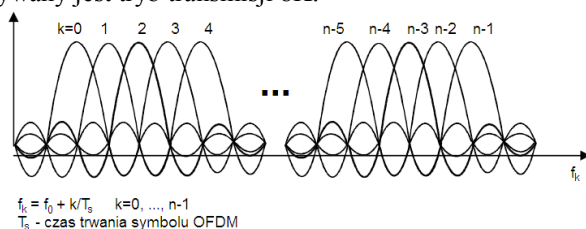
Polska w ramach Planu GE-06 dysponuje 255 obszarami rezerwacji częstotliwości (unikalna para: radiowy kanał TV + obszar jego wykorzystania) w paśmie 470-862 MHz i 21 allotment'ami w zakresie 174-230 MHz.

Planowanie sieci w oparciu o obszary wykorzystania częstotliwości pozwala na późniejszą elastyczną implementację stacji nadawczych. Otóż pokrycie danego obszaru sygnałem o odpowiednim poziomie może być zrealizowane za pomocą jednej stacji o dużej mocy promieniowanej zlokalizowanej w centrum tego allotment'u lub kilku a nawet wielu stacji o mniejszych mocach pracujących w sieci jednoczęstotliwościowej (SFN).

4.2. TECHNICZNE ASPEKTY CYFRYZACJI TELEWIZJI NAZIEMNEJ W POLSCE

Jak już wspomniano naziemna telewizja cyfrowa jest wdrażana w Polsce z wykorzystaniem standardu DVB-T [1]. Transmisja sygnałów w tym standardzie odbywa się za pomocą wielotonowej modulacji COFDM, która polega na kodowanym multipleksowaniu z ortogonalnym

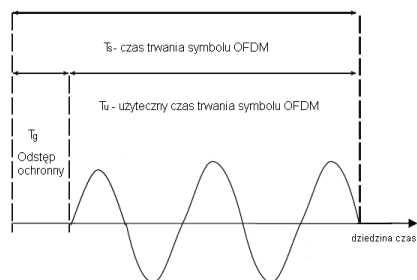
podziałem częstotliwości (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing). W tym rodzaju transmisji strumień danych o dużej przepływności jest przesyłany za pomocą wielu sygnałów nośnych (wielu tonów nazywanych podnośnymi) modulowanych danymi o małej przepływności. Tak więc dostępne pasmo kanału transmisyjnego jest dzielone na wiele (n) węższych pasm (podkanałów). Przepływność strumienia modulującego poszczególne podnośne będzie n razy mniejsza od całkowitej przepływności sygnału. Owo spowolnienie składowych całkowitego sygnału OFDM pozwala zminimalizować tzw. Interferencje międzysymbolowe (ISI – Inter-Symbol Interference), które powstają w wyniku tego, iż do odbiornika oprócz sygnału głównego docierają jego echa (wielodrogowość transmisji) o różnych amplitudach, powstałe w wyniku odbić od przeszkód podczas transmisji. Dla zwiększenia efektywności wykorzystania widma poszczególne podkanały mogą na siebie zachodzić, a ich rozróżnienie jest możliwe dzięki zastosowaniu ortogonalizacji z wykorzystaniem algorytmu odwrotnej szybkiej transformaty Fouriera (IFFT) w nadajniku i szybkiej transformaty Fouriera (FFT) w odbiorniku. Możliwe tryby transmisji to: 2K wykorzystujący 1705 podnośnych i 8K wykorzystujący 6817 podnośnych wygenerowanych zgodnie z algorytmem odpowiednio 2048 i 8192 punktowej IFFT. W Polsce używany jest tryb transmisji 8K.



Rys. 3. Widmo n sygnałów OFDM

W celu uniknięcia szkodliwego wpływu sygnałów odbitych przyjęto rozwiązanie, które co prawda ogranicza przepływność przesyłanych danych, lecz doskonale eliminuje wpływ wielodrogowej propagacji sygnałów, a mianowicie część sygnału przeznaczono na tzw. odstęp ochronny (GI – Guard Interval), w czasie trwania którego docierające do odbiornika sygnały echa nie są brane pod uwagę podczas detekcji i w ten sposób minimalizuje się interferencje międzysymbolowe. Zastosowanie odstępu ochronnego ma jeszcze jedną kluczową zaletę. Otóż skoro odbiornik jest odporny na sygnały przychodzące do niego z opóźnieniem, więc może bez problemu odbierać takie same treści emitowane na tej samej częstotliwości pochodzące z różnych nadajników, o ile rzecz jasna różnica czasów docierania poszczególnych sygnałów jest mniejsza od odstępu ochronnego. Stanowi to podstawę budowy sieci jednoczęstotliwościowych (SFN) wielu nadajników, które zapewniają pokrycie sygnałem danego obszaru w sposób bardzo efektywny z punktu widzenia gospodarki częstotliwościami, bo za pomocą jednego kanału radiowego.

Czas trwania symbolu COFDM dla trybu 8K wynosi 896 μ s. Jeśli przyjmie się, że odstęp ochronny ma zabrać jedną czwartą długości symbolu ($GI=1/4$, 224 μ s)



Rys. 4. Symbol OFDM w dziedzinie czasu.

wówczas można bardzo dobrze zabezpieczyć się przed wpływem wielodrogowej wędrówki sygnałów i co ważniejsze można budować niezbyt gęstą sieć nadajników na tej samej częstotliwości (prędkość światła/224 μ s = 67 km) - nadajniki mogą być od siebie oddalone nie więcej niż 67 km, ale trzeba się liczyć z utratą szybkości transmisji. Jeżeli skróci się odstęp ochronny wówczas zyskuje się większą przepływność ale występuje konieczność budowy gęstszej sieci stacji nadawczych co wiąże się z większymi kosztami.

Każda nośna sygnału OFDM jest modulowana z osobna według schematu: QPSK (4QAM), 16 QAM lub 64 QAM tworząc w dziedzinie czasu tzw. symbole OFDM (zawierające jednostki danych). Od stopnia modulacji QAM zależy szybkość transmisji danych ale też odporność sygnału na szumy i zakłócenia a więc wymagania na minimalny stosunek sygnału do szumu. Na szybkość transmisji ma również wpływ sprawność kodowania korekcyjnego FEC (Forward Error Correction).

Tabela 2.
Warianty systemu DVB-T [5]

Wariant DVB-T	Modulacja	Spr. FEC	Przepływność netto (Mbit/s)			
			GI = 1/4	GI = 1/8	GI = 1/16	GI = 1/32
A1	QPSK	1/2	4.98	5.53	5.85	6.03
A2	QPSK	2/3	6.64	7.37	7.81	8.04
A3	QPSK	3/4	7.46	8.29	8.78	9.05
A5	QPSK	5/6	8.29	9.22	9.76	10.05
A7	QPSK	7/8	8.71	9.68	10.25	10.56
B1	16QAM	1/2	9.95	11.06	11.71	12.06
B2	16QAM	2/3	13.27	14.75	15.61	16.09
B3	16QAM	3/4	14.93	16.59	17.56	18.10
B5	16QAM	5/6	16.59	18.43	19.52	20.11
B7	16QAM	7/8	17.42	19.35	20.49	21.11
C1	64QAM	1/2	14.93	16.59	17.56	18.10
C2	64QAM	2/3	19.91	22.12	23.42	24.13
C3	64QAM	3/4	22.39	24.88	26.35	27.14
C5	64QAM	5/6	24.88	27.65	29.27	30.16
C7	64QAM	7/8	26,13	29,03	30,74	31,67

Dla potrzeb implementacji systemu DVB-T w Polsce przyjęto, że parametry transmisji będą tak dobrane aby przepływność netto nie była mniejsza niż 24 Mbit/s, co pozwala na emisję 7-8 programów TV w standardowej rozdzielczości (SD – Standard Definition). Inne istotne parametry wdrażania DVB-T w Polsce to:

- standard kodowania sygnału wizji: MPEG-4 część 10 (H.264/AVC) [6] - MP@L3 dla standardowej rozdzielczości (S), HP@L4 dla wysokiej rozdzielczości (HD – High Definition) [7],
- standard kodowania sygnału fonii podstawowej: MPEG-2 Layer II (MP2, MUSICAM) [8],
- standard kodowania sygnału dźwięku przestrzennego: E-AC-3 (Dolby Digital Plus) [9],
- tryb odbioru przyjęty w procesie planowania sieci: stacjonarny w początkowym etapie i przenośny zewnętrzny oraz mobilny docelowo.

4.3. ZASIĘG PROGRAMU TVP3 W ODNIESIENIU DO PLANÓW SIECI STACJI DVB-T

Plan GE-06 określający rozdział częstotliwości dla poszczególnych krajów na potrzeby radiowych i telewizyjnych transmisji cyfrowych w zakresach częstotliwości 174-230 MHz i 470-862 MHz powstał w wyniku konwersji „analogowego” Planu Sztokholm 1961 (ST-61). Zatem obszary wykorzystania częstotliwości dla DVB-T były w głównej mierze tworzone wokół lokalizacji analogowych stacji TV dużej mocy. Jak widać na rysunku 2 obszary wykorzystania częstotliwości dla DVB-T nie pokrywają się z granicami województw. Zatem mimo, iż możliwe jest uzyskanie niemalże 100% pokrycia kraju programem TVP3 to podobnie jak w przypadku nadawania tego programu w sposób analogowy wystąpią sytuacje, iż w pewnych rejonach do widzów docierał będzie „niewłaściwy” program regionalny (por. obszary zacienione na rysunku 2). Mając powyższe na uwadze Prezes UKE podjął decyzję o utworzeniu jednej zregionalizowanej ogólnopolskiej sieci DVB-T.

5. REGIONALIZACJA OGÓLNOPOLSKIEJ SIECI DVB-T DLA TVP

W związku ze wspomnianą wcześniej koniecznością zaplanowania ogólnopolskiej sieci stacji nadawczych DVB-T dostosowanej do potrzeb rozpowszechniania programów TVP, szczególnie programu regionalnego, wybrano odpowiednie obszary wykorzystania częstotliwości ze wszystkich warstw z Planu GE-06 w zakresie 470-790 MHz i dopasowując ich kształty do granic poszczególnych województw, połączono tworząc ogólnokrajową warstwę/sieć zregionalizowaną.

5.1. KRYTERIA PLANOWANIA SIECI DVB-T

Jak wspomniano w punkcie 4.2 w procesie planowania sieci stacji nadawczych w poszczególnych obszarach wykorzystania częstotliwości przyjęto na okres przejściowy wdrażania DVB-T (od pierwszych emisji cyfrowych do całkowitego wyłączenia telewizji analogowej) tryb odbioru stacjonarnego, określony jako RPC1 (Reference Planning Configuration 1) w Załączniku nr 3.5 Akt Końcowych Konferencji RRC-06 [5] oraz tryb

odbioru przenośnego zewnętrznego lub przenośnego wewnętrznego o obniżonej jakości lub mobilnego, określony jako RPC2 w wyżej wymienionym Załączniku.

Tabela 3.
Wymagane parametry planistyczne dla różnych RPC

RPC	RPC1	RPC2	RPC3
Prawdopodobieństwo miejsc	95%	95%	95%
Wsp. korekcji miejsc [dB]	13-16*	13	18
Wsp. ochronny [dB]	21	19	17
Wymagane Emed(ref) [dBμV/m] dla 650 MHz	56	78	88
Dopuszczalne Eint(ref) [dBμV/m] dla 650 MHz	38	46	53

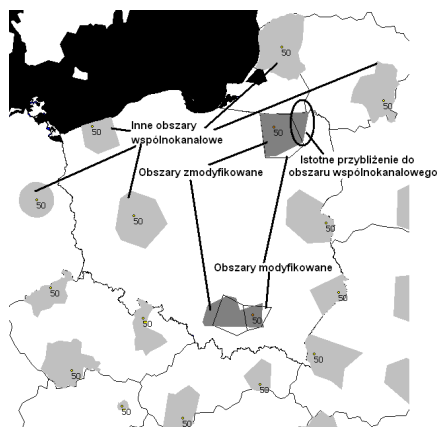
Przy czym:

- prawdopodobieństwo miejsc i współczynnik korekcji miejsc to pojęcia związane ze zwiększeniem procentu miejsc, w którym możliwy jest odbiór,
- współczynnik ochronny to minimalny stosunek poziomu sygnału użytecznego do poziomu sygnałów zakłócających (C/I), który umożliwia poprawną łączność, wyznaczany dla określonego poziomu sygnału na wejściu odbiornika,
- Emed(ref) - minimalna mediana równoważnego użytecznego natężenia pola, której wartość szacuje się dla 50% miejsc i 50% czasu według metody ITU P.1546 [4],
- Eint(ref)=Emed(ref) - wsp. ochr. - wsp. kor. miejsc – dopuszczalne zakłócające natężenia pola elektrycznego, którego wartość szacuje się dla 50% miejsc i 1% czasu według metody ITU P.1546 [4],
- * - wartość dyskryminacji anteny odbiorczej uwzględniająca fakt, że antena odbiorcza ma kierunkową charakterystykę odbioru (ma największą zdolność odbioru z kierunku, w którym jest zwrócona, natomiast w innych kierunkach ta zdolność stopniowo słabnie).

Planowanie sieci polega na takim rozmieszczeniu obszarów wykorzystania danej częstotliwości, aby podczas implementacji tej sieci możliwe było stosunkowo łatwe pokrycie danego obszaru sygnałem użytecznym o wartości zgodnej z wybranym RPC i aby jednocześnie poziom zakłóceń generowany przez stacje nadawcze nie przekraczał wartości dopuszczalnych na granicy innych obszarów wspólnokanałowych. Wymaga to odseparowania od siebie allotment'ów o tej samej częstotliwości na stosowną odległość.

Zbliżając się z nadto z danym allotment'em do innego obszaru wspólnokanałowego należącego np. do kraju sąsiedniego ryzykujemy nie tylko fakt, iż kraj ten nie wyrazi zgody (do uzyskania takiej zgody zobowiązują Polskę przepisy międzynarodowe) na zaproponowaną modyfikację ze względu na obawy, iż jego obszar zostanie zakłócony, gdyż to da się łatwo wyeliminować ustalając odpowiednie ograniczenia mocy promieniowanej naszych stacji. Większym problemem dla owego kraju, zwłaszcza gdy kraj ten jeszcze nie uruchomił stacji na swoim obszarze, jest świadomość, że w związku z przybliżeniem się allotment'ów my również możemy żądać ograniczeń mocy dla stacji z tego kraju ze względu na ochronę naszego obszaru przed zakłóceniami. A to oznacza, że po

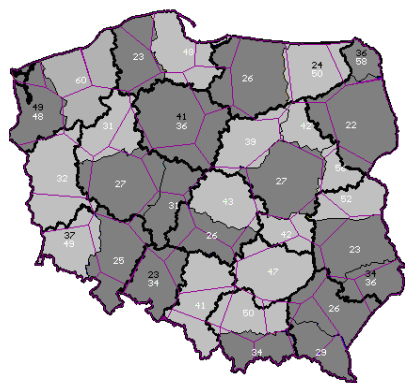
takich ograniczeniach kraj ten będzie miał problemy z uzyskaniem właściwego pokrycia na swoim obszarze, przez co będzie musiał ponosić większe koszty na dodatkową infrastrukturę. W związku z tym dany kraj może odpowiedzieć na naszą propozycję „nie, nie zgadzamy się na taką modyfikację, poprzedni stan był korzystniejszy”. Na rysunku 5 pokazano przykład modyfikacji allotment'u GIZYCKO kanał TV nr 50, przy której właśnie wystąpił taki problem.



Rys. 5. Regionalizacja pewnych allotment'ów w kanale TV nr 50

5.2. REGIONALNA SIĘĆ DVB-T DLA TVP

Opierając się na kryteriach wymienionych w poprzednim punkcie zaprojektowano ogólnopolską zregionalizowaną sieć stacji nadawczych na potrzeby rozpowszechniania programów telewizyjnych w ramach własnego multiplexu TVP. Ze względów prawnych ogromną większość częstotliwości tej sieci stanowią kanały TV wykorzystywane obecnie przez TVP do emisji programów TVP2 i TVP3.



Rys. 6. Zregionalizowana sieć DVB-T dla TVP

6. PODSUMOWANIE

Niemalym wysiłkiem włożonym w kwestie planowania częstotliwości oraz międzynarodowych uzgodnień odnośnie warunków technicznych ich wykorzystania, w Urzędzie Komunikacji Elektronicznej zaprojektowano obszary wykorzystania częstotliwości składające się na ogólnopolskie pokrycie dedykowane dla multiplexu zawierającego programy redagowane przez TVP. Wierzymy, że wzmocni to Nadawcę Publicznego podczas realizacji nałożonej na niego misji publicznej, szczególnie w odniesieniu do rozpowszechniania programu regionalnego.

LITERATURA

- [1] ETSI EN 300 744, Digital Video Broadcasting (DVB); *Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television*, ETSI, 2009.
- [2] Ustawa z dnia 29 grudnia 1992 r. o radiofonii i telewizji, tekst jednolity z 2004 r., Dz. U. Nr 253, Poz. 2531 z późniejszymi zmianami.
- [3] Krajowa Rada Radiofonii i Telewizji, Strategia państwa polskiego w dziedzinie mediów elektronicznych na lata 2005-2020, Warszawa 2005 r.
- [4] ITU-R Recommendation P.1546-4, *Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 MHz*, ITU, 2009
- [5] Final Acts Regional Radiocommunications Conference RRC-06, *Regional Agreement Geneva 2006*, ITU, 17 czerwca 2006 r.
- [6] ITU-T Recommendation H.264 - *Advanced video coding for generic audiovisual services*, ITU, 2010
- [7] ETSI TS 101 154 V.1.9.1 *Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for the use of Video and Audio Coding in Broadcasting Applications based on the MPEG-2 Transport Stream*, ETSI, 2009
- [8] ISO/IEC 13818-3:1998 *Information technology - Generic coding of moving picture and associated audio information; Part 3: Audio*, ISO, 1998
- [9] ETSI TS 102 366 V1.2.1 *Digital Audio Compression (AC-3, Enhanced AC-3) Standard (Standard cyfrowej kompresji fonii (AC-3, Enhanced AC-3))*, ETSI, 2008



mgr. inż. Andrzej Marszałek

Urząd Komunikacji Elektronicznej
Departament Zarządzania Zasobami
Częstotliwości
Wydział Inżynierii Widma

Al. Różycykiego 1C
51-608 Wrocław
tel.: +48 71 345 90 42
e-mail: a.marszalek@uke.gov.pl



mgr inż. Wojciech Pieńkowski

Urząd Komunikacji Elektronicznej
Departament Zarządzania Zasobami
Częstotliwości
Wydział Telewizji

ul. Kasprzaka 18/20
01-211 Warszawa
tel.: +48 22 53 49 197
e-mail: w.pienkowski@uke.gov.pl



mgr inż. Radosław Tyniów

Urząd Komunikacji Elektronicznej
Departament Zarządzania Zasobami
Częstotliwości
Wydział Inżynierii Widma

Al. Różycykiego 1C
51-608 Wrocław
tel.: +48 71 345 90 42
e-mail: r.tyniow@uke.gov.pl