

**WYTYCZNE DOTYCZĄCE MODERNIZACJI
ANTENOWYCH INSTALACJI ZBIOROWYCH (AIZ)
PO WPROWADZENIU DVB-T**

Grupa problemowa do spraw techniki i sprzętu
Międzyresortowego Zespołu ds. Telewizji i Radiofonii Cyfrowej
Warszawa, kwiecień 2010

Spis treści

1. Wstęp	2
2. Dostosowanie AIZ do uruchomienia multipleksów DVB-T	2
2.1. Antena odbiorcza dla sygnałów DVB-T	2
2.2. Przetwarzanie sygnału DVB-T	2
2.2.1. Instalacja AIZ pracująca w pełnym paśmie częstotliwości.....	3
2.2.2. Przetwarzanie sygnału DVB-T w trudnych warunkach odbioru.....	4
2.2.3. Instalacja AIZ pracująca w ograniczonym paśmie częstotliwości.....	4
3. Dostosowanie AIZ do uruchomienia multipleksów T-DAB	6
3.1. Alokacja kanałów radia cyfrowego T-DAB w paśmie III	6
3.2. Antena odbiorcza dla radia T-DAB	6
3.3. Przetwarzanie sygnałów T-DAB	6
4. Zalecenia dotyczące przystosowania AIZ do pracy w pełnym paśmie RTV	6
5. Zalecenia dotyczące odbioru prac modernizacyjnych AIZ	7
5.1. Wprowadzanie sygnałów DVB-T do instalacji telewizyjnej	7
5.2. Wpływ reemisji sygnałów DVB-T na pracę instalacji telewizyjnej	8
5.3. Odbiór prac instalacyjnych	8
5.4. Dokumentacja techniczna AIZ po uruchomieniu reemisji sygnałów DVB- T i T-DAB.....	8
6. Ochrona odgromowa i przeciwprzebieciowa AIZ	9
7. Instalacje AIZ w nowych budynkach mieszkalnych	9
8. Definicje	10
9. Skróty i akronimy	10
10. Bibliografia	11

1. Wstęp

Niniejszy dokument opisuje niezbędny zakres prac, które należy wykonać w istniejących antenowych instalacjach zbiorowych tzw. AIZ w celu ich dostosowania do reemisji programów cyfrowej radiodifuzji naziemnej DVB-T i T-DAB. Właścicielami takich instalacji są przede wszystkim wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe, które powinny zadbać o odpowiednio wczesne dostosowanie własnych AIZ do wymogów cyfrowej radiodifuzji naziemnej zgodnie z przedstawionymi wytycznymi. W dalszej części dokumentu zostały opisane czynności, które zaleca się wykonać w obrębie poszczególnych elementów AIZ.

Zadaniem niniejszych Wytycznych i „Wymagań technicznych i eksploatacyjnych dla antenowych instalacji zbiorowych przeznaczonych do odbioru usług radiodifuzji naziemnej” jest pomoc zarządcom budynków wielorodzinnych podczas planowania robót, formułowania zamówienia i odbioru technicznego wykonanych robót instalacyjnych związanych z modernizacją AIZ wynikającą z przejścia naziemnej telewizji i radiofonii na nadawanie cyfrowe.

2. Dostosowanie AIZ do uruchomienia multipleksów DVB-T

2.1. Antena odbiorcza dla sygnałów DVB-T

W większości przypadków nie trzeba będzie instalować nowej anteny, gdyż sygnał z istniejącej anteny UHF powinien być odpowiedniej jakości. Niezbędnym warunkiem poprawnej pracy anteny jest jej utrzymanie w należytej sprawności technicznej. Sprawność ta w zakresie mechanicznym dotyczy poprawnego montażu elementów anteny i ich kompletności oraz stabilnego zamocowania na maszcie antenowym. Sprawność w zakresie elektrycznym obejmuje wyposażenie anteny w odpowiedni symetryzator, zaś wszystkie połączenia elektryczne powinny być zabezpieczone przed wilgocią. W przypadku niewystarczającej mocy odbieranego sygnału lub zbyt dużego poziomu echa należy odpowiednio rozbudować system antenowy.

W każdym przypadku należy sprawdzić jakość sygnału poprzez pomiar sygnału DVB-T w miejscu instalacji urządzeń aktywnych poprzez pomiar wartości BER (ang. *Bit Error Ratio*) i poziomu echa. Jeżeli bitowa stopa błędów (po dekodерze Viterbi'ego) będzie gorsza niż 2×10^{-4} a jego poziom będzie niższy niż podany w rozdziale 8 WT-E [4] wówczas należy przeprowadzić odpowiednie działania polegające na wymianie lub ukierunkowaniu anteny odbiorczej, wymianie kabla itp. pracach, które zapewnią uzyskanie stabilnej jakości sygnału DVB-T.

Prace instalacyjne powinny być prowadzone przez instalatora dysponującego odpowiednim miernikiem do pomiarów sygnałów DVB-T. Jako wynik pracy instalatora, w dokumentacji przeprowadzonych prac należy podać następujące parametry:

1. Nr kanału TV.
2. Poziom sygnału DVB-T w miejscu instalacji urządzeń aktywnych.
3. Jakość sygnału – średnia zmierzona wartość BER.
4. Poziom echa sygnału DVB-T (sygnałów opóźnionych względem sygnału użytecznego; pomiar wykonywany miernikiem DVB-T).

2.2. Przetwarzanie sygnału DVB-T

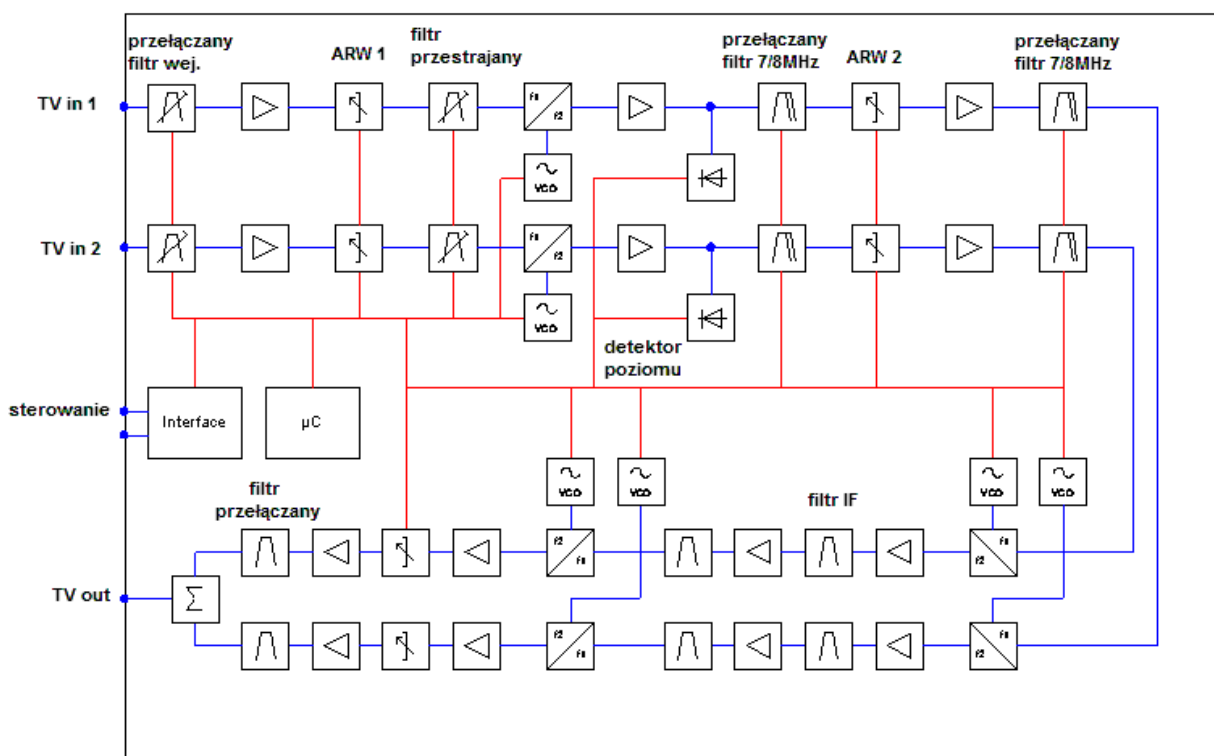
W zależności od stanu technicznego AIZ można rozróżnić systemy pracujące w pełnym paśmie częstotliwości (do 790 MHz) lub systemy pracujące tylko w zakresie VHF. Dla systemów pracujących w pełnym paśmie częstotliwości rekomenduje się reemisję sygnałów TV w zakresie od 470 MHz do 790 MHz gdyż wyższe częstotliwości z pasma V zostaną przeznaczone dla innych służb. Zgodnie z ustaleniami Światowej Konferencji Radiokomunikacyjnej WRC-07 pasmo od 790 MHz do 862 MHz (dodatkowo w stosunku do swego pierwotnego zastosowania) zostanie przeznaczone dla służby radiokomunikacji ruchomej, jako służby pierwszej ważności. W zależności od tego, jakie parametry techniczne spełnia AIZ, zaleca się następujące sposoby uruchomienia reemisji programów DVB-T opisane w kolejnych punktach.

2.2.1. Instalacja AIZ pracująca w pełnym paśmie częstotliwości

Pierwsza możliwość dotyczy małych budynków mieszkalnych, w których liczba lokali nie przekracza od 30 do 50 mieszkań. W takich instalacjach można stosować wzmacniacze kanałowe, które pozwalają na filtrowanie i selektywne wzmacnianie poszczególnych programów TV odbieranych z anten naziemnych. Przy przetwarzaniu multipleksów cyfrowych DVB-T należy zadbać, aby układy filtrów we wzmacniaczu kanałowym zapewniały odpowiednią liniowość dla całego kanału cyfrowego i nie powodowały nadmiernego tłumienia fal nośnych znajdujących się blisko dolnej i górnej granicy kanału TV. Z tego względu najlepiej jest stosować wzmacniacze kanałowe z regulowanymi zakresami filtrów, które pozwalają na przenoszenie grup sąsiednich kanałów – np. jeżeli multipleks DVB-T jest odbierany na kanale K.48 to wzmacniacz kanałowy należy ustawić w taki sposób, aby przesyłał grupę kanałów K.47-K.49 lub K.46-K.50 i wówczas wszelkie nieliniowości charakterystyk filtrów wzmacniacza znajdują się poza kanałem użytecznym K.48.

Większe AIZ są zbudowane przy użyciu zestawu przemienników kanałowych TV lub stacji czołowej wyposażonej w odpowiednie panele robocze. W takim przypadku należy doposażyć instalację w panele przemienników kanałowych TV pracujących z cyfrowymi sygnałami DVB-T w pełnym paśmie częstotliwości sygnałów wejściowych i wyjściowych. Zadaniem przemiennika kanałowego TV jest przeniesienie odbieranego multipleksu DVB-T na inny kanał w zakresie UHF. Nie wszystkie stacje główne mogą być jednak zmodernizowane w ten sposób, gdyż nie wszyscy producenci stacji czołowych mają w swoich ofertach przemienniki kanałowe TV pracujące z cyfrowymi sygnałami DVB-T. W takich przypadkach będzie zachodzić potrzeba doposażenia AIZ w oddzielne panele przemienników kanałowych TV lub zakup nowej obudowy stacji głównej wyposażonej w odpowiednią liczbę paneli przemienników kanałowych TV pracujących z cyfrowymi sygnałami DVB-T.

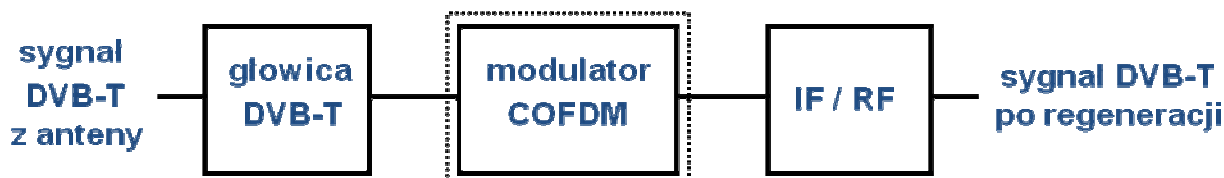
Stosowanie przemienników kanałowych TV wymaga dobrej jakości sygnału DVB-T na wejściu przemiennika, gdyż oscylatory w przemienniku mają wpływ na pogorszenie parametrów stosunku sygnału do szumu C/N (ang. *Carrier to Noise Ratio*) oraz wzrost błędów modulacji MER (ang. *Modulation Error Ratio*). Złożoność procesu przemiany częstotliwości jest zobrazowana na Rys. 1, który przedstawia przykładowy schemat blokowy panelu podwójnego przemiennika TV cyfrowej lub analogowej.



Rys. 1. Schemat blokowy podwójnego pełnopasmowego przemiennika kanałowego TV analogowej/cyfrowej typu OK 45A (WISI)

2.2.2. Przetwarzanie sygnału DVB-T w trudnych warunkach odbioru

Niektóre instalacje antenowe mogą pracować w trudnych warunkach odbioru, przez co przetworzenie sygnału DVB-T za pomocą przemienników kanałowych TV lub wzmacniaczy kanałowych będzie nieskuteczne, gdyż wyjściowa stopa błędów BER będzie zbyt wysoka. Jeżeli jednak jakość sygnału z anteny jest wystarczająca do odbioru bezpośrednio na odbiorniku DVB-T, wówczas istnieje możliwość regeneracji sygnału DVB-T. Proces ten można wykonać poprzez odbiór sygnału DVB-T i demodulację do strumienia transportowego, a następnie ponowną modulację do kanału DVB-T przy zachowaniu takich samych parametrów modulacji. To rozwiązanie techniczne jest droższe od przetwarzania sygnału DVB-T za pomocą przemienników kanałowych lub wzmacniaczy kanałowych lecz może okazać się jedynym skutecznym sposobem uruchomienia multipleksu DVB-T w takiej AIZ.



Rys. 2. Schemat blokowy regeneracji sygnału DVB-T w panelu OV 75M 4041 (WISI)

W przypadku AIZ pracujących w pełnym paśmie częstotliwości, modulator COFDM należy zaprogramować do pracy w wolnym kanale telewizyjnym w zakresie UHF. W takim przypadku panel dokonujący regeneracji sygnału DVB-T spełnia jednocześnie funkcję przemiennika częstotliwości.

2.2.3. Instalacja AIZ pracująca w ograniczonym paśmie częstotliwości

Instalacje AIZ pracujące tylko w zakresie VHF powinny zostać zmodernizowane w taki sposób, aby umożliwić reemisję programów TV również w zakresie UHF. Proces ten jednak może wymagać dłuższej perspektywy czasowej, wynikającej z konieczności zaplanowania tych prac w budżetach spółdzielni, wspólnot mieszkańców itp., późniejszego ogłoszenia przetargu i wyłonienia wykonawcy oraz wykonania prac instalacyjnych (np. wymiana okablowania, wzmacniaczy itp.). Powody, które przemawiają za wykonaniem modernizacji AIZ, zostały opisane w Rozdziale 4.

Proponowane poniżej rozwiązanie należy traktować jako propozycję wykonania konwersji sygnału DVB-T z zakresu UHF do kanału TV w paśmie III, do czasu wykonania pełnej modernizacji AIZ. Opisane poniżej rozwiązanie sprzętowe może być z powodzeniem stosowane w pasmach UHF, które należy traktować jako docelowe pasma częstotliwości dla reemisji sygnałów DVB-T.

Przetworzenie multipleksu DVB-T do wybranego kanału w paśmie III (od 174 MHz do 230 MHz) jest możliwe tylko poprzez zmianę parametrów modulacji sygnału DVB-T w taki sposób, aby w paśmie III reemitować kanał DVB-T o szerokości 7 MHz. Administrator budynku, w którego kompetencjach jest zapewnienie obsługi technicznej AIZ, podejmując decyzję o konwersji sygnału DVB-T do pasma III powinien zdawać sobie sprawę, że ta decyzja niesie za sobą konieczność uwzględnienia planów rozwoju cyfrowej radiodifuzji naziemnej obejmującej uruchomienie dodatkowego multipleksu DVB-T w tym paśmie oraz przede wszystkim radiofonii cyfrowej T-DAB, co zostało szerzej opisane w Rozdziale 3. Nie należy zatem planować wieloletniej pracy kilku multipleksów DVB-T w tym paśmie częstotliwości, gdyż sygnały radiodifuzji cyfrowej w perspektywie kilku lat mogą zakłócać znaczną część kanałów telewizyjnych pasma III.

Ewentualna konwersja multipleksu DVB-T z zakresu UHF do pasma III wymaga zastosowania droższego panelu, który dokona odbioru sygnału DVB-T i jego demodulacji do postaci strumienia transportowego wraz z regeneracją (korekcją błędów) oraz ponownej modulacji do wybranego kanału o szerokości 7 MHz w paśmie III. Operacja konwersji sygnału DVB-T może być wykonana w podobny sposób jak opisana wcześniej regeneracja sygnału DVB-T w przypadku trudnych warunków odbioru. Zaletą tak zrealizowanej konwersji jest dopasowanie się do nowego rastra kanałów w paśmie III i zajęcie jednego wolnego kanału, co ogranicza ryzyko wystąpienia problemów z zakłóceniami z lokalnych nadajników naziemnej radiodifuzji cyfrowej DVB-T i T-DAB.

Tablica prezentuje wydajność modulacji DVB-T dla kanałów 8 MHz i 7 MHz w zależności od przyjętych parametrów wartości modulacji, prekorekcji błędów i przedziału ochronnego. Przy konfi-

guracji parametrów pracy modulatora COFDM należy zmienić szerokość kanału wyjściowego z 8 MHz do 7 MHz oraz parametry przekorekcji błędów i skrócenia przedziału ochronnego zgodnie z tabelą, aby pomieścić cały strumień transportowy odebrany z kanału DVB-T o szerokości 8 MHz.

Tablica. Użyteczne przepływności bitowe w kanale DVB-T w zależności od parametrów modulacji COFDM

Użyteczna prędkość symbolowa		6,75000 Msym/s				5,90625 Msym/s			
Szerokość kanału		7,61161 MHz				6,66016 MHz			
Typ modulacji	Sprawność kodu	Przedział ochronny				Przedział ochronny			
		1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK 2 bity/symbol	1/2	4,976	5,529	5,855	6,032	4,354	4,838	5,123	5,278
	2/3	6,635	7,373	7,806	8,043	5,806	6,451	6,83	7,037
	3/4	7,465	8,294	8,782	9,048	6,532	7,257	7,684	7,917
	5/6	8,294	9,216	9,758	10,053	7,257	8,064	8,538	8,797
	7/8	8,709	9,676	10,246	10,556	7,620	8,467	8,965	9,237
16-QAM 4 bity/symbol	1/2	9,953	11,059	11,709	12,064	8,709	9,676	10,246	10,556
	2/3	13,271	14,745	15,612	16,086	11,612	12,902	13,661	14,075
	3/4	14,929	16,588	17,564	18,096	13,063	14,515	15,369	15,834
	5/6	16,588	18,431	19,516	20,107	14,515	16,127	17,076	17,594
	7/8	17,418	19,353	20,491	21,112	15,240	16,934	17,930	18,473
64-QAM 6 bitów/symbol	1/2	14,929	16,588	17,564	18,096	13,063	14,515	15,369	15,834
	2/3	19,906	22,118	23,419	24,128	17,418	19,353	20,491	21,112
	3/4	22,394	<u>24,882</u>	26,346	27,144	19,595	21,772	23,053	23,751
	5/6	24,882	27,647	29,273	30,160	21,772	24,191	<u>25,614</u>	<u>26,390</u>
	7/8	26,126	29,029	30,737	31,668	22,861	25,401	26,895	27,710

W lewej części tabeli podkreślono parametry emisji testowych DVB-T prowadzonych w Warszawie na kanale K58 która ma przedział ochronny 1/8.

Można przyjąć założenie, że docelowo modulacja COFDM dla kanałów DVB-T będzie miała takie parametry jak obecnie stosowane w kanale K58. Z tabeli można odczytać, że wówczas w kanale DVB-T przepływność strumienia transportowego nie będzie przekraczać 24,882 Mbit/s.

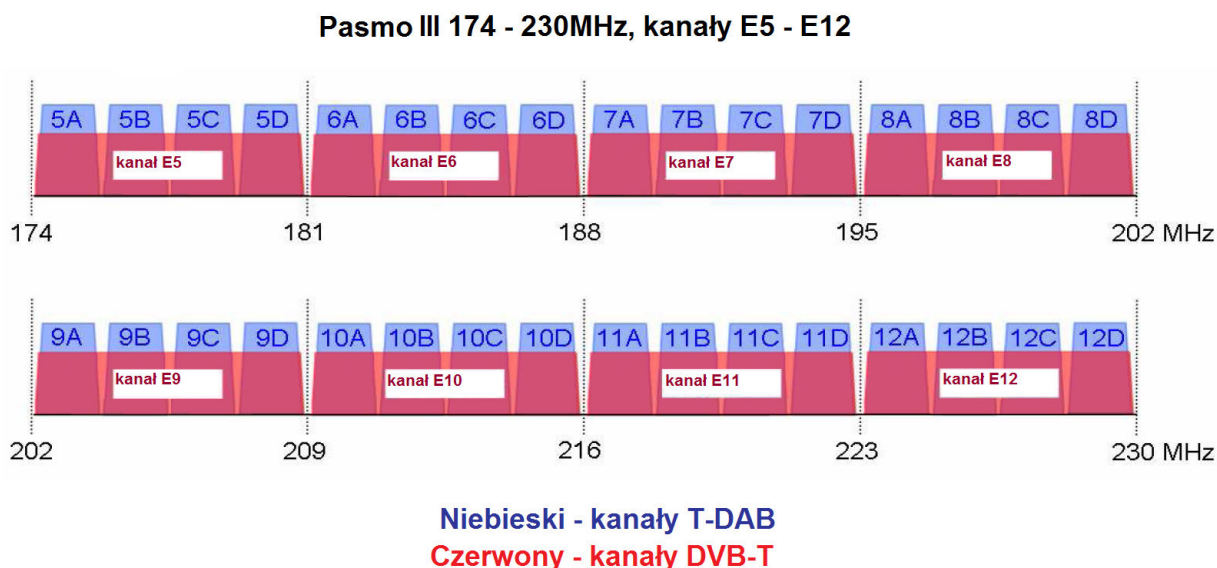
W prawej części tabeli podkreślono te rodzaje modulacji COFDM w kanale 7 MHz, których użyteczna przepływność bitowa pozwala na przeniesienie całej transmisji z kanału COFDM o szerokości 8 MHz, modulacji 64-QAM, FEC = 3/4 oraz z przedziałem ochronnym 1/8 (24,882 Mb/s). Ponieważ w instalacji kablowej panują zdecydowanie lepsze warunki propagacji sygnału niż w transmisji w wolnej przestrzeni, zatem dla wyróżnionych typów modulacji COFDM można dokonać konwersji z kanału 8 MHz w zakresie UHF do kanału COFDM 7 MHz w paśmie III.

Uwaga. Wybierając konfigurację reemitowanego multipleksu należy unikać sprawności kodowania 7/8, która jest bardzo wrażliwa na wszelkie błędy transmisji oraz wykorzystywania kanału sąsiadującego z inną emisją ze względu na konieczność utrzymania sygnału DVB-T wewnątrz tzw. maski krytycznej.

3. Dostosowanie AIZ do uruchomienia multipleksów T-DAB

3.1. Alokacja kanałów radia cyfrowego T-DAB w paśmie III

Plany wdrożenia radiodiffuzji cyfrowej w paśmie III w Polsce bazują na jednolitym rastrze 7 MHz zarówno dla T-DAB jak i DVB-T. Dla T-DAB raster ten obowiązuje od Porozumienia Wiesbaden 1995 natomiast dla DVB-T został przyjęty w celu pełnego wykorzystania pojemności widma w tym paśmie po wyłączeniu nadajników telewizji analogowej. Alokacja kanałów radia cyfrowego T-DAB w paśmie III jest przedstawiona na rys. 3.



Rys. 3. Układ kanałów DVB-T i T-DAB w paśmie III

3.2. Antena odbiorcza dla radia T-DAB

Antena do odbioru radia T-DAB pracuje w zakresie od 174 MHz do 230 MHz. W większości instalacji będzie to dodatkowa antena, która może być równocześnie wykorzystywana do odbioru kanału DVB-T nadawanego w tym paśmie częstotliwości. Można również przypuszczać, że w części instalacji antenowych dla potrzeb odbioru sygnałów w paśmie III pojawi się potrzeba zainstalowania dwóch anten, z czego jedna kierunkowa dla sygnału DVB-T i druga dla programów T-DAB.

Szczegółowe zalecenia odnośnie instalacji antenowej dla odbioru sygnałów radia cyfrowego T-DAB zostaną opracowane w następnej edycji tego dokumentu.

3.3. Przetwarzanie sygnałów T-DAB

Przewiduje się, że sygnały radia cyfrowego T-DAB będą przetwarzane przy użyciu odpowiednich przemienników pracujących w paśmie III od 174 MHz do 230 MHz. Szczegółowe zalecenia odnośnie sposobu uruchomienia reemisji sygnałów radia cyfrowego T-DAB w AIZ zostaną opracowane w następnej edycji tego dokumentu.

4. Zalecenia dotyczące przystosowania AIZ do pracy w pełnym paśmie RTV

W efekcie zmiany rastra kanałowego w paśmie III zamiast obecnych 7 kanałów K6-K12 o szerokości 8 MHz będzie wdrożony nowy podział na 8 kanałów E5-E12 o szerokości 7 MHz. Należy przypuszczać, że w przyszłości pasmo III w AIZ będzie wykorzystywane w całości do reemisji sygnałów radia cyfrowego T-DAB i że pozostanie niewiele wolnych kanałów TV, które będą mogły być wykorzystane do reemisji kanałów DVB-T. Ponadto istnieje możliwość uruchomienia jednego naziemnego multipleksu DVB-T w paśmie III. Przyjmując założenie, że w AIZ nie będzie się reemitować żadnych

programów na tych samych kanałach, na których pracują lokalne nadajniki naziemne, w ciągu kilku następnych lat w paśmie III liczba dostępnych kanałów TV może zostać ograniczona z 8 do 2 lub 3.

Teoretycznie bezpieczniejsza wydaje się reemisja analogowych programów telewizyjnych w kanałach kablowych w pasmach specjalnych od 110 MHz do 174 MHz i od 230 MHz do 470 MHz. Częstotliwości te są jednak wykorzystywane przez radiokomunikację ruchomą, służby lotnicze oraz innych użytkowników, zatem wykorzystywanie tych zakresów częstotliwości wymaga dobrego uszczelnienia całej sieci AIZ przed wnikaniem zakłóceń. Te zakresy częstotliwości są wykorzystywane przez sieci TV kablowej, które inwestują w wysokiej jakości kable, złącza i pozostały osprzęt, dzięki czemu uzyskują wymagane parametry sieci natomiast większość AIZ pracujących w ograniczonym paśmie częstotliwości została wykonana z materiałów i elementów nie spełniających wymogów skuteczności ekranowania niezbędnych do niezakłóconej reemisji kanałów TV.

Ważnym aspektem każdej instalacji TV jest kompatybilność elektromagnetyczna, a w szczególności szkodliwa emisja sygnałów, które mogą zakłócać pracę innych systemów radiokomunikacyjnych – np. służb lotniczych. Zagrożenie to pojawia się w przypadku reemisji sygnałów TV w pasmach specjalnych, dlatego nie zaleca się reemisji programów telewizyjnych w tych pasmach w instalacjach TV nieobjętych odpowiednią opieką techniczną. Reemisja sygnałów w pasmach telewizji naziemnej nie stawia aż tak wysokich wymagań na szczelność instalacji TV, gdyż te pasma częstotliwości są dedykowane do reemisji sygnałów telewizyjnych.

Powyższe argumenty mają na celu przedstawić zmiany, które w perspektywie kilku lat będą miały istotny wpływ na sposób funkcjonowania wszystkich instalacji telewizyjnych. Przede wszystkim reemisja programów w paśmie III będzie coraz bardziej ograniczana z powodu uruchamiania kolejnych multipleksów radiodifuzji cyfrowej. Ponadto niewystarczające ekranowanie powoduje, że większość AIZ staje się podatna na zakłócenia wnikające do instalacji w pasmach kablowych, a jednocześnie instalacje te same stają się źródłem zakłóceń dla innych systemów radiokomunikacyjnych. Dostrzegając te zagrożenia, rekomenduje się przebudowę AIZ w taki sposób, aby uzyskać możliwość pracy w pełnym paśmie częstotliwości i wówczas reemisja sygnałów TV powinna następować przede wszystkim w pasmach IV i V.

Administrator budynku, w którego kompetencjach jest zapewnienie obsługi technicznej AIZ, powinien przewidzieć przebudowę tej instalacji w ciągu kilku najbliższych lat, aby w ten sposób sprostać nadchodzącym zmianom technicznym. Przed przystąpieniem do przebudowy AIZ należy wykonać odpowiedni projekt techniczny, w którym zostaną uwzględnione wszystkie wymagania na nowoczesną sieć telewizyjną oraz zostanie zapewniony prawidłowy poziom sygnałów RTV we wszystkich punktach odbioru. Do przebudowy należy stosować materiały i urządzenia oznakowane symbolem „**Klasa A**”, co zapewni zachowanie odpowiednich parametrów technicznych AIZ w długoletniej eksploatacji. Ważna jest również staranna instalacja złączy oraz zachowanie wysokiej jakości wykonanych prac instalacyjnych.

5. Zalecenia dotyczące odbioru prac modernizacyjnych AIZ

5.1. Wprowadzanie sygnałów DVB-T do instalacji telewizyjnej

Kanały cyfrowe DVB-T powinny być wprowadzone do instalacji TV z poziomem mocy niższym o 6 – 10 dB w stosunku do poziomu fali nośnej wizji sygnałów TV analogowej. Instalator uruchamiający reemisję multipleksu DVB-T powinien dysponować odpowiednim miernikiem, który pozwoli na prawidłowe ustawienie poziomu sygnału kanału DVB-T w stosunku do kanałów analogowych. Jako wynik pracy instalatora w dokumentacji przeprowadzonych prac należy podać następujące parametry:

1. Numery kanałów TV analogowej.
2. Poziomy mocy sygnałów TV analogowej w punkcie testowym w miejscu instalacji urządzeń aktywnych.
3. Numer kanału TV z multipleksem DVB-T.
4. Poziomy sygnału DVB-T w punkcie testowym w miejscu instalacji urządzeń aktywnych.
5. Jakość sygnału – średnia zmierzona wartość BER.

6. Poziom echa sygnału DVB-T.

5.2. Wpływ reemisji sygnałów DVB-T na pracę instalacji telewizyjnej

Sygnały cyfrowe DVB-T mogą być reemitowane w AIZ w taki sam sposób jak sygnały TV analogowej. Nie obserwuje się wzrostu szkodliwych oddziaływań na inne kanały TV analogowe i cyfrowe jak intermodulacje, częstotliwości harmoniczne lub inne zakłócenia. Z tego względu kanały DVB-T należy traktować tak samo jak kanały TV analogowej przy dobieraniu maksymalnego dopuszczalnego poziomu pracy wzmacniaczy.

Poziom mocy sygnałów TV na wyjściu wzmacniacza powinien być dobrany odpowiednio do liczby wzmacniaczy pracujących w kaskadzie, liczby transmitowanych kanałów TV oraz maksymalnego poziomu wyjściowego wzmacniacza podanego w specyfikacji technicznej.

5.3. Odbiór prac instalacyjnych

Prawidłowe wykonanie prac instalacyjnych polegających na uruchomieniu kanału DVB-T w AIZ należy potwierdzić poprzez dokonanie pomiarów sprawdzających w kilku losowo wybranych gniazdach odbiorczych. Poziom sygnałów TV analogowej powinien zawierać się w przedziale od 57 dB μ V do 77 dB μ V, zaś poziom sygnału DVB-T powinien zawierać się w przedziale od 54 dB μ V – 74 dB μ V. Ponadto poziom BER sygnału nie może być gorszy niż 2×10^{-4} . Jako wynik pracy instalatora w dokumentacji przeprowadzonych prac należy podać następujące parametry:

1. Numery kanałów TV analogowej.
2. Poziomy sygnałów TV analogowej.
3. Nr kanału TV cyfrowego.
4. Poziom sygnału DVB-T.
5. Jakość sygnału – średnia zmierzona wartość BER.
6. Poziom echa sygnału DVB-T.

Pomiary wymienione powyżej powinny być wykonane dla wszystkich kanałów TV analogowych i cyfrowych. Jeżeli uzyskane wyniki nie spełniają minimalnych parametrów granicznych, wówczas należy dokonać odpowiednich korekt w instalacji. Może to dotyczyć wymiany anteny, zmiany sposobu przetwarzania sygnału DVB-T w miejscu instalacji urządzeń aktywnych lub regulacji wzmacniacza w instalacji. Pomiary BER wykonywane w poszczególnych punktach instalacji powinny pomóc instalatorowi w szybkim znalezieniu przyczyny nadmiernego pogorszenia parametrów sygnału.

5.4. Dokumentacja techniczna AIZ po uruchomieniu reemisji sygnałów DVB- T i T-DAB

Prowadzenie dokumentacji technicznej AIZ, a w szczególności zmian wykonywanych w stacji czołowej jest bardzo istotne. W ciągu najbliższych lat analogowe programy TV naziemnej będą zastępowane przez multipleksy DVB-T. Uruchamianie kolejnych multipleksów DVB-T będzie rozłożone w czasie, co będzie skutkowało wielokrotnymi wizytami instalatorów. Należy oczekiwać, że wkrótce pojawią się w eterze sygnały radia cyfrowego T-DAB, które również będą wymagały przeprowadzenia odpowiednich prac instalacyjnych w AIZ.

Zaleca się, aby wyniki wykonanych prac instalacyjnych zostały przedstawione w formie dokumentacji pomiarowej. W przypadku uruchamiania multipleksów DVB-T dokumentacja powinna zawierać następujące parametry:

INSTALACJA ANTENOWA:

1. Nr kanału TV.
2. Poziom sygnału DVB-T w miejscu instalacji urządzeń aktywnych.
3. Jakość sygnału – średnia wartość BER.
4. Poziom echa sygnału DVB-T.

PUNKT TESTOWY w miejscu instalacji urządzeń aktywnych:

1. Numery kanałów TV analogowej.
2. Poziomy mocy sygnałów TV analogowej w punkcie testowym w miejscu instalacji urządzeń aktywnych.
3. Nr kanału TV cyfrowego.
4. Poziom sygnału DVB-T w punkcie testowym w miejscu instalacji urządzeń aktywnych.
5. Jakość sygnału – średnia zmierzona wartość BER.
6. Poziom echa sygnału DVB-T.

POMIARY GNIAZD ODBIORCZYCH:

1. Lokalizacja gniazda odbiorczego.
2. Numery kanałów TV analogowej.
3. Poziomy sygnałów TV analogowej.
4. Nr kanału TV cyfrowego.
5. Poziom sygnału DVB-T.
6. Jakość sygnału – średnia zmierzona wartość BER.
7. Poziom echa sygnału DVB-T.

Pomiary powinny być wykonane dla wszystkich sygnałów analogowych i cyfrowych reemitowanych w AIZ.

6. Ochrona odgromowa i przeciwprzebieciowa AIZ

Zgodnie z projektem nowelizacji Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie żadna AIZ nie może narażać jej użytkowników na szkodliwe skutki przepięć elektromagnetycznych. W tym celu instalacja antenowa powinna być chroniona poprzez odpowiednio wykonaną instalację odgromową, a instalacja wewnątrzbudynkowa powinna być zabezpieczona poprzez zastosowanie odpowiedniego zespołu ochronników przepięciowych na wejściu przewodów sygnałowych do budynku. Prace te należy wykonać zgodnie z obowiązującymi normami.

7. Instalacje AIZ w nowych budynkach mieszkalnych

We wszystkich nowych wielorodzinnych budynkach mieszkalnych należy wykonywać AIZ, co pozwoli na osiągnięcie następujących korzyści:

- zapewnienie wszystkim mieszkańcom dostępu do sygnału radiofonicznego i telewizyjnego o prawidłowych parametrach,
- ochrona budynków przed niszczącym wpływem wielu instalacji indywidualnych,
- ochrona użytkowników zbiorowych instalacji RTV przed szkodliwymi skutkami wyładowań atmosferycznych i innych przepięć, które mogą się pojawić w instalacji antenowej.

Zbiorowa instalacja antenowa w budynku mieszkalnym powinna obejmować zarówno odbiór radiofonii i telewizji naziemnej i być wykonana z materiałów o odpowiednio wysokiej jakości – należy stosować materiały i urządzenia oznakowane symbolem „**Klasa A**”, co zapewni jej odpowiednie parametry pracy w długoletniej eksploatacji.

Ze względu na dużą popularność cyfrowych platform TV satelitarnej, przy modernizacji AIZ można przewidzieć możliwość uruchomienia dystrybucji sygnałów satelitarnych poprzez np. wykorzystanie przełącznika wielozakresowego (ang. *multiswitch*). Zakres niniejszego dokumentu nie obejmuje zagadnień dystrybucji sygnałów satelitarnych w paśmie I pośredniej, jednakże należy zwrócić uwagę, aby przy ewentualnym uruchomieniu takiego rozwiązania stosować przełączniki i inne urządzenia oznakowane symbolem „Klasa A”, aby zachować prawidłowe parametry pracy instalacji telewizyjnej.

8. Definicje

Określenia użyte w dokumencie oznaczają:

- 8.1. Antenowa Instalacja Zbiorowa (AIZ) – instalacja służąca do przewodowego rozprowadzania do abonentów w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej sygnałów radiodfuzyjnych odbieranych za pomocą jednego zestawu anten. Przyjmuje się, że AIZ liczy nie więcej niż 250 gniazd abonenckich.
- 8.2. Maska krytyczna – obrys charakterystyki częstotliwościowej sygnału COFDM odznaczający się takim wytłumieniem emisji pozapasmowych aby była możliwa emisja w kanałach sąsiednich.
- 8.3. Multiplex – strumień danych cyfrowych składający się z programów i usług dodatkowych, przesyłany w jednym kanale.
- 8.4. Reemisja – odbieranie sygnałów RTV rozpowszechnianych bezprzewodowo i wprowadzanie ich do przewodowej sieci rozprowadzającej bez zmiany treści reemitowanych programów i wprowadzania nadmiernych opóźnień.
- 8.5. Stacja główna (używane jest również określenie czołowa) – (ang. *head end*) zespół urządzeń pomiędzy antenami odbiorczymi i innymi źródłami sygnału a kablową siecią rozprowadzającą; zadaniem stacji głównej jest dostosowanie reemitowanych sygnałów do wprowadzenia do sieci rozprowadzającej.

9. Skrót i akronimy

Użyte w dokumencie skrót i akronimy oznaczają:

AIZ	Antenowa Instalacja Zbiorowa
BER	Bitowa stopa błędów (Bit Error Ratio)
C/N	Stosunek fali nośnej do szumu (Carrier-to-Noise Ratio)
COFDM	Kodowane zwielokrotnienie z ortogonalnym podziałem częstotliwości (Coded Orthogonal Frequency-Division Multiplexing)
DAB	Radiofonia cyfrowa zgodna ze schematem Eureka 147 (Digital Audio Broadcasting)
DTT	Naziemna telewizja cyfrowa (Digital Terrestrial TV)
DVB	Telewizja cyfrowa DVB (Digital Video Broadcasting)
DVB-T	Naziemna telewizja cyfrowa DVB (Digital Video Broadcasting – Terrestrial)
IF	Częstotliwość pośrednia (Intermediate Frequency)
ITU	Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny (International Telecommunication Union)
ITU-R	Sektor Radiokomunikacyjny ITU (ITU Radiocommunications Sector)
MER	Stopa błędów modulacji (Modulation Error Ratio)
QAM	Kwadraturowa modulacja amplitudy (Quadrature Amplitude Modulation)
QPSK	Kwadraturowe kluczowanie z przesuwem fazy (Quaternary Phase Shift Keying)
RF	Częstotliwość radiowa – wielka (Radio Frequency)
T-DAB	Naziemna Radiofonia Cyfrowa (Terrestrial – DAB)
TV	Telewizja (TeleVision)
UHF	Zakres ultra wysokich częstotliwości (od 300 MHz do 3 000 MHz) (Ultra-High Frequency)

VHF	Zakres bardzo wysokich częstotliwości od 30 MHz do 300 MHz) (Very-High Frequency)
WRC	Światowa Konferencja Radiokomunikacyjna organizowana periodycznie przez ITU-R (World Radiocommunication Conference)

10. Bibliografia

- [1] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. z 2006 r. nr 156, poz. 1118 z późn. zm.).
- [2] Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75 z 2002 r. poz.690 z późn. zm.)
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 grudnia 2009 r. w sprawie wymagań technicznych i eksploatacyjnych dla urządzeń konsumenckich służących do odbioru cyfrowych naziemnych transmisji telewizyjnych (Dz. U. nr 221, poz. 1742).
- [4] Wymagania techniczne i eksploatacyjne dla antenowych instalacji zbiorowych przeznaczonych do odbioru usług radiodifuzji naziemnej. Styczeń 2010.