



**INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
ODDZIAŁ WE WROCŁAWIU**

ul. Swojczycka 38, 51-501 Wrocław

**ZAKŁAD KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ
PRACOWNIA GOSPODARKI WIDMEM CZĘSTOTLIWOŚCI RADIOWYCH**

**Analiza metod badania kompatybilności ziemskiej telewizji cyfrowej DVB-
T z innymi służbami**

Sprawozdanie Z21/213027/168/97

WROCLAW, grudzień 1997

Nr pracy: 21.3.02.7

Nazwa pracy: Analiza metod badania kompatybilności ziemskiej telewizji cyfrowej DVB-T z innymi służbami

Zleceniodawca: Praca statutowa

Data rozpoczęcia: styczeń 1997

Data zakończenia: grudzień 1998

Data rozpoczęcia etapu: styczeń 1997

Data zakończenia etapu: grudzień 1997

Kierownik tematu: mgr inż. Dariusz Więcek

Wykonawcy: dr inż. Wiktor Sęga
dr inż. Janusz Sobolewski
mgr inż. Dariusz Więcek

Praca wykonana w pracowni: Gospodarki widmem częstotliwości radiowych

Kierownik pracowni: dr inż. Wiktor Sęga

Kierownik zakładu: mgr inż. Władysław Moroń

Spis treści:

1. WSTĘP	6
2. PODSTAWOWE CECHY SYSTEMU DVB-T	6
3. ASPEKTY OGÓLNE	7
3.1 CAŁOŚĆ ŚRODOWISKA RADIODYFUZJI TELEWIZYJNEJ	7
3.1.1 <i>Telewizja analogowa</i>	7
3.1.2 <i>Rozwój telewizji kablowej i satelitarnej</i>	7
3.1.3 <i>Współpraca z systemami satelitarnym, kablowym i MVDS</i>	7
3.1.4 <i>Alternatywne systemy dystrybucji</i>	8
3.1.5 <i>Telewizja cyfrowa - Digital Video Broadcasting - DVB-T</i>	8
3.1.6 <i>Dostawca multipleksu</i>	9
3.2 OGÓLNE KORZYŚCI Z ZIEMSKIEJ TELEWIZJI CYFROWEJ.....	9
3.2.1 <i>Korzyści z cyfryzacji</i>	9
3.2.2 <i>Korzyści z transmisji naziemnej</i>	11
3.3 POTRZEBA TRANSMISJI RÓWNOLEGŁEJ	13
3.4 WAŻNOŚĆ ZAWARTOŚCI PROGRAMU.	14
3.5 KOSZTY	14
3.5.1 <i>Koszty dla widza</i>	14
3.5.2 <i>Koszty dla nadawców</i>	15
3.6 POLITYKA I PRZEPISY	16
4. AKTUALNA SYTUACJA (DLA CELÓW WDRAŻANIA ZIEMSKIEJ TELEWIZJI CYFROWEJ) ...16	
4.1 WSTĘP.....	16
4.2 DOSTĘPNOŚĆ WIDMA.....	17
4.3 AKTUALNA FILOZOFIA POKRYCIA ZIEMSKĄ RADIODYFUZJĄ ANALOGOWĄ.....	18
4.4 ZAGADNIENIA PLANOWANIA CZĘSTOTLIWOŚCI ZWIĄZANE Z WPROWADZENIEM DVB-T	18
4.4.1 <i>Rastry kanałowe</i>	19
4.4.2 <i>Możliwości pasm telewizyjnych UHF</i>	19
4.4.3 <i>Ochrona istniejących służb analogowych</i>	20
4.5 PRZYKŁADY OBECNEJ SYTUACJI W RÓŻNYCH KRAJACH.....	21
4.5.1 <i>Wielka Brytania</i>	21
4.5.2 <i>Niemcy</i>	21
4.5.3 <i>Dania</i>	21
4.5.4 <i>Szwecja</i>	21
4.5.5 <i>Francja</i>	22
4.5.6 <i>Hiszpania</i>	22
4.5.7 <i>Włochy</i>	22
4.5.8 <i>Holandia</i>	22
4.6 SZCZEGÓŁOWE DANE O LICZBIE ŁAŃCUCHÓW PROGRAMOWYCH, PRACUJĄCYCH NADAJNIKACH I ODBIORNIKACH ORAZ POKRYCIE W LICZNYCH KRAJACH EUROPEJSKICH (STAN NA 28.11.96)	23
4.7 POŁOŻENIE KANAŁÓW; PRACUJĄCE SYSTEMY TV	26
4.8 CZĘSTOTLIWOŚCI KANAŁÓW TELEWIZYJNYCH W EUROPIE	28
4.9 SZCZEGÓŁOWA DOSTĘPNOŚĆ WIDMA W WYSZCZEGÓLNIONYCH KRAJACH W EUROPIE I W OKOLICACH (STAN NA 28-11-96)	31
4.10 PODSUMOWANIE DOSTĘPNYCH KANAŁÓW DLA RADIODYFUZJI TELEWIZYJNEJ W PAŃMIE IV I V	38
4.11 WYKORZYSTANIE KANAŁÓW W EUROPIE	39
5. SCENARIUSZE WDRAŻANIA DVB-T	41
5.1 WPROWADZENIE	41
5.2 SCENARIUSZE WDRAŻANIA.	41
5.2.1 <i>Scenariusze krótkoterminowe</i>	41
5.2.2 <i>Scenariusze długoterminowe</i>	42
5.2.3 <i>Faza przejściowa</i>	42
5.3 ZARZĄDZANIE CZĘSTOTLIWOŚCIAMI.....	42
5.3.1 <i>Wymagania widma</i>	42

5.3.2 Przegląd DSI faza II	43
5.3.3 Krótki okres czasu	43
5.3.4 Długi okres czasu	43
5.3.5 Okres przejściowy.....	44
5.3.6 Pewne rozważania spekulacyjne.....	44
5.3.7 Czy widmo może być zwolnione do wykorzystania przez inne służby ?	45
5.3.8 Podsumowanie.....	46
5.4 KILKA MOŻLIWYCH SCENARIUSZY WDRAŻANIA.....	46
5.4.1 Krótki okres czasu	46
5.4.2 Długi okres czasu	50
5.4.3 Okres przejściowy.....	52
5.5 KILKA EUROPEJSKICH STRATEGII WPROWADZANIA	55
5.5.1 Wstęp	55
5.5.2 Wielka Brytania	55
5.5.3 Szwecja	56
5.5.4 Francja	56
5.5.5 Niemcy	57
5.5.6 Hiszpania.....	57
5.5.7 Włochy.....	58
5.5.8 Holandia.....	58
5.5.9 Dania.....	60
5.5.10 Belgia.....	60
5.6 ROZWIĄZANIA ALTERNATYWNE	61
5.6.1 Wstęp	61
5.6.2 Transmisja w paśmie VHF.....	61
5.6.3 MVDS	62
6. OKREŚLENIE MINIMALNEJ WARTOŚCI UŻYTECZNEGO NATĘŻENIA POLA DLA SYGNAŁÓW DVB-T.....	63
7. WSPÓLCZYNNIKI OCHRONNE DLA ZIEMSKIEJ TELEWIZJI CYFROWEJ.....	71
7.1 ZAKŁÓCENIA WZAJEMNE POMIĘDZY SYGNAŁAMI DVB-T	71
7.2 WSPÓLNOKANAŁOWY WSPÓLCZYNNIK OCHRONNY	72
7.3 ZAKŁÓCENIA OD SĄSIEDNIEGO KANAŁU LEŻĄCEGO PONIŻEJ (N-1).....	72
7.4 ZAKŁÓCENIA OD SĄSIEDNIEGO KANAŁU LEŻĄCEGO POWYŻEJ (N+1).....	73
7.5 ZAKŁÓCENIA OD LUSTRZANEGO KANAŁU	73
7.6 ZAKŁÓCENIA OD KANAŁÓW ZACHODZĄCYCH NA SIEBIE	73
7.7 ZAKŁÓCENIA TELEWIZJI ANALOGOWEJ OD DVB-T	74
7.7.1 Wspólnokanałowy współczynnik ochronny.....	74
7.7.2 Zakłócenia od sąsiedniego kanału leżącego poniżej (n-1)	74
7.7.3 Zakłócenia od sąsiedniego kanału leżącego powyżej (n+1).....	75
7.7.4 Zakłócenia od kanału lustrzanego.....	75
7.7.5 Zakłócenia od kanałów zachodzących na siebie	76
7.8 ZAKŁÓCENIA SYGNAŁU FONII TELEWIZJI ANALOGOWEJ OD DVB-T	77
7.9 ZAKŁÓCENIA DVB-T OD T-DAB	79
7.10 ZAKŁÓCENIA T-DAB OD DVB-T	79
8. KOMPATYBILNOŚĆ DVB-T Z INNYMI SŁUŻBAMI.....	79
8.1 ZAKŁÓCENIE INNYCH SŁUŻB PRZEZ DVB-T	83
8.2 OBLICZANIE OCHRONY INNYCH SŁUŻB	84
8.3 WSPÓLCZYNNIKI OCHRONNE DLA INNYCH SŁUŻB ZAKŁÓCANYCH PRZEZ DVB-T	84
9. PROPOZYCJA WARIANTU TRANSMISJI NAZIEMNEJ TELEWIZJI CYFROWEJ DVB-T W POLSCE DLA ODBIORU STACJONARNEGO.....	90
9.1 WPROWADZENIE	90
9.2 ZAŁOŻENIA.....	90
9.3 WYBÓR LICZBY NOŚNYCH.....	90
9.4 WYBÓR SPOSOBU MODULACJI NOŚNYCH.....	91
9.5 WYBÓR SPRAWNOŚCI KODU I WIELKOŚCI ODSTĘPU OCHRONNEGO.....	91

9.6 PODSUMOWANIE	92
10. WNIOSKI	92
11. LITERATURA	92

1. Wstęp

W ostatnich latach zauważalny jest bardzo szybki rozwój technik cyfrowych. Obecnie uruchamiane są w Europie sieci radiofonii cyfrowej DAB (*Digital Audio Broadcasting*) [10], która wchodzi w fazę eksploatacji. Techniki wykorzystywane w radiofonii cyfrowej, a zwłaszcza metody kodowania źródłowego MPEG [6, 8] oraz kodowania kanałowego COFDM [7, 9] wykorzystano w pracach nad telewizją cyfrową. Odpowiednio modyfikując parametry systemu OFDM i dopasowując jego cechy do charakteru sygnału telewizyjnego opracowano normę ETSI na naziemny system telewizji cyfrowej DVB-T [4]. Aktualnie kilka krajów europejskich (Wielka Brytania, Niemcy, Szwecja) posiada eksperymentalne nadajniki DVB-T i trwają przygotowania do uruchamiania sieci pilotowych. Niestety brak na rynku odbiorników konsumenckich DVB-T uniemożliwia jak na razie szybką ekspansję naziemnej telewizji cyfrowej, choć oczekuje się, że w roku 1998 pojawią się pierwsze pilotowe odbiorniki. Na razie trwają więc intensywne przygotowania po stronie nadawczej (systemy transmisyjne, pierwsze nadajniki DVB-T, przygotowanie procedur koordynacji międzynarodowej kanałów telewizji DVB-T). Widocznym tego efektem było nadzwyczajne posiedzenie grupy roboczej FM WG w Chester (Wielka Brytania) w lipcu 1997, gdzie ustalono procedury koordynacji międzynarodowej kanałów telewizji cyfrowej, współczynniki ochronne pomiędzy DVB-T a DVB-T, telewizją analogową i innymi służbami dla krajów CEPT. Aktywna praca delegatów polskich w zespołach projektowych CEPT PT FM 24 (zagadnienia kompatybilności DVB-T ze służbami radiodyfuzyjnymi), PT SE 27 (zagadnienia kompatybilności DVB-T z innymi służbami) oraz podczas spotkania w Chester pomogła w dobrym przygotowaniu podstaw planowania systemu DVB-T. Ponieważ jednak do czasu konferencji w Chester nieznanne były w pełni wszystkie parametry innych służb oraz nie wykonano kompletnych pomiarów systemu, ustalenia brakujących współczynników ochronnych i metod analizy kompatybilności powstają nadal w pracach CEPT i EBU, a ostateczne ich zaakceptowanie podjęte będzie na forum ERC. Opracowanie niniejsze prezentuje wyniki dotychczasowych prac w zakresie kompatybilności systemu DVB-T, w których uczestniczyli wykonawcy zarówno na forum krajowym jak i międzynarodowym. Całość realizacji pracy przewidziana jest w okresie 2-letnim i w przyszłym roku planowana jest jej kontynuacja w zakresie uzupełniających prac nad brakującymi obecnie kryteriami kompatybilności DVB-T oraz podstawami planowania sieci telewizji cyfrowej.

2. Podstawowe cechy systemu DVB-T

DVB-T będzie wdrażana w najbliższej przyszłości w niektórych krajach, np. w 1998 w Wielkiej Brytanii, Hiszpanii i Szwecji oraz około 1999 w niektórych innych krajach.

Ważne dla wdrożenia DVB-T jest środowisko, w którym będzie się odbywało:

- obecne wykorzystanie widma przez telewizję analogową;
- konkurencja ze strony radiodifuzji satelitarnej i kablowej;
- gotowość widzów do akceptacji nowego, cyfrowego medium i wydania na niego pieniędzy,

Ziemskie sieci telewizji cyfrowej mają cechy, których nie mają ziemskie sieci analogowe, tj.

- odbiór przenośny;
- więcej programów;
- większą dostosowalność dla programów lokalnych;
- różnorodność usług danych i ich elastyczny przydział.

- ponieważ cyfrowy multipleks zajmuje takie samo widmo jak jeden analogowy kanał telewizyjny, to może przenosić trzy lub więcej programów telewizyjnych.

W niektórych krajach liczba widzów ziemskich sieci telewizji analogowych jest albo stała albo zmniejsza się a występuje tam wzrost oglądalności poprzez kabel lub satelitę. Trend ten wskazuje, że ziemska telewizja analogowa staje się zanikającym medium transmisyjnym głównie z powodu ograniczonej liczby programów jaką może zaoferować widzom.

Z tego względu DVB-T może ożywić ziemską telewizję.

System DVB zapewni lepszą jakość obrazu, brak zjaw na ekranie poprzez eliminację wpływu odbić i propagacji wielodrogowej oraz udostępni widzom większą liczbę programów telewizyjnych, których kilka będzie mogło być nadawanych jednocześnie w tym samym kanale telewizyjnym. Umożliwiony będzie również odbiór przenośny oraz ruchomy. Użytkownik będzie miał możliwość odbierania dodatkowych danych cyfrowych, co spowoduje włączenie telewizji do przyszłościowej infostrady - szerokopasmowej sieci łączy telekomunikacyjnych realizujących różnorodne usługi. Najbliższe lata stanowiąc będą pierwszy etap przygotowań do budowy sieci DVB-T w Polsce i na świecie. Być może już w okresie najbliższych 1-2 lat pracować będą w Polsce nadajniki eksperymentalne.

3. Aspekty ogólne

3.1 Całość środowiska radiodifuzji telewizyjnej

3.1.1 Telewizja analogowa

Widmo radiodifuzyjne w Pasmach I, III, IV i V w większości krajów w Europie jest wykorzystywane do zapewnienia krajowego i regionalnego pokrycia trzema lub czterema programami telewizji analogowej dla bardzo dużego procentu populacji (zwykle większego niż 99%). Niektóre kraje były w stanie uruchomić dwa do czterech dodatkowych (lokalnych) programów analogowych w obszarach o większym zagęszczeniu ludności, lecz mają one mniejszy zasięg ludnościowy niż programy ogólnokrajowe lub regionalne.

3.1.2 Rozwój telewizji kablowej i satelitarnej

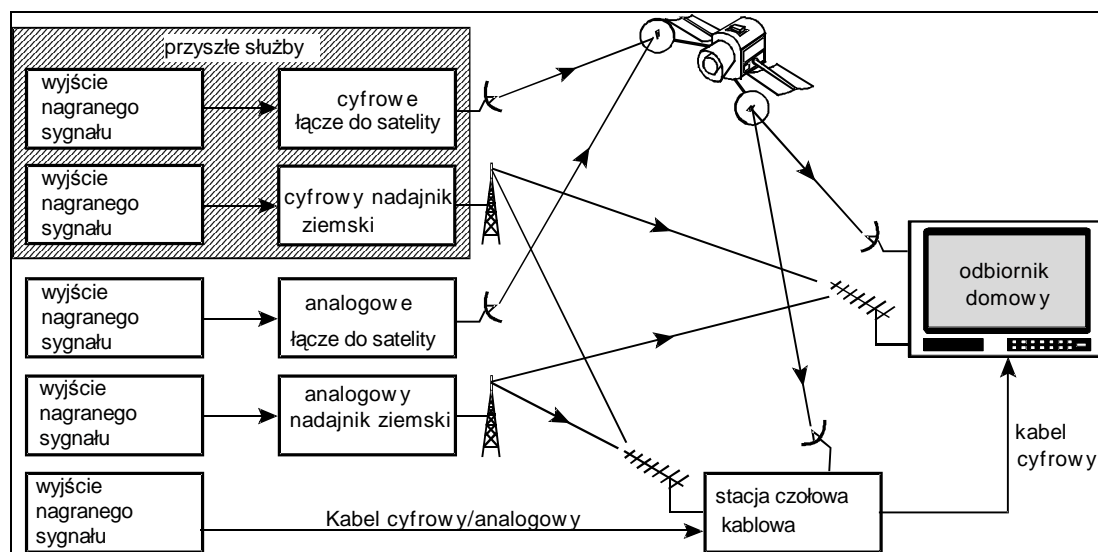
Ograniczona liczba programów analogowych, która może być nadawana w tych pasmach (zajmujących prawie połowę widma poniżej 1 GHz) spowodowała rozwój rozległych sieci kablowych w kilku krajach europejskich jako sposób dostarczenia widzom większego wyboru programów. Odnosi się to również bezpośrednio do rozwijania rozszerzonej telewizji analogowej przez satelitę.

3.1.3 Współpraca z systemami satelitarnym, kablowym i MVDS

Konkurencyjne środowisko, w którym system DVB-T będzie wprowadzony pokazano na Rysunku 1. W Europie istniejące ziemskie służby analogowe, kablowe i satelitarne są wyraźnie ustalone. Stosowany jest również analogowy MVDS. Wprowadzane są obecnie cyfrowe służby satelitarne i oczekuje się, że wkrótce nastąpi wdrożenie kablowych służb cyfrowych.

MVDS jest z zasady komórkowym ziemskim systemem dosyłania telewizji wielokanałowej. Wykorzystuje się wysokie częstotliwości (między ok. 2,5 do 40 GHz) w następstwie czego promień pokrycia jest mały (od około 50 km w dół do 2 km). MVDS może

być wykorzystywany jako alternatywa dla kabla w obszarach gdzie koszt sieci dystrybucji kablowej byłby wysoki.



Rysunek 1. Środowisko radiodyfuzyjne

Wynika stąd, że DVB-T będzie wprowadzany do środowiska, w którym występują służby ziemskie analogowe oraz satelitarne analogowe i cyfrowe. Również, z powodu dużej liczby widzów wykorzystujących kabel w wielu krajach europejskich, konieczne będzie dostarczanie ziemskich usług cyfrowych za pomocą kabla i systemów anten zbiorowych.

3.1.4 Alternatywne systemy dystrybucji

Kilka systemów dystrybucji będzie stosowanych do dostarczania telewizji cyfrowej. Systemy te: kabel miedziany, MVDS, satelitarne i sieci światłowodowe będą miały własne wewnętrzne ograniczenia na parametry kanału transmisyjnego. Również w dłuższym okresie czasu, kiedy stanie się widoczne, że sieci światłowodowe są szeroko dostępne w całej Europie, DVB-T będzie miał ważną rolę w umożliwianiu odbioru „bez wtyczki” w dowolnym punkcie.

W końcu, z punktu widzenia widza jest ważne aby jakość odbioru była niezależna od medium transmisyjnego.

3.1.5 Telewizja cyfrowa - Digital Video Broadcasting - DVB-T

Aktualnym trendem są systemy cyfrowe ukierunkowane na przenikanie telewizji (rozrywki) i technologii komputerowych czego przykładem są multimedia. W rozdziale tym zostały pokrótce przedstawione systemy typu DVB zaproponowane dla Europy i aspekty związane z DVB i DVB-T w szczególności.

3.1.5.1 Typy systemów DVB

Została ustanowiona przez ETSI rodzina standardów dla transmisji telewizji cyfrowej w Europie. Obejmuje ona systemy dla:

- Transmisji satelitarnej (DVB-S);
- Transmisji MVDS powyżej 10 GHz (DVB-MS) i poniżej 10 GHz (DVB-MC);

- Dystrybucji kablowej (DVB-C);
- Transmisji ziemskiej w pasmach częstotliwości VHF i UHF obecnie wykorzystywanych przez transmisję telewizji analogowej (DVB-T).

Standardy DVB-S, DVB-M.(C/S) i DVB-C wykorzystują modulację pojedynczej nośnej sygnałem telewizyjnym. Standard DVB-T bazuje na bardziej złożonym systemie transmisji wielu nośnych OFDM opracowanym w projekcie Eureka 147 dla radiofonii cyfrowej nowej generacji (terrestrial digital audio broadcasting T-DAB). Pozwala to DVB-T radzić sobie z trudnymi warunkami propagacyjnymi spotykanymi w radiodifuzji ziemskiej.

3.1.5.2 Ziemska telewizja cyfrowa (DVB-T)

DVB-T po raz pierwszy daje nadawcy (lub dostawcy multipleksu) możliwość zwiększenia liczby programów i usług dodatkowych, które mogą być zaoferowane widzom, bez porównywalnego zwiększenia szerokości potrzebnego pasma. Cyfrowy multipleks, który zajmuje ośmiomegahercowy (lub siedmomegahercowy) kanał telewizyjny (obecnie przenoszący jeden analogowy program) może przenieść od 1 do około 6 programów cyfrowych. Jednakże można dokonać wielorakiego wyboru pomiędzy liczbą programów na multipleks, jakością obrazu, odpornością transmisji i procentem pokrytych miejsc. Wszelka dodatkowa pojemność zbędna dla programów telewizyjnych i związanych z nimi kanałów dźwiękowych może być wykorzystana do transmisji danych lub zwiększenia odporności systemu transmisyjnego, zwiększając przez to procent pokrytych miejsc dla stałego i przenośnego odbioru.

W czasie wprowadzania DVB-T wystąpi wiele ostrych ograniczeń w liczbie kanałów cyfrowych, które mogą być ulokowane w dostępnym widmie. Wynika to głównie z konieczności właściwej ochrony istniejących służb telewizji analogowej.

3.1.6 Dostawca multipleksu

W niektórych krajach w Europie te same organizacje tworzą programy i obsługują sieć nadawczą. Ponieważ w DVB-T można przesyłać w jednym multipleksie więcej niż jeden program, może okazać się konieczne oddzielenie produkcji programu od sieci nadawczej. Czyni się to po to, aby zagwarantować równorzędne traktowanie twórców programów oraz aby uniknąć ukrytych subsydiów. Rozwinie się nowa zależność ekonomiczna między twórcami programów i dostawcami multipleksów.

Aby sfinansować swą działalność dostawca multipleksu będzie musiał znaleźć źródła dochodów inne niż pochodzące z nadawania programów działających ziemskich nadawców.

Dodatkowe dochody mogą pochodzić np. z:

- abonamentów telewizyjnych;
- płatnej telewizji;
- usług transmisji danych.

3.2 Ogólne korzyści z ziemskiej telewizji cyfrowej

3.2.1 Korzyści z cyfryzacji

Istnieje wiele korzyści wynikających z przejścia od analogowych do cyfrowych technik nadawczych.

3.2.1.1 Dostarczanie większej liczby programów

Cyfryzacja pozwala zwiększyć całkowitą liczbę programów dostarczanych do domów w wyniku:

- efektywnej cyfrowej obróbki w czasie rzeczywistym zmniejszającej wymaganą przepływność bitową na jeden program;
- dynamiczny wybór przepływności dla programu (multipleksowanie statystyczne);

W konsekwencji znacznie większa liczba programów może być dostarczana w ramach danego przydziału szerokości pasma.

3.2.1.2 Poprawa jakości obrazu

Transmisja cyfrowa może również dostarczać obraz i dźwięk wysokiej jakości oraz obejmować cechy telewizji zaawansowanej takie jak szerokoekranowość (stosunek boków 16:9) oraz telewizję wysokiej rozdzielczości. Odbiór ziemski cyfrowy, w tych samych warunkach co analogowy, wymaga niższego poziomu sygnału i nie doznaje uszczerbku na skutek zniekształceń (np. z powodu echa), które są powszechne w odbiorze ziemskim analogowym - sygnał cyfrowy jest dekodowany doskonale albo wcale.

3.2.1.3 Dostosowalność

Dla nadawców i dostawców multipleksów, cyfryzacja transmisji telewizyjnej oferuje większą elastyczność poprzez umożliwienie istotnych kompromisów przy projektowaniu usług. Na przykład traktując zasięg jako stały, można wybierać między liczbą dostarczanych programów i jakością obrazu. Ogólnie rzecz biorąc, telewizja z większą jakością obrazu wymaga większej pojemności w obrębie multipleksu (tj. większej przepływności), podczas gdy gorsza jakość obrazu wymaga mniejszej pojemności.

Kompromisu można dokonać między stałą liczbą i jakością usług z jednej strony a zasięgiem i odpornością transmisji z drugiej. Odporność systemu może być ustalona przez wybór efektywności kodu (korekcji błędów) i sposobu modulacji. Dla danej mocy nadajnika im bardziej sygnał jest odporny tym większy zasięg jest osiąganym. Najbardziej odporny sygnał może być również odbierany przy użyciu mniejszej anteny, typu wewnętrzna, umieszczona na telewizorze. Dodatkowa odporność jednakże zmniejsza możliwą pojemność dla transmisji programu.

3.2.1.4 Dostarczanie dodatkowych usług

Dostawca multipleksu traktuje całkowitą pojemność transmisji każdego multipleksu jako „zbiornik danych”, który może zawierać zestaw różnych rodzajów usług nadawanych równocześnie.

Zaletą standardu MPEG jest możliwość elastycznego wykorzystania wszystkich danych. Pozwala to na możliwość transmisji kilku innych usług razem z programami telewizyjnymi. Bazując na standardzie MPEG2, można podać następujące różne rodzaje danych, które mogą być przesyłane:

- dane wizji;
 - dźwięk towarzyszący wizji;
 - dane towarzyszące programowi wizji;
- dane dźwiękowe;
 - dane towarzyszące programowi dźwiękowemu;

- kanały muzyczne, dla niezależnych programów dźwiękowych;
- dane związane z programami wizyjnymi i dźwiękowymi;
 - dane dodatkowe programu (PAD);
 - elektroniczne przewodniki programu (EPG);
- ogólne dane niezależne od programów wizyjnych i dźwiękowych, na przykład
 - systemy nawigacyjne;
 - kanały informacji ogólnej;
 - dane nie przeznaczone do celów rozrywkowych.

Te różne usługi można dekodować przy wykorzystaniu informacji zawartych w kanale Informacyjnym Służby (SI) multipleksu. Istnieje obecnie standard ETSI obejmujący kanał Informacyjny Służby.

3.2.1.5 Możliwość wykorzystania w Autostradzie Informacyjnej

Cyfrowa radiodifuzja telewizyjna prawdopodobnie spowoduje pojawienie się inteligentnych urządzeń lub zintegrowanych odbiorników telewizyjnych w dużej liczbie mieszkań. Również większość tych podstawowych urządzeń będzie miała pewne możliwości obliczeniowe i pamięciowe wspólnie z modemowymi. Może to zapewnić połączenie z dostępem do „Autostrady Informacyjnej”. Takie urządzenia można wprowadzać w domach, w których nie ma komputerów PC. Dodatkowo, dostęp do informacji przez telewizję i stworzenie przyjaznego systemu nawigacyjnego zaprojektowanego w pierwszej kolejności dla usług rozrywkowych, pozwoli telewizji cyfrowej stworzyć znacznie prostszy i bardziej atrakcyjny dostęp do informacji na bieżąco (on-line) (np. Elektronicznego Przewodnika Programowego) dla wielu rodzin.

3.2.2 **Korzyści z transmisji naziemnej**

3.2.2.1 Odbiór przenośny (bez wtyczki)

- odbiór przenośny

Jedną z zalet systemu DVB-T jest możliwość odbioru programów na odbiorniku przenośnym. Odbiór przenośny charakteryzuje się złymi warunkami odbioru z powodu propagacji wielodrogowej. Jedną z głównych zalet systemu OFDM stosowanego w DVB-T jest możliwość poprawnej pracy odbiorników w złych warunkach odbioru, z dużą liczbą ech.

Dzięki wykorzystaniu techniki modulacji OFDM, system DVB-T jest szczególnie przydatny do odbioru „bez wtyczki”. Tak więc ma możliwość uwolnienia odbiorcy od „statycznego” odbiornika telewizyjnego połączonego z gniazdem antenowym w ścianie, wraz z zaletami:

- umożliwi widzom oglądanie telewizji tam gdzie im wygodnie, w taki sam sposób jak słuchacze robią to z radiem;
- zminimalizuje koszty instalacji, gdyż nie wymaga się anten zewnętrznych i okablowania do gniazd w.cz. montowanych w ścianie;
- odbiór bez „zjaw” na ekranie.

W konsekwencji, ziemska telewizja cyfrowa ma wiele unikatowych zalet w porównaniu do innych platform dostawczych. Jest to na przykład niewielki koszt dostarczania sygnału do odbiorników przenośnych, wymagających jedynie anten na telewizorze, zamiast połączenia do kabla albo do anteny satelitarnej. Zmniejsza to koszt otrzymania drugiego i trzeciego odbiornika w domu bez konieczności okablowania wewnątrz mieszkania. Znaczna część „głównych” odbiorników telewizyjnych wykorzystuje anteny na telewizorze i odbiór dla nich poprawi się.

Stąd możliwość łatwego odbioru oferowanego przez DVB-T może radykalnie zmienić sposób, w jaki ludzie oglądają telewizję, tak samo jak tranzystorowe radio przenośne i „Walkman” zmieniły zachowania słuchaczy.

- odbiór ruchomy

Odbiór ruchomy nie był założonym wymaganiem dla DVB-T. Jednakże testy przeprowadzone przez Deutsche Telekom w Kolonii-Niemcy w styczniu 1997 dla systemu 2k zgodnego z normą DVB-T pokazały doskonałe rezultaty w ruchu nawet przy dużych prędkościach.

3.2.2.2 Radiodyfuzja lokalna i regionalna

Ziemska telewizja cyfrowa jest prawdopodobnie w służbach telewizyjnych najbardziej efektywną kosztowo metodą dostarczania wersji programów regionalnych i lokalnych. Sieci kablowe oferują podobny potencjał regionalizacji, lecz przy wyższym koszcie niż nadawanie ziemskie na większości rynków europejskich. Satelity nie mogą dostarczać regionalnych odmian bez wykorzystania dużej wielkości pojemności transpondera.

3.2.2.3 Efektywne wykorzystanie widma radiowego

Znaczącą ekonomicznie wartością w dłuższym okresie czasu jest to, że widmo radiowe UHF może potencjalnie być zwolnione jeśli nadawanie stopniowo przejdzie z analogowego na cyfrowe. Z powodu możliwości multipleksowania i wykorzystania sieci SFN, DVB-T pozwoli zwolnić niewykorzystaną pojemność dla innych zastosowań komercyjnych - włączając dodatkowe służby rozsiewcze lub telekomunikacyjne.

3.2.2.4 Korzyści finansowe wdrażania

DVB-T prawdopodobnie ma bardzo znaczące korzyści finansowe w porównaniu z innymi platformami dostawczymi. Ostatnie studia pokazały, że w szerokim zakresie warunków rynkowych koszty adaptacji sieci transmisyjnej i dystrybucyjnej dla transmisji ziemskiej cyfrowej są mniejsze niż dla innych systemów. Korzyść dla operatora jest możliwa dzięki wykorzystaniu analogowej ziemskiej infrastruktury, włączając lokalizacje nadawcze i maszty oraz dla widzów - wykorzystanie istniejących anten lub odbioru „bez wtyczki”.

3.2.2.5 Obowiązek zapewnienia powszechnego odbioru programów cyfrowych

Dzięki możliwości objęcia dużej liczby gospodarstw domowych zasięgiem ziemskiej telewizji cyfrowej przy niskich kosztach, system oferuje możliwość zapewnienia dostępu do podstawowego zestawu dostępnych z eteru cyfrowych programów telewizyjnych dla dużej części gospodarstw domowych. Taki obowiązek zapewnienia powszechnego odbioru (lub dostępu do nich) może być określony i narzucony przez rządy poszczególnych krajów i prawdopodobnie będą bazować na programach telewizji publicznej.

3.2.2.6 Bezpieczeństwo i kontrola sieci

Rozprowadzanie programów i praca nadajników ziemskich zapewnia wysoki stopień bezpieczeństwa i elastyczności w odniesieniu do transmisji programu. Nawet jeśli kontrola nad częścią sieci zostanie utracona, nie oznacza to utraty kontroli nad wszystkimi

programami, które są nadawane i oglądane w całym kraju (chyba że pierwotny dosył odbywa się przez satelitę).

Komercyjna kontrola przez niektóre wielonarodowe konsorcja łańcucha transmisji satelitarnej od źródeł programu do systemu dostępu warunkowego może również być przyczyną preferowania przez rządy sieci ziemskich.

3.2.2.7 Dogodna inwestycja

Ziemska telewizja cyfrowa ma wyjątkowe cechy inwestycyjne, które mogą być atrakcyjne dla potencjalnych inwestorów w cyfrowe platformy dosyłu. Inwestycje w nie są mierzalne i nieliniowe w stosunku do pokrytej populacji. Kilka dużych nadajników zlokalizowanych w, lub blisko głównych aglomeracji może pokryć ponad 50% całkowitej populacji w kraju.

Bazując na wykorzystaniu istniejących lokalizacji nadawczych, można zbudować sieć pokrywającą około 90% populacji przy rozsądnych kosztach i w relatywnie krótkim czasie (2-5 lat). Tak jak w przypadku służb analogowych, w celu pokrycia 100% populacji wymagana będzie duża liczba nadajników małej mocy a osiągnięcie tego zajmie wiele lat.

Warto zauważyć, że satelita nie może zapewnić 100% pokrycia populacji z powodu przeszkód naturalnych lub wykonanych przez człowieka na trasie między satelitą i anteną odbiorczą (zwłaszcza na dużych szerokościach geograficznych) oraz środowiskowych ograniczeń planistycznych na umieszczanie anten odbiorczych. Czynniki te ograniczają pokrycie z satelity pomiędzy 80% i 95% populacji.

3.3 Potrzeba transmisji równoległej

Łagodne nadejście całkowicie cyfrowej ery wymaga okresu równoległej transmisji dla istniejących widzów. Konsumenci nie przejdą na transmisję cyfrową dopóki nie będą mieli dostępu do ulubionych programów. Konsumenci będą mogli wówczas kontynuować odbiór podobnego zestawu usług, lecz poprawionych dzięki lepszej jakości obrazu i dźwięku, lepszemu odbiorowi itp. Dodatkowo mogą odebrać więcej programów. Jeśli podstawowy zestaw programów pozostanie bezpłatny w punkcie ich wykorzystania, będzie to bodźcem dla wszystkich do przejścia i pozostania przy ziemskiej telewizji cyfrowej.

Implikacją nałożonych wymagań równoległej transmisji dla nadawców jest to, że muszą otrzymać zachęty do współpracy. Oczywistym sposobem w jaki to będzie można zrobić jest zaoferowanie przydziałów częstotliwości cyfrowych dla istniejących nadawców. Jest to podejście, którego zwolennikiem jest Wielka Brytania i Szwecja. Nieodłączną zaletą przydzielenia pojemności dla istniejących nadawców jest to, że dostarczą oni wartościowych, markowych tytułów i dostatecznej liczby programów przy wprowadzaniu telewizji cyfrowej. W każdym przypadku procent równoległych programów analogowych będzie regulowany przez strategię wprowadzania przyjętą w danym kraju. Taka strategia może zawierać decyzje dotyczące polityki przemysłowej, polityki mediów i polityki widma, które mogą różnić się w różnych krajach.

Obecnie w Europie Szwecja i Wielka Brytania mają najbardziej zaawansowane opublikowane plany wprowadzenia DVB-T.

Raport dotyczący wprowadzenia DVB-T w Szwecji przygotowany przez Komisję Rządową mówi o potrzebie równoległej transmisji do 10 lat dla wszystkich istniejących programów analogowych, począwszy od wprowadzenia usługi DVB-T.

W Wielkiej Brytanii oficjalna propozycja rządowa również ustala potrzebę transmisji równoległej. Wyłączenie transmisji analogowej zależeć będzie od sukcesu telewizji cyfrowej i

w szczególności od wchłaniania przez rynek cyfrowych odbiorników lub przystawek wejściowych. Służby analogowe mogą być wyłączone jedynie wtedy, gdy ludzie będą w stanie odbierać usługi cyfrowe. Sytuację tę zrewiduje się po 5 latach okresu trwania pierwszej licencji lub gdy 50% gospodarstw domowych będzie mieć cyfrowe odbiorniki lub przystawki wejściowe, jeśli to nastąpi wcześniej.

3.4 Ważność zawartości programu.

Aby DVB-T z powodzeniem konkurowała w przyszłości na podzielonym rynku telewizyjnym, zawartość programowa multipleksów DVB-T musi być wysokiej jakości aby przyciągnąć widzów. Pewne multipleksy mogą być „osadzone” na jednym lub wielu istniejących ziemskich programów analogowych i mogą być bezpłatne (lub w tej samej cenie co aktualna opłata za abonament telewizyjny).

Organizacje sportowe, które w ostatnich latach migrowały w stronę satelitów z powodu pieniędzy dostępnych dzięki subskrybowanym kanałom satelitarnym mogą być przyciągnięte z powrotem do telewizji ziemskiej. Dostawca multipleksu będą mieć możliwość (przy subskrypcji i telewizji płatnej) zaoferowania lepszych umów dla organizacji niż satelity jeśli celem będzie widownia regionalna.

DVB-T zaoferuje prawdopodobnie najniższy koszt dystrybucji programów lokalnych (wiadomości, wydarzenia bieżące itd.), które są bardzo istotne dla widza. Sukces radia lokalnego jest wskazówką w tym kierunku.

Przez wykorzystanie możliwości zbierania wiadomości przez ziemskich nadawców analogowych, można dostarczyć usługę przewijanych wiadomości. Archiwa tych nadawców pozwolą również na wypełnienie kanałów tematycznych (dziecięce, „mydlane opery” itd.) przy stosunkowo niskim koszcie.

Stąd DVB-T powinien mieć najlepszą zawartość ze wszystkich systemów dostawczych, tj.

- najlepsze z bieżących programów analogowych;
- sport (subskrybowany i płatny);
- programy lokalne;
- kanały tematyczne.

3.5 Koszty

3.5.1 Koszty dla widza

Poza atrakcyjnością dostarczanych usług (nowe programy, lepsza jakość obrazu, dodatkowe usługi itd.), innym wskaźnikiem pomyślnego wprowadzenia ziemskiej telewizji cyfrowej są koszty ponoszone przez widza za odbiór nowych programów.

Do odbioru przenośnego widzowie będą potrzebować anten odbiorczych i zintegrowanych odbiorników telewizji cyfrowej lub przystawek wejściowych DVB-T (konwerter cyfrowy i dekodek).

Dla stacjonarnego odbioru antenowego, widzowie mogą dodatkowo potrzebować:

- anten dachowych;
- systemów wzmacniająco-rozprowadzających.

3.5.1.1 Koszty instalacji do odbioru stacjonarnego

Mimo tego że koszt instalacji stałych anten odbiorczych jest nieduży w porównaniu do przystawki wejściowej, znaczna zaleta dotycząca kosztów u widza może powstać dzięki wykorzystaniu tych samych lokalizacji nadawczych, które obecnie emitują programy analogowe, stąd widzowie będą mogli odbierać nowe programy bez żadnej modyfikacji swoich istniejących systemów antenowych. Nie przewiduje się żadnych dodatkowych kosztów instalacji, jeśli wykorzystywane są szerokopasmowe anteny UHF.

Wykorzystanie istniejących lokalizacji i kanałów sąsiednich jest szczególnie ważne w przypadku zbiorowych instalacji antenowych, dla których modyfikacja jest zasadniczo trudna. Jest ciągle weryfikowane, czy obecne wzmacniacze i sieci dystrybucyjne (kable współosiowe, rozdzielacze, gniazda telewizyjne itd.) mogą przenosić sygnał DVB-T bez znaczącej degradacji.

W najlepszym scenariuszu, konsument będzie mógł prawdopodobnie odbierać sygnał cyfrowy bez żadnych dodatkowych kosztów (jeśli do odbioru analogowej telewizji wykorzystuje już antenę szerokopasmową). Z drugiej strony zarówno złożoność jak i koszt instalacji odbioru stacjonarnego może być znaczący.

3.5.1.2 Koszty przystawki do odbioru cyfrowego

Niewątpliwie głównym wydatkiem widza będzie ciężar zakupu przystawki do odbioru cyfrowego - sprzętu koniecznego do przekształcenia odebranego strumienia bitów MPEG w sygnał kompatybilny z analogowym odbiornikiem telewizyjnym.

Aby zapewnić rynkowe rozprzestrzenienie standardu DVB-T, cena przystawki wejściowej musi być porównywalna do konkurencyjnych mediów dostawczych (np. kablowych i satelitalnych), zwłaszcza jeśli ma się zachęcać do przejścia w kierunku odbioru cyfrowego. Czas trwania okresu przejściowego zależy szczególnie od szybkości penetracji sprzętu do odbioru cyfrowego na rynku konsumenckim.

Odbiornik ziemski jest bardziej złożony niż odbiorniki kablowe i telewizyjne, stąd jego koszt jest obecnie uważany za najwyższy. W Wymaganiach Użytkownika DVB, grupa TCM wyraziła życzenie aby dodatkowy koszt dla widza w momencie wprowadzania nie był większy niż 450 ECU w porównaniu do odbiornika analogowego. W ciągu dwóch lat wdrażania, różnica cen detalicznych między sprzętem cyfrowym i odpowiadającym mu odbiornikiem analogowym powinna być mniejsza niż 200 ECU.

3.5.2 Koszty dla nadawców

Głównym wnioskiem ostatnich studiów jest, że ziemska telewizja cyfrowa ma najniższy koszt systemu dostawczego na wspólnym krajowym poziomie dla wszystkich poziomów osiągalnej penetracji. Ta zaleta w odniesieniu do kosztów jest prawie osiągalna przez transmisję kablową dla małych poziomów penetracji i dla transmisji satelitarnej dla dużych poziomów penetracji. Jeśli wziąć pod uwagę wszystkie czynniki, koszt cyfryzacji głównego odbiornika telewizyjnego w gospodarstwie będzie, uśredniając, nieco mniejszy dla transmisji cyfrowej ziemskiej niż dla cyfrowej satelitarnej lub kablowej. Wniosek ten obowiązuje dla szerokiego zakresu głównych zmiennych.

3.6 Polityka i przepisy

Decyzje rządów będą decydujące przy określaniu środowiska w jakim będzie rozwijał się przemysł ziemskiej telewizji cyfrowej.

Kluczowe rozważania polityki będą obejmować:

- zarządzanie i przeznaczenie widma w celu uruchomienia służb cyfrowych;
- utrzymywanie obowiązku powszechności usług w trakcie przechodzenia na transmisję cyfrową;
- zakończenie przejścia na transmisję cyfrową przez zakończenie transmisji analogowych;

Rozstrzygająca będzie struktura przepisów, które będą wiodące zarówno dla inwestycji jak i konkurencji.

Obszary, których szczególnie dotyczą obejmują:

- dostęp warunkowy;
- następstwa własności mediów;
- przepisy dotyczące dostawców programów;
- przepisy dotyczące dostawców multipleksów.

4. Aktualna sytuacja (dla celów wdrażania ziemskiej telewizji cyfrowej)

4.1 Wstęp

Rozwój radiodifuzji w poprzednich dekadach był bardzo szeroki zarówno w dziedzinie techniki jak i usług. Kluczowym wymaganiam w tej ewolucji była potrzeba zachowania kompatybilności, przynajmniej częściowej, z istniejącymi systemami i usługami. Z punktu widzenia zarządzania widmem częstotliwości pojawiają się następujące kwestie dotyczące wprowadzenia radiodifuzji cyfrowej:

- dostępność widma;
- specyficzne zachowanie sygnałów w obszarze pokrywanym przez nadajnik radiodifuzyjny (szczególnie szybkozmienna charakterystyka błędów systemów cyfrowych);
- zagadnienia kompatybilności.

Stąd niezbędnym jest rozwój odpowiednich technik planowania widma i procedur koordynacyjnych.

Przy starannym planowaniu nie przewiduje się większych problemów współlistnienia sygnałów analogowych i cyfrowych (DVB-T) ziemskiej telewizji w obrębie tego samego przeznaczenia - zapewniając porównywalną z istniejącymi systemami telewizyjnymi szerokość kanału radiowego w.cz. Mimo tego administracje CEPT powinny przestudiować opracowywane standardy (zarówno ETSI jak i EBU) zapewniając aby nie było istotnych trudności z innymi służbami wykorzystującymi te same lub sąsiednie pasma.

DVB-T będzie bardziej efektywne widmowo niż jego analogowy odpowiednik. Wpływ tej efektywności widmowej na wykorzystanie widma częstotliwości zależy od sposobu w jaki DVB-T będzie wprowadzany.

Dla administracji zwiększenie widmowej efektywności ziemskiej telewizji jest tylko zachęcające. W pewnym momencie w przyszłości powinno być możliwe, na gruncie technicznym i politycznym dokonanie obiektywnego wyboru czy usankcjonować znaczny

wzrost liczby dostępnych programów telewizyjnych czy też rozważyć przeplanowanie widma dla innych służb włączając służby pomocnicze do radiodifuzji (service ancillary to broadcasting - SAB).

We wszelkich rozważaniach dotyczących wprowadzenia systemu cyfrowego niezbędne jest zapewnienie odpowiedniej jakości odbioru dla wszystkich trybów pracy odbiornika. Jednym z nich jest wykorzystanie anten na odbiorniku w celu ułatwienia usytuowania odbiorników w domu. Należy to ponownie rozważyć, ponieważ każda decyzja opóźnienia przejścia na transmisję cyfrową lub zwiększenia mocy nadajników w celu ułatwienia przenośnego odbioru (bez wtyczki), stanie się zagadnieniem kluczowej wagi.

Ostatnio, poza przypadkiem przenośnego i wewnętrznego odbioru, stało się jasne, że transmisja kablowa (światłowodowa lub współosiowa) oraz bezpośrednia do domów radiodifuzja satelitarna są efektywną alternatywą dla ogólnokrajowej, lub regionalnej o dużym zasięgu geograficznym, radiodifuzji ziemskiej TV.

Nadawców powstrzymują od wykorzystania takich alternatyw:

- potrzeba zapewnienia ciągłości nadawania w stanach zagrożenia w kraju;
- potencjalne instalacje, które są zasłonięte przed orbitą geostacjonarną;
- prawa autorskie programów dla większych obszarów pokrycia.

Potrwa jeszcze kilka lat zanim większość domów zostanie podłączona do kablowych/światłowodowych obwodów.

4.2 Dostępność widma

Wśród krajów CEPT dla ziemskiej telewizji dostępne są częstotliwości w następujących pasmach :

Tabela 1. Pasma częstotliwości

Zakres częstotliwości (MHz)	Status (w Europie)	Uwagi
47.00 - 68.00	Pierwszej ważności	Również przeznaczone dla służb ruchomych lądowych jako pierwszej ważności w niektórych krajach
68.00 - 74.00	Pierwszej ważności w niektórych krajach	
76.00 - 87.50	Pierwszej ważności w niektórych krajach	
87.50 - 100.00	Pierwszej ważności	Głównie radiofonia
174.00 - 223.00	Pierwszej ważności	Również przeznaczone dla służb ruchomych lądowych jako pierwszej ważności w niektórych krajach. Częstotliwości w tym zakresie przeznaczono również dla T-DAB.
223.00 - 230.00	Pierwszej ważności	Również przeznaczone dla służb stałych i ruchomych lądowych jako pierwszej ważności w niektórych krajach. Częstotliwości w tym zakresie przeznaczono również dla T-DAB.
470.00 - 790.00	Pierwszej ważności	[Patrz Regulamin Radiokomunikacyjny]
790.00 - 862.00	Pierwszej ważności	Również przeznaczone dla służb STAŁYCH i RUCHOMYCH jako pierwszej ważności.
11700.00 - 12500.00	Pierwszej ważności	Pierwszej ważności ze służbami stałymi
40500.00 - 42500.00	Pierwszej ważności	MVDS (zharmonizowane pasmo CEPT)
84000.00 - 86000.00	Pierwszej ważności	

Należy zauważyć, że wykorzystanie pewnych pasm częstotliwości jest przedmiotem postanowień radiodifuzyjnych konferencji planowania częstotliwości np. Sztokholm 1961, Genewa 84, Wiesbaden 95, itd.

Przeznaczenie Pasma II odnosi się tylko do Wschodniej części Europy i jest wykorzystywane gdzie indziej dla radiofonii VHF/FM. Faktycznie, również w większości krajów Europy Wschodniej pasmo to jest obecnie wykorzystywane dla VHF/FM. Stąd jego możliwość wykorzystania dla telewizji cyfrowej nie będzie rozważana w przyszłości. Inne (nie-zharmonizowane) pasma częstotliwości są wykorzystywane lub planowane dla MVDS w niektórych krajach. (np. 2520 do 2670 MHz w Irlandii i 3600 do 3800 we Francji).

4.3 Aktualna filozofia pokrycia ziemską radiodifuzją analogową

W większości krajów w Europie, analogowe sieci radiodifuzyjne ewoluowały w kierunku maksymalizowania liczby programów otrzymywanych z przeznaczeń VHF/UHF i maksymalizowania pokrycia „krajowego”. Dokładna sytuacja zmienia się z kraju na kraj.

Większość krajów w Europie wyznaje, przynajmniej w zakresie radiodifuzji publicznej, filozofię raczej powszechnego pokrycia, tj. pokrycia przynajmniej 98% populacji niż pokrycia centrów populacji. Planowanie częstotliwości analogowych wymusza ograniczenie maksymalnej liczby programów (przy tym stopniu pokrycia) do trzech lub czterech. W pewnych krajach tylko jeden lub dwa programy są dostępne, lecz jest to bardziej związane ze sprawą zasobów krajowych niż jakichkolwiek ograniczeń planowania. Wiele krajów dąży do pokrycia większego niż 99% populacji, lecz problemy i liczba stacji przekaznikowych rośnie gwałtownie jeśli pokrycie populacji zbliża się do 100%.

Powyższy typ pokrycia jest zwykle określany jako „ogólnokrajowy”, lecz istnieje pokrewny wariant, zwany „regionalnym”. Oznacza to, że różne części kraju mogą potrzebować różnych programów.

W obu przypadkach jest możliwe zapewnienie pokrycia obszarów zaludnionych dokładnie do granic kraju lub regionu wewnątrz kraju. Nieuchronnie oznacza to, że pokrycia nakładają się w obszarach granicznych i stąd staje się konieczna ochrona dodatkowych służb przed zakłóceniami interferencyjnymi w taki sam sposób, aby istniejąca służba była chroniona. Nakłada to dodatkowe ograniczenia na planowanie w lub przy obszarach granicznych.

Dalszą koncepcją planowania są usługi „lokalne” lub „prywatne”. Są one głównie przeznaczone do pokrycia jedynie bardzo gęsto zaludnionych obszarów, bez rozważania zakłóceń, które mogą powstać w regionach między komercyjnie atrakcyjnymi gęsto zaludnionymi obszarami. Oczywiście planowanie tych lokalnych służb musi również zapewniać ciągłą ochronę krajowych i regionalnych służb we wszystkich częściach ich obszarów pokrycia. Nie jest to niezwykle, że maksymalne pokrycie w pełni rozwiniętego układu stacji lokalnych w danym kraju wynosi w regionie 70% do 80% populacji. Jednakże występują różnice między krajami i między różnymi łańcuchami programów lokalnych w danym kraju.

Ważnym efektem tych filozofii planistycznych jest to, że wymagana jest duża liczba nadajników do zapewnienia pokrycia.

4.4 Zagadnienia planowania częstotliwości związane z wprowadzeniem DVB-T

Dla ziemskich kanałów wartą podkreślenia jest rozróżnienie między możliwością wprowadzenia usług cyfrowych obok istniejących nadajników analogowych i długoterminowy

cel zamykania nadajników analogowych i posiadanie jedynie transmisji cyfrowej w widmie VHF i UHF przeznaczonym dla radiodifuzji.

Różne studia pokazały, że istnieją możliwości wprowadzenia transmisji cyfrowej w pasmach częstotliwości przeznaczonych dla ziemskiej telewizji. Stwierdzono, że występują ku temu możliwości zarówno krótkoterminowe jak i długoterminowe.

W krótkim okresie występują ograniczenia z powodu konieczności ochrony istniejących służb analogowych. Jednakże wstępne studia wskazują, że służby telewizji cyfrowej mogą być wdrożone w pewnych kanałach w istniejących lokalizacjach stacji analogowych, z pokryciem zbliżonym do służb analogowych. Jakość obrazu byłaby przynajmniej taka, jak służb analogowych lecz bez zniekształceń spowodowanych opóźnionymi obrazami.

W dłuższym terminie, gdy służby analogowe będzie można zamknąć, występują możliwości dla wielu służb cyfrowych, służb wysokiej rozdzielczości lub kombinacji obu wymienionych.

4.4.1 Rastry kanałowe

W pasmach I - III wykorzystuje się w Europie różne rastry kanałowe. W Europie Wschodniej, Francji i Irlandii rozpowszechnione są kanały 8 MHz, w innych krajach szerokość kanału jest 7 MHz. W dodatku, występują różne rastry kanałowe w krajach stosujących kanały 7 MHz (np. Włochy). Oznacza to, że w Pasmach VHF nie ma dopasowanych granic kanałów wśród krajów stosujących kanały 7 MHz i stosującymi kanały 8 MHz.

W obrębie Pasm IV i V występuje jeden raster kanałowy równy 8 MHz z górnymi i dolnymi granicami oraz nośną wizji dla każdego kanału wspólnymi we wszystkich krajach w Europie. Jedyne różnice to wykorzystanie kanałów w górnej części Pasma V oraz różnica częstotliwości między nośnymi wizji i fonii.

Częściowo z powodu złożoności nakładających się kanałów w obu Pasmach: I i III, studia dotyczące możliwości wprowadzenia cyfrowej telewizji w Europie skoncentrowano na możliwościach oferowanych w obrębie Pasm IV i V. Chociaż wynikiem jest potencjalna utrata pokrycia cyfrowego, Pasma IV i V mają cztery razy większą pojemność niż Pasma I i III.

Ponadto po Konferencji Planistycznej CEPT T-DAB (Wiesbaden 1995) górna część Pasma III, powyżej 216 MHz jest obecnie przeznaczona dla usług T-DAB w wielu krajach CEPT.

4.4.2 Możliwości pasm telewizyjnych UHF

Nie całe widmo UHF zidentyfikowane w Tabeli 1 jest obecnie dostępne dla nadawania telewizji we wszystkich krajach CEPT. Chociaż występują w wielu krajach specyficzne ograniczenia, istnieją również pewne wspólne ograniczenia.

Kanały od 35 do 37 w Paśmie V (582 do 606 MHz) wykorzystywano dla radarów lotniskowych w pewnych krajach i powodowało to ograniczenia zarówno dla nich jak i dla krajów sąsiednich. Większość tych ograniczeń obecnie przestało obowiązywać, poza ciągłym wykorzystaniem kanału 36 dla radarów lotniskowych w Wielkiej Brytanii.

Kanał 38, 606 do 614 MHz jest wykorzystywany w niektórych krajach przez Radioastronomów. Wykorzystanie to narzuca bardzo duży stopień ochrony polegający na ostrych ograniczeniach w szerokim obszarze.

W końcu, kanały powyżej 60 w Paśmie V, to jest od 790 MHz wzwyż (kanały 61-69) są przeznaczone dla innych użytkowników w wielu krajach. Niektóre z tych służb wymagają wysokiego stopnia ochrony i w rezultacie wykorzystanie tych kanałów jest powodem ostrych ograniczeń w większości krajów europejskich. W sprawozdaniu z drugiej fazy DSI zaleca się udostępnienie kanałów 61-69 dla telewizji oraz aby wszystkie nowo udostępnione kanały dla telewizji były wykorzystywane jedynie dla telewizji cyfrowej. Wykorzystanie tych kanałów może umożliwić wprowadzenie bardziej efektywnych usług telewizji cyfrowej, np. sieci SFN. Rysunkową reprezentację wykorzystania każdego kanału podano na Rysunkach 4 i 5. Wpływ przedstawionych powyżej ograniczeń można wyraźnie dostrzec.

4.4.3 Ochrona istniejących służb analogowych

Podstawowym źródłem zakłóceń w każdym europejskim kraju są zakłócenia wspólnokanałowe. W konsekwencji, głównym celem planowania jest utrzymanie pogorszenia spowodowanego zakłóceniami interferencyjnymi wspólnokanałowymi:

- nie gorszego niż 4 Stopień Pogorszenia ITU-R dla dowolnych zakłóceń ciągłych, występujących dla 50% czasu;
- nie gorszego niż 3 Stopień dla zakłóceń występujących jedynie w 1% czasu (w kilku krajach 5%).

Ostatnie wymaganie jest zwykle trudniejsze do spełnienia. Kilka problemów doświadczone przy innych mechanizmach interferencyjnych i one powodują kilka ograniczeń w planowaniu, albo przy wyborze kanałów dla danej stacji, albo znacznie ważniejsze - przy wyborze kanałów dla nakładających się obszarów pokrycia od stacji sąsiednich. Ostatni punkt jest szczególnie ważny. W Europie występuje szeroko nakładanie się obszarów pokrycia od stacji sąsiednich w większości krajów i rzeczywiście można znaleźć dowolny układ kanałów w zachodzących na siebie obszarach z wyjątkiem wspólnokanałowego.

Chociaż własności kierunkowe domowych anten odbiorczych pomagają zmniejszyć poziomy sygnałów niepożądanych, bardzo ważne jest odnotowanie, że gdzie programy z sąsiednich stacji są różne, widzowie chcieliby oglądać oba, zwykle przy użyciu odrębnych anten (lecz nie zawsze!). W przypadku, gdzie nakładające się obszarowo programy wykorzystują kanały sąsiednie, natężenie pola sygnału pożądanego może być więcej niż 20 dB poniżej sygnału niepożądanego. Ma to ważne następstwa w przypadku, gdy z danej stacji nadawczej zaproponowano dodatkowe (na przykład cyfrowe) sąsiednie kanały transmisyjne.

Występują pewne tradycyjne ograniczenia dotyczące kanałów wykorzystywanych w danej stacji. Na przykład, kanałów sąsiednich, kanałów podlegających zakłóceniom heterodiny lub kanałów lustrzanych unikano¹ w przeszłości (choć nie we wszystkich krajach). Odkąd parametry odbiorników telewizyjnych poprawiły się, ograniczenia te zniesiono.

Ostatnim ograniczeniem było stosowanie sąsiednich kanałów w danym miejscu (choć obecnie to się zdarza), częściowo spowodowane trudnościami z uzyskaniem:

- wystarczającego wytłumienia niepożądanych składowych w niższym kanale sąsiednim (główny problem przy nadajnikach z wysoce efektywnymi klistronami);
- wystarczającej izolacji między nadajnikami w celu uniknięcia problemów intermodulacji.

¹ Kanały te, których unikano są często nazywane „kanałami tabu” lub „kanałami związanymi”. Uwaga na to, że klasyfikacja „tabu” tych kanałów odnosi się jedynie do ich nie wykorzystywania w tych samych lokalizacjach transmisyjnych, lub w zachodzących na siebie obszarach pokrycia. Bardziej właściwe byłoby określanie ich jako „kanały związane”.

Jednakże wykorzystanie oddzielnych, ale bliskich lokalizacji do nadawania sąsiednich kanałów analogowych wypróbowano z sukcesem. Jedną z korzyści dla widza jest możliwość wykorzystania pojedynczej anteny odbiorczej. Wymaga to aby miejsca nadawania były wystarczająco blisko siebie po to by utrzymać różnicę natężeń pól odbieranych sygnałów w granicach kilku dB.

4.5 Przykłady obecnej sytuacji w różnych krajach

4.5.1 Wielka Brytania

Planowanie telewizji analogowej w Pasmach IV i V zapewniło cztery programy, każdy pokrywający 99.4% populacji. Zasadniczo wszystkie cztery programy nadawane są z każdej lokalizacji nadawczej. Kanały zgrupowano według wzoru N, N+3, N+6, N+10 dla pasma IV i dolnej części pasma V oraz N, N+4, N+7, N+10 dla górnej części pasma V. Grupowanie to wybrano aby uniknąć problemów odbioru kanałów sąsiednich, kanałów lustrzanych i zakłóceń heterodyny. Dodatkowo, wkrótce wprowadzona będzie piąta sieć analogowa ogólnokrajowa, bazująca głównie na wykorzystaniu kanału 37 - kanału wcześniej nie przeznaczonego dla telewizji w Wielkiej Brytanii.

Planowanie służb ziemskich cyfrowych, przy wykorzystaniu sieci MFN przeplatanej ze służbami analogowymi jest bardzo zaawansowane w 6 kanałach UHF określonych dla prawie wszystkich 51 głównych stacji i 30 lokalizacji stacji przekaźnikowych. Oczekuje się, że usługi cyfrowe będą wprowadzone pod koniec 1997 lub na początku 1998.

4.5.2 Niemcy

Pasma VHF-UHF (I, III, IV/V) są wykorzystywane przez służby telewizji analogowej. Zapewnione jest pełne pokrycie obszaru programami publicznymi, wymagającymi pracy około 290 nadajników dużej mocy i dodatkowo 8000 stacji uzupełniających. Ponadto około 200 stacji prywatnych pracuje w obszarach o dużej gęstości populacji. Kanały 61-69 są obecnie nie wykorzystywane przez telewizję. Pewna część tego widma będzie dostępna w najbliższej przyszłości dla DVB-T zależnie od decyzji rządu. Jeśli ta część widma będzie mogła stać się dostępna dla nadawców, może okazać się to dobrą okazją do startu ziemskiej telewizji cyfrowej.

4.5.3 Dania

Istnieje obecnie prawie pełny zestaw kanałów UHF jeszcze nie wykorzystanych. Zgodnie z decyzją rządu ten zestaw kanałów jest zarezerwowany dla telewizji cyfrowej. Dalsze możliwości dla telewizji cyfrowej mogą zostać znalezione powyżej kanału 60 zależnie od wyniku pracy ERO DSI Faza 2 i decyzji rządu. Przydziały powyżej kanału 60 występują w Planie Sztokholmskim.

4.5.4 Szwecja

Wprowadzenie cyfrowych usług ziemskich wydaje się być możliwe bez zmiany obecnych sieci radiodifuzyjnych PAL. Założeniem zrobionym podczas wstępnych studiów jest to, że każda z obecnych sieci powinna mieć możliwość „zrównoleglenia” w tym samym obszarze pokrycia za pomocą formatu cyfrowego. Opcja sieci jednoczesnościowej jest interesująca, szczególnie koncepcja lokalnych sieci jednoczesnościowych dla kanałów

poniżej 60 dostarczając możliwość dość ostrego określenia obszarów dla nadawców regionalnych. Kanały powyżej 60 są dostępne i mogą być wykorzystane np. dla sieci SFN.

4.5.5 Francja

Pasma I, III, IV i V (do 854 MHz) są obecnie wykorzystywane do radiodifuzji 6 sieci. Pasma III i górna część pasma V (830 - 854 MHz) są współużytkowane ze służbami ruchomymi lądowymi i nie ma obecnie możliwości zaistnienia w tych pasmach. Procenty pokrycia wynoszą 99.9% dla sieci 1, 2, 3 i około 85% dla sieci 4, 5, 6. Obecnie prowadzone są wstępne studia nad możliwościami wprowadzenia telewizji cyfrowej w paśmie UHF w kanałach sąsiednich trzech pierwszych sieci.

4.5.6 Hiszpania

Pięć ogólnokrajowych programów wykorzystuje pasma IV i V. Dodatkowo pierwszy publiczny program (TVE-1) wykorzystuje również pasma I i III. Dwie sieci publiczne osiągają odpowiednio 99% i 96% pokrycia. Trzy sieci prywatne osiągają 93% pokrycia. Chociaż wszystkie stacje telewizyjne obecnie przydzielone w pasmach I i III muszą przenieść się do pasma UHF przed rozpoczęciem roku 2000, pozostawiając je wolne dla innych służb, studia potwierdziły, że wystąpi pewna liczba wolnych i przeplatających się kanałów dostępna dla startu radiodifuzji cyfrowej, dając możliwość równoległej transmisji pięciu bieżących programów PAL z pokryciem ogólnokrajowym. Ostatnio przyjęte Prawo Lokalnych Stacji TV może spowodować kłopot w niektórych obszarach miejskich.

4.5.7 Włochy

Zajętość kanałów w pasmach VHF/UHF jest bardzo bliska nasyceniu widma. Kryteria planowania, pochodzące z Planu Sztokholmskiego wykorzystują przeplatanie kanałów ze współczynnikami ochronnymi uaktualnianymi razem z poprawianymi parametrami odbiorników nowej generacji. Nie istnieje możliwość wprowadzenia sieci jednoczęstotliwościowej (Single Frequency Network - SFN) w skali ogólnokrajowej, przynajmniej w początkowym etapie. Zamiast tego istnieje możliwość znalezienia przydziałów częstotliwości na zasadach lokalnych w obszarach miejskich.

4.5.8 Holandia

Obecnie pracują trzy ogólnokrajowe sieci telewizyjne z prawie pełnym pokryciem. Czwarta sieć dla pokrycia regionalnego prawdopodobnie wystartuje przed rokiem 1999. Kanały powyżej 60 nie są obecnie wykorzystywane do radiodifuzji. Kanały 63 do 67, niewykorzystane przydziały Sztokholm 1961, plus kilka dodatkowych, jeszcze nie przydzielonych kanałów może być wykorzystanych do wprowadzenia DVB-T.

4.6 Szczegółowe dane o liczbie łańcuchów programowych, pracujących nadajnikach i odbiornikach oraz pokrycie w licznych krajach europejskich (stan na 28.11.96)

Kod	Kraj	Program	Liczba nadajników VHF	Liczba nadajników UHF	Procent pokrytej populacji	Liczba odbiorników domowych (miliony)
ALB	Albania	ATV	263	4		
AUT	Austria	ORF1	233	345	95.7	2.630
		ORF2	64	532	94.5	
BEL	Belgia	BRTN 1	3	2	99.8	3.350
		BRTN 2	0	4	99.8	
		RTBF 1	10	4	98.0	
		RTBF 2	0	7	95.0	
		Canal Plus	0	4	95.0	
		Arte	0	1	2.0	
		Guest Forces	0	3	8.0	
		TELE Brussels	0	1	8.0	
BIH	Bośnia i Hercegowina	BHTV-1	133	24		0.390
		BHTV-2		150		
		BHTV-3		1		
BUL	Bułgaria	Bal. Tele1	14			3.127
		Bal. Tele2		268		
		Russian TV				
		TV5 Europe				
CVA	Watykan					
CYP	Cypr	CBC				0.234
		BFBS(SSVC)				
CYP	Cypr (Północny)	Bay R & TV Corp.				0.075
CZE	Czechy	CTV1				
		CTV2				
		NOVA				
D	Niemcy	ARD-1	1424	1363	99.3	31.510
		ZDF	3	2895	99.1	
		ARD-3	6	3082	98.7	
		Private	8	243		
		Guest Forces	1	175		
DNK	Dania	DR TV	31	5	99.9	2.100
		TV 2	0	35	99.8	
		Private Local	0	16	52.0	
E	Hiszpania	TVE-1	573	1670	99.0	11.200
		TVE-2	0	1670	97.6	
		Regional	0	1617	97.4	
		Tele-5	0	1263	93.0	
		Antenna 3TV	0	1263	93.0	
		Canal+	0	1263	93.0	
EST	Estonia	ETV	11	0	99.0	1.300
		EVTV + RTV	4	10	78.0	
		K2 + K6	6	3	78.0	
F	Francja	TF1	0	3396	99.9	20.900

Kod	Kraj	Program	Liczba nadajników VHF	Liczba nadajników UHF	Procent pokrytej populacji	Liczba odbiorników domowych (miliony)
		FR2	0	3531	99.9	
		FR3	0	3579	99.9	
		Canal Plus	204	31	87.2	
		ARTE + La Cinq	0	586	85.0	
		M6	0	930	85.0	
FIN	Finlandia	YLE 1	58	136	99.5	1.900
		YLE 2	28	166	99.5	
		MTV 3	12	182	99.0	
		SVT-4	0	10	32.0	
G	Wielka Brytania	BBC-1	0	1048	99.4	20.330
		BBC-2	0	1044	99.4	
		ITV	0	1004	99.4	
		Ch4/S4C	0	1002	99.4	
GIB	Gibraltar	GBC TV				0.007
GRC	Grecja	ET 1	354	454	98.5	2.300
		ET 2	4	422	96.2	
		ET 3	0	108	70.2	
HNG	Węgry	MTV1	7	11	97	4.261
		MTV2	1	12	92	
HOL	Holandia	Ned-1	4	10	99.0	6.400
		Ned-2	0	15	99.0	
		Ned-3	0	15	99.0	
HRV	Chorwacja	HTV1				0.750
		HTV2				
		HTV3				
I	Włochy	RAI-1	1677	0	99.3	15.220
		RAI-2	0	1637	99.0	
		RAI-3	0	1578	95.1	
IRL	Irlandia	RTE-1	19	80	99.0	0.940
		Network 2	19	80	99.0	
		TnaG	0	55	90.0	
ISL	Islandia	INT				0.076
LIE	Liechtenstein					
LTU	Litwa	LTV-1	13	3	96.0	1.700
		LTV-2	8	6	96.0	
		LTV-3	5	10	85.0	
		Local	5	3	30.0	
LUX	Luxemburg	RTL Television 1	1	0	99.9	0.200
		RTL 9	0	1	99.9	
		RTL Hei Elei	0	1	99.9	
		Club RTL	0	1	99.9	
		RTL 5	0	1	10.0	
LVA	Łotwa	L 1	7	5	98.0	1.400
		L 2	8	5	98.0	
		L 3	7	6	85.0	
		Local	30	7	63.0	
MCO	Monako	TMC-France	1	2	99.8	0.020
		TMC-Italie	0	2	99.0	
MDA	Mołdawia	TV Moldova				

Kod	Kraj	Program	Liczba nadajników VHF	Liczba nadajników UHF	Procent pokrytej populacji	Liczba odbiorników domowych (miliony)
MKD	Dawna Jugosławia	JRT				1.642
		Montenegro				
		Serbia/Beograd				
		Serbia/Pristina				
		Serbia/Novi Sad				
		TV Art				
		TV Palma				
MLT	Malta	Xandir TV				0.133
NOR	Norwegia	NRK	2197	318	99.8	1.500
		TV 2	2	417	88.0	
		Private Local	0	41	37.0	
POL	Polska	TVP 1	79	93	99.0	10.000
		TVP 2	9	151	87.0	
		Regional	3	8		
		POLSAT	2	48	50.0	
		Private	4	38		
POR	Portugalia	RTP-1	52	76	98.26	3.000
		RTP-2	4	113	88.35	
		SIC	1	79	87.08	
		TVI	0	26	?	
		RTP-Acores	17	11	96.05	
		RTP-Madera	11	9	99.05	
ROU	Rumunia	RTVR1				4.000
		RTVR2				
		Antena Indep.				
RUS	Rosja	OK-1				
		OK-4				
		VGTRK				
		RTV				
		TV-P				
S	Szwecja	SVT-1	233	292	99.8	3.330
		SVT-2	55	614	99.8	
		YLE/S	0	3	20.0	
		TV-4	0	77	98.0	
SMR	San Marino	RTV				
SUI	Szwajcaria	DRS			99.8	2.560
		TSR	261	1089	97.0	
		TSI			97.0	
		TV-4			97.0	
SVK	Słowacja	ST1				
		ST2				
SVN	Słowenia	TV Slovenija				
		TV Slovenija				
		TV Koper				
TUR	Turcja					
UKR	Ukraina	UT-1				
		UT-2				
		OK-1				
AND	Andora	Brak	dostępnych	informacji		

4.7 Położenie kanałów; pracujące systemy TV

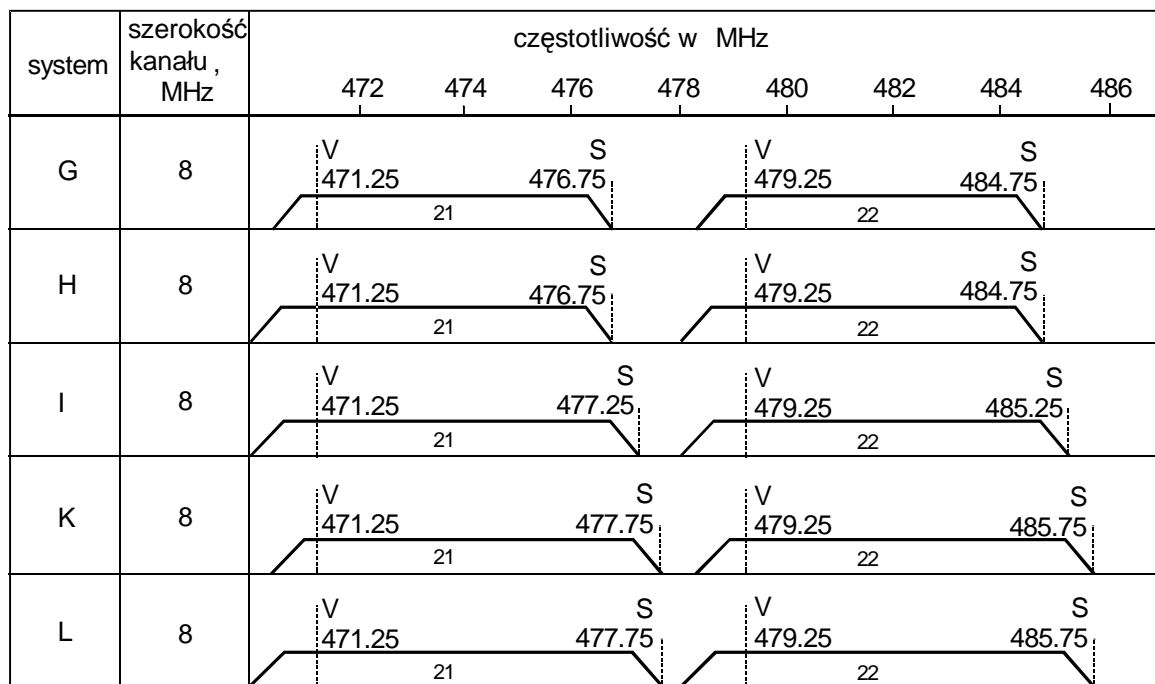
system	szerokość kanału MHz	częstotliwość w MHz							
		40	45	50	55	60	65		
B	7			V 48.25	S 53.75	V 55.25	S 60.75	V 62.25	S 67.75
B (Italy)	7				V 53.75	S 59.25		V 62.25	S 67.75
B (Austria/Morocco)	7			V 49.75	S 55.25				
D	8			V 49.75	S 56.25	V 59.25	S 65.75		
I	8		V 45.75	S 51.75	V 53.75	S 59.75	V 61.75	S 67.75	
L	8				S 54.00	V 60.50			

Rysunek 2. Położenie kanałów w paśmie telewizyjnym I

system	channel width, MHz	frequency in MHz																
		170	180	190	200	210	220											
B	7		V 175.25	S 180.75	V 182.25	S 187.75	V 189.25	S 194.75	V 196.25	S 201.75	V 203.25	S 208.75	V 210.25	S 215.75	V 217.25	S 222.75	V 224.25	S 229.75
B (Italy)	7		V 175.25	S 180.75	V 183.75	S 189.25	V 192.25	S 197.75	V 201.25	S 206.75	V 210.25	S 215.75	V 217.25	S 222.75	V 224.25	S 229.75		
B (Morocco)	7	V 163.25	S 168.75	V 171.25	S 176.75	V 179.25	S 184.75	V 187.25	S 192.75	V 195.25	S 200.75	V 203.25	S 208.75	V 211.25	S 216.75	V 219.25	S 224.75	
D	8		V 175.25	S 181.75	V 183.25	S 189.75	V 191.25	S 197.75	V 199.25	S 205.75	V 207.25	S 213.75	V 215.25	S 221.75	V 223.25	S 229.75		
I	8		V 175.25	S 181.25	V 183.25	S 189.25	V 191.25	S 197.25	V 199.25	S 205.25	V 207.25	S 213.25	V 215.25	S 221.25	V 223.25	S 229.25		
L	8		V 176.00	S 182.5	V 184.00	S 190.5	V 192.00	S 198.5	V 200.00	S 206.5	V 208.00	S 214.5	V 216.00	S 222.5				

channel width - szerokość kanału; frequency in MHz - częstotliwość w MHz

Rysunek 3. Położenie kanałów w paśmie telewizyjnym III



Rysunek 3. Położenie kanałów w pasmach telewizyjnych IV i V

TABELA 2

Systemy telewizyjne stosowane w Europie

System	Liczba linii	Szerokość kanału MHz	Szerokość pasm wizji	Odległość nośnych wizji i fonii	Pasma wstęgi wytłumionej MHz	Modulacja wizji	Modulacja 1-szej fonii	Modulacja 2-giej fonii	Podnośna 2-giej fonii MHz
B	625	7	5	+5.5	0.75	C3F Negative	F3E (FM)	A2/NICAM	5.74/5.85
D	625	8	6	+6.5	0.75	C3F Negative	F3E (FM)	[NICAM]	[5.85]
G	625	8	5	+5.5	0.75	C3F Negative	F3E (FM)	A2/NICAM	5.74/5.85
H	625	8	5	+5.5	1.25	C3F Negative	F3E (FM)	NICAM	5.85
I	525	8	5.5	+5.996	1.25	C3F Negative	F3E (FM)	NICAM	6.55
K	625	8	6	6.5	0.75	C3F Negative	F3E (FM)	[NICAM]	[5.85]
L	625	8	6	6.5	1.25	C3F Positive	A3E (AM)	NICAM	5.85

4.8 Częstotliwości kanałów telewizyjnych w Europie

Tabela 3. System B VHF

Kanał	Granice kanałów MHz		Nośna wizji MHz	Nośna fonii MHz	Nośna dźwięku A2	Nośna NICAM MHz
2	47	54	48.25	53.75	53.99	54.1
2*	48.25	55.5	49.75	55.25	-	-
3	54	61	55.25	60.75	60.99	61.1
4	61	68	62.25	67.75	67.99	68.1
5	174	181	175.25	180.75	180.99	181.1
6	181	188	182.25	187.75	187.99	188.1
7	188	195	189.25	194.75	194.99	195.1
8	195	202	196.25	201.75	201.99	202.1
9	202	209	203.25	208.75	208.99	209.1
10	209	216	210.25	215.75	215.99	216.1
11	216	223	217.25	222.75	222.99	223.1
12	223	230	224.25	229.75	229.99	230.1

TABELA 4. System B VHF (włoski)

Kanał	Granice kanałów MHz		Nośna wizji MHz	Nośna fonii MHz	Nośna dźwięku A2
A	52.50	59.50	53.75	59.25	59.49
B	61.00	68.00	62.25	67.75	67.99
C	81.00	88.00	82.25	87.75	87.99
D	174.00	181.00	175.25	180.75	180.99
E	182.50	189.50	183.75	189.25	188.49
F	191.00	198.00	192.25	197.75	197.99
G	200.00	207.00	201.25	206.75	206.99
H	209.00	216.00	210.25	215.75	215.99
H1	216.00	223.00	217.25	222.75	222.99
H2	223.00	230.00	224.25	229.75	229.99

TABELA 5. System B VHF (Maroko)

Kanał	Granice kanałów MHz		Nośna wizji MHz	Nośna fonii MHz
M4	162	169	163.25	168.75
M5	170	177	171.25	176.75
M6	178	185	179.25	184.75
M7	186	193	187.25	192.75
M8	194	201	195.25	200.75
M9	202	209	203.25	208.75
M10	210	217	211.25	216.75
M11	218	225	219.25	224.75

TABELA 6. System D VHF

Kanał	Granice kanałów MHz		Nośna wizji MHz	Nośna fonii MHz	Nośna NICAM MHz
R1	48.5	56.5	49.75	56.25	55.60
R2	58	66	59.25	65.75	65.10
R3	76	84	77.25	83.75	83.10
R4	84	92	85.25	91.75	91.10
R5	92	100	93.25	99.75	99.10
R6	174	182	175.25	181.75	181.10
R7	182	190	183.25	189.75	189.10
R8	190	198	191.25	197.75	197.10
R9	198	206	199.25	205.75	205.10
R10	206	214	207.25	213.75	213.10
R11	214	222	215.25	221.75	221.10
R12	222	230	223.25	229.75	229.10

TABELA 7. System I VHF

Kanał	Granice kanałów MHz		Nośna wizji MHz	Nośna fonii MHz	Nośna NICAM MHz
IA	44.50	52.50	45.75	51.75	52.30
IB	52.50	60.50	53.75	59.75	60.30
IC	60.50	68.50	61.75	67.75	68.30
ID	174	182	175.25	181.25	181.80
IE	182	190	183.25	189.25	189.80
IF	190	198	191.25	197.25	197.80
IG	198	206	199.25	205.25	205.80
IH	206	214	207.25	213.25	213.80
IJ	214	222	215.25	221.25	221.80
IK	222	230	223.25	229.25	229.80

TABELA 8. System L VHF

Kanał	Granice kanałów MHz		Nośna wizji MHz	Nośna fonii MHz
L2	49.00	57.00	55.75	49.25
L3	53.75	61.75	60.50	54.00
L4	57.00	63.75	63.75	57.25
L5	174.25	182.75	176.00	182.50
L6	182.75	190.75	184.00	190.50
L7	190.75	198.75	192.00	198.50
L8	198.75	206.75	200.00	206.50
L9	206.75	214.75	208.00	214.50
L10	214.75	222.75	216.00	222.50

TABELA 9. Systemy G, H, I, K, L, UHF

Kanał	Granice kanałów MHz		Nośna wizji MHz	Nośna fonii systemu G, H MHz	Nośna dźwięku A2, system G MHz	Nośna NICAM systemu G, H, L, MHz	Nośna fonii systemu I MHz	Nośna fonii systemu K, L MHz	Nośna NICAM systemu I MHz
21	470	478	471.25	476.75	476.99	477.1	477.25	477.75	477.8
22	478	486	479.25	484.75	484.99	485.1	485.25	485.75	485.8
23	486	494	487.25	492.75	492.99	493.1	493.25	493.75	493.8
24	494	502	495.25	500.75	500.99	501.1	501.25	501.75	501.8
25	502	510	503.25	508.75	508.99	509.1	509.25	509.75	509.8
26	510	518	511.25	516.75	516.99	517.1	517.25	517.75	517.8
27	518	526	519.25	524.75	524.99	525.1	525.25	525.75	525.8
28	526	534	527.25	532.75	532.99	533.1	533.25	533.75	533.8
29	534	542	535.25	540.75	540.99	541.1	541.25	541.75	541.8
30	542	550	543.25	548.75	548.99	549.1	549.25	549.75	549.8
31	550	558	551.25	556.75	556.99	557.1	557.25	557.75	557.8
32	558	566	559.25	564.75	564.99	565.1	565.25	565.75	565.8
33	566	574	567.25	572.75	572.99	573.1	573.25	573.75	573.8
34	574	582	575.25	580.75	580.99	581.1	581.25	581.75	581.8
35	582	590	583.25	588.75	588.99	589.1	589.25	589.75	589.8
36	590	598	591.25	596.75	596.99	597.1	597.25	597.75	597.8
37	598	606	599.25	604.75	604.99	605.1	605.25	605.75	605.8
38	606	614	607.25	612.75	612.99	613.1	613.25	613.75	613.8
39	614	622	615.25	620.75	620.99	621.1	621.25	621.75	621.8
40	622	630	623.25	628.75	628.99	629.1	629.25	629.75	629.8
41	630	638	631.25	636.75	636.99	637.1	637.25	637.75	637.8
42	638	646	639.25	644.75	644.99	645.1	645.25	645.75	645.8
43	646	654	647.25	652.75	652.99	653.1	653.25	653.75	653.8
44	654	662	655.25	660.75	660.99	661.1	661.25	661.75	661.8
45	662	670	663.25	668.75	668.99	669.1	669.25	669.75	669.8
46	670	678	671.25	676.75	676.99	677.1	677.25	677.75	677.8
47	678	686	679.25	684.75	684.99	685.1	685.25	685.75	685.8
48	686	694	687.25	692.75	692.99	693.1	693.25	693.75	693.8
49	694	702	695.25	700.75	700.99	701.1	701.25	701.75	701.8
50	702	710	703.25	708.75	708.99	709.1	709.25	709.75	709.8
51	710	718	711.25	716.75	716.99	717.1	717.25	717.75	717.8
52	718	726	719.25	724.75	724.99	725.1	725.25	725.75	725.8
53	726	734	727.25	732.75	732.99	733.1	733.25	733.75	733.8
54	734	742	735.25	740.75	740.99	741.1	741.25	741.75	741.8
55	742	750	743.25	748.75	748.99	749.1	749.25	749.75	749.8
56	750	758	751.25	756.75	756.99	757.1	757.25	757.75	757.8
57	758	766	759.25	764.75	764.99	765.1	765.25	765.75	765.8
58	766	774	767.25	772.75	772.99	773.1	773.25	773.75	773.8
59	774	782	775.25	780.75	780.99	781.1	781.25	781.75	781.8
60	782	790	783.25	788.75	788.99	789.1	789.25	789.75	789.8
61	790	798	791.25	796.75	796.99	797.1	797.25	797.75	797.8
62	798	806	799.25	804.75	804.99	805.1	805.25	805.75	805.8
63	806	814	807.25	812.75	812.99	813.1	813.25	813.75	813.8
64	814	822	815.25	820.75	820.99	821.1	821.25	821.75	821.8
65	822	830	823.25	828.75	828.99	829.1	829.25	829.75	829.8
66	830	838	831.25	836.75	836.99	837.1	837.25	837.75	837.8
67	838	846	839.25	844.75	844.99	845.1	845.25	845.75	845.8
68	846	854	847.25	852.75	852.99	853.1	853.25	853.75	853.8
69	854	862	855.25	860.75	860.99	861.1	861.25	861.75	861.8

4.9 Szczegółowa dostępność widma w wyszczególnionych krajach w Europie i w okolicach (stan na 28-11-96)

TABELA 10

Szczegółowa dostępność widma w niektórych krajach w Europie i w okolicach (stan na 28-11-96)

Kod	Kraj	Pasma I 47 - 68 MHz		Pasma II 76 - 100 MHz		Pasma III 174 - 230 MHz		Pasma IV-V 470 - 862 MHz		System VHF	System UHF
		Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi		
ALB	Albania									SECAM D	SECAM K
AUT	Austria	2-4	Dzielone z ruchomymi lądowymi		Niedostępne	5-12	Kanał 12 przewidziany dla T-DAB	21-60	TV i również wykorzystywany dla SAB/SAP	PAL B	PAL G
								61-69	Dostępność zależna od krajów sąsiednich		
BEL	Belgia	2-4	Kanał 2 (47-54 MHz) niedostępny - zarezerwowany dla służb lądowych ruchomych		Niedostępne	5-12	Kanały 11 i 12 (216 - 230 MHz) niedostępne - zarezerwowane dla T-DAB	21-60	Kanał 38 niedostępny - radioastronomia	PAL B	PAL G/H
								61-69	Kanał 68 i 69: niedostępne - służba ruchoma lądowa pierwszej ważności		
BIH	Bośnia i Hercegowina									PAL B	PAL G
BUL	Bułgaria									SECAM D	SECAM K
CVA	Watykan									PAL B	PAL G
CYP	Cypr				87.5 - 100 MHz wykorzystywane przez radiofonię FM - pierwszej ważności	R6	Wykorzystywany jedynie kanał 6	21-69	Wszystkie kanały wykorzystywane przez TV	PAL B	PAL G
CZE	Czechy	R1-R2		R3-R5	87.5 - 100 MHz: również wykorzystywane przez radiofonię FM - pierwszej ważności	R6-R12		21-65	Kanał 54: niedostępny - inne służby (bez ograniczeń czasowych). Kanał 55: jedynie TV małej mocy (bez ograniczeń czasowych). Kanały 61, 62, 63: dostępne dla TV po 2000	SECAM D	PAL K
								66-69	Niedostępne - inne służby		

Kod	Kraj	Pasma I 47 - 68 MHz		Pasma II 76 - 100 MHz		Pasma III 174 - 230 MHz		Pasma IV-V 470 - 862 MHz		System VHF	System UHF
		Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi		
D	Niemcy	2-4	Dzielone z ruchomymi lądowymi; niedostępne dla DVB-T		Niedostępne	5-11	Dostępne dla TV analogowej i T-DAB	21-60	Kanał 38: ograniczenia z powodu radioastronomii.	PAL B	PAL G
						12	T-DAB	61-69	Niedostępne dla TV: służby stałe pierwszej ważności. Trzy kanały będą dostępne dla służb radiodifuzyjnych (zwłaszcza DVB-T) po 1998		
DNK	Dania	2-4	Kanał 2 (47 - 54 MHz): niedostępny. Kanały 3 i 4 dzielone z ruchomymi lądowymi		Niedostępne	5-11	223 - 225 MHz: niedostępne: służby ruchome lądowe pierwszej ważności Kanał 11 i 225-230 MHz zarezerwowany dla T-DAB	21-60 61-69	TV Kanały 61 - 69: służba ruchoma pierwszej ważności lecz niewiele wykorzystywana. Przewidywane sieci SFN	PAL B	PAL G
E	Hiszpania	2-4	Radiodifuzja zakończona będzie 1 stycznia 2000		Niedostępne	5-10	TV	21-65	TV	PAL B	PAL G
						11	T-DAB	66-69	Zarezerwowane dla DVB-T		
						12	Niedostępny, służby ruchome lądowe pierwszej ważności				
EST	Estonia	R1-R2	Współdzielone ze służbą ruchomą lądową i radiometrami	R3-R5	76-87.5 MHz: służby ruchome i stałe pierwszej ważności 87.5 - 100 MHz radiofonia FM - pierwszej ważności Kanały R3-R5: wszystkie istniejące stacje TV skończą pracę tak szybko jak to jest możliwe i nie później niż w roku 2005	R6-R12		22-69	TV z wyjątkiem: Kanał 21 niedostępny - tylko mikrofony bezprzewodowe Kanał 54 (738-742 MHz): dzielony ze służbą radionawigacji lotniczej Kanały 61-69: zasadniczo zarezerwowane dla telewizji cyfrowej Kanały 62 - 69 (800 - 862 MHz) dzielone ze służbą radionawigacji lotniczej (obecnie) Kanał 69: tylko mikrofony bezprzewodowe (obecnie)	SECAM D	SECAM K PAL K

Kod	Kraj	Pasma I 47 - 68 MHz		Pasma II 76 - 100 MHz		Pasma III 174 - 230 MHz		Pasma IV-V 470 - 862 MHz		System VHF	System UHF
		Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi		
F	Francja	L2-L4	Pasma wykorzystywane jako drugiej ważności przez łącza stałe i ruchome dla radiodifuzji i przez radioamatorów (50.2 - 51.2 MHz). Żądane na potrzeby radarów (ok. 50 MHz)		Niedostępne	L5 - L10	174-223 MHz: dzielone na zasadach geograficznych z radiotelefonią, dzielenie jest uwydatnione na osi Lille-Paryż-Lyon-Marsylia-Nicea. 223-230 MHz: niedostępne dla radiodifuzji 223-225 MHz: urządzenia zdalnej kontroli 225-230 MHz: służba ruchoma lądowa.	21-65 66-69	TV z wyjątkiem: Kanał 36: ograniczenia z powodu służb lotniczych Wielkiej Brytanii Kanał 38: ograniczenia z powodu radioastronomii w Wielkiej Brytanii, Holandii i Niemczech Kanały 61-65: ograniczenia z powodu służby ruchomej w Niemczech. Niedostępne: służba ruchoma, brak nowych przydziałów dla radiodifuzji.	SECAM L	SECAM L
FIN	Finlandia	2-4	Kanał 2 (47 - 54 MHz): nie wykorzystywany (50.0 - 50.5 MHz służba radioamatorska)		Niedostępne	5-11	Kanał 12 (223-230 MHz): jeden główny nadajnik TV w użyciu.	21-60 61-69	TV poza: Kanał 21 (470 - 478 MHz): nie wykorzystywany, służba ruchoma Kanał 23 (486 - 494 MHz): dzielony ze służbą ruchomą Niedostępne: służba ruchoma	PAL B	PAL G
G	Wielka Brytania *	IA-IC	Niedostępne		Niedostępne	ID-IK	Niedostępne 217-230 MHz zarezerwowane dla T-DAB	21-68 69	TV oraz również SAB z wyjątkiem: Kanał 36: niedostępny, służba lotnicza Kanał 38: niedostępny, radioastronomia Niedostępny, wykorzystywany przez wojsko		PAL I
GRC	Grecja									SECAM B	SECAM G

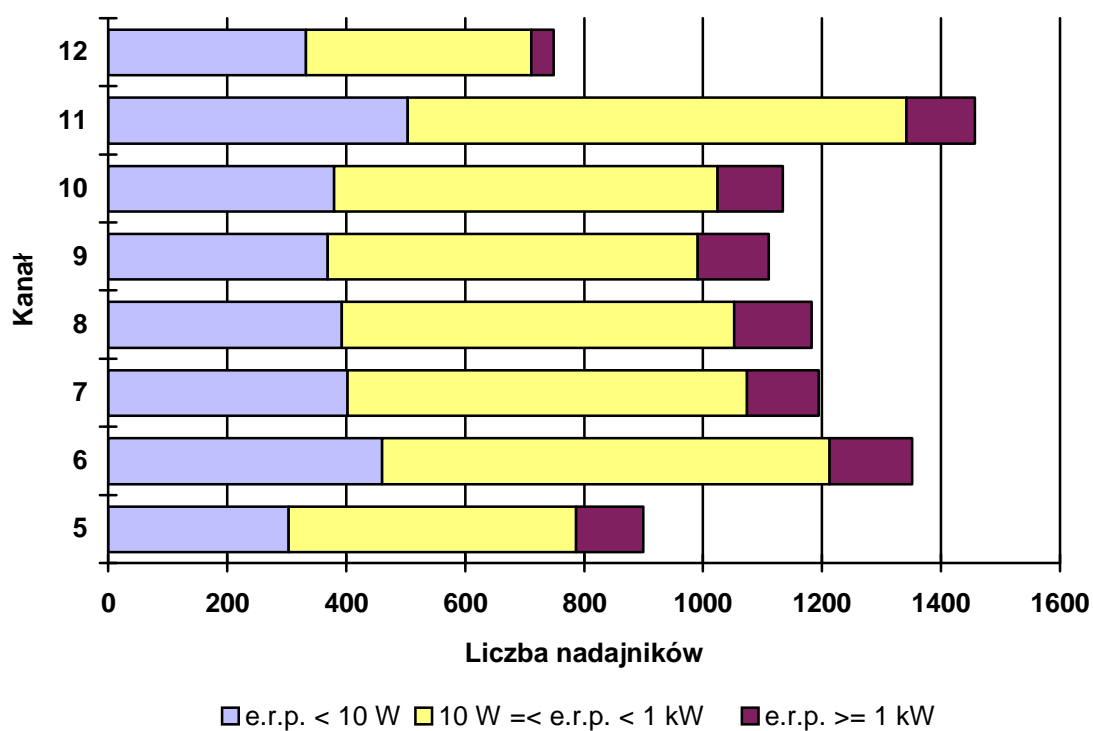
* Uwaga: GIB (Gibraltar) wykorzystuje system PAL B w paśmie VHF i system PAL G w UHF

Kod	Kraj	Pasma I 47 - 68 MHz		Pasma II 76 - 100 MHz		Pasma III 174 - 230 MHz		Pasma IV-V 470 - 862 MHz		System VHF	System UHF
		Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi		
HNG	Węgry	R1-R2	Telewizja	R3-R5	Niedostępne	R6-R11 R12	TV TV do 2002. Po 2002 T-DAB	21-69	TV z wyjątkiem: Kanały 44, 45, 46, 52, 54 i 55 niedostępne, radionawigacja lotnicza (obecnie). Kanały 57 i 60: z ograniczeniami Kanały 62, 63, 65 i 66 niedostępne do roku 2000 Kanały 61, 64, 67, 68 i 69: jedynie TV małej mocy	PAL D	PAL K
HOL	Holandia	2-3 4	47 - 61 MHz: niedostępne, przeznaczenie krajowe dla służb stałych i ruchomych, brak istniejących nadajników TV w tych kanałach TV		Niedostępne	5-7 11-12	174-223 MHz: przeznaczone dla radiodyfuzji i służb ruchomych lądowe włączając SAB T-DAB	21-60 63-66 67 61,62, 68, 69	TV z wyjątkiem: kanały 21-37 również przeznaczone dla ruchomych lądowych i wykorzystywane przez SAB. Kanał 38: niedostępny, radioastronomia TV Radiodyfuzja oraz stałe i ruchome Niedostępne: wykorzystywane przez służby stałe na zasadzie pierwszej ważności	PAL B	PAL G
HRV	Chorwacja	2-4			Niedostępne	5-12		21-69		PAL B	PAL G
I	Włochy	A-C			Niedostępne	D-H2		21-69	TV z wyjątkiem: Kanał 38: niedostępny, radioastronomia	PAL B	PAL G
IRL	Irlandia	B, C	Radiodyfuzja jest likwidowana		Niedostępne	ID-IK	174-222 MHz przeznaczone dla radiodyfuzji TV analogowej 222-230 MHz przeznaczone dla T-DAB	21-69	TV z wyjątkiem: Kanał 36 i 38: niedostępne,	PAL I	PAL I
ISL	Islandia									PAL B	PAL G
LIE	Lichten- stein	2-4	TV		Niedostępne- 87.5 - 108 MHz wykorzystywane dla radiofonii FM	5-11 12	TV Zarezerwowany dla T-DAB	21-69	TV	PAL B	PAL G

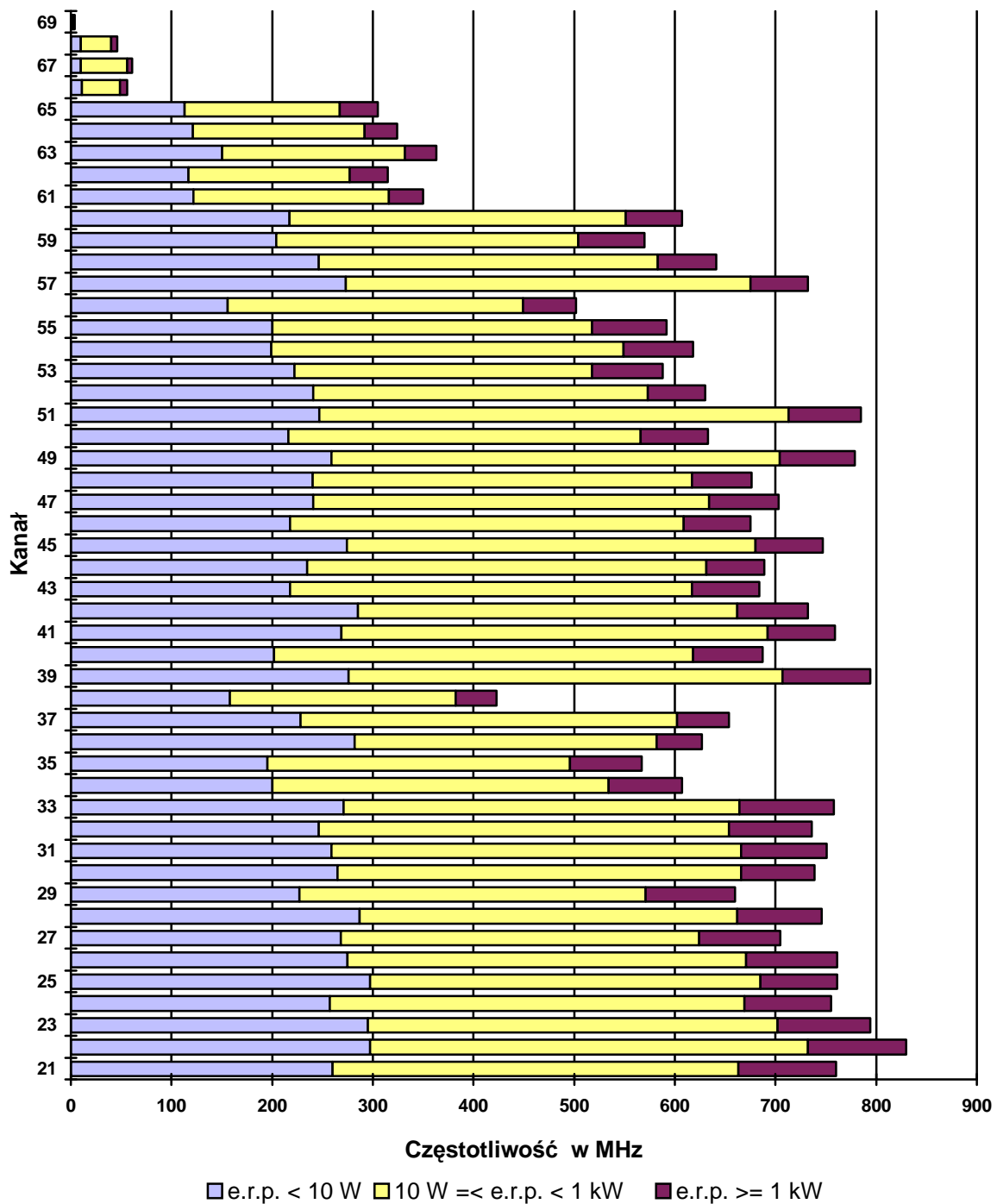
Kod	Kraj	Pasma I 47 - 68 MHz		Pasma II 76 - 100 MHz		Pasma III 174 - 230 MHz		Pasma IV-V 470 - 862 MHz		System VHF	System UHF
		Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi		
LTU	Litwa	R1-R2		R3-R5	R4 i R5 (87.5 - 100 MHz): będzie wykorzystywany dla radiofonii FM w bliskiej przyszłości	R6- R12		21-69	TV	SECAM D	SECAM K
LUX	Luksemburg	2-4				5-11		21-69	TV	PAL B	PAL G SECAM L
LVA	Łotwa	R1-R2		R3-R5	Niedostępne	R6- R12		21-60 61-69	TV Kanały 61-69 nie wykorzystywane obecnie	SECAM D	SECAM K
MCO	Monako	L2-L4 i 2-4			Niedostępne	L5-L10	Dzielone ze służbą ruchomą lądową	21-60 61-69	TV Kanały 66-69: ograniczenia z powodu służb ruchomych lądowych we Francji	SECAM L	PAL G SECAM L
MDA	Mołdawia									SECAM D	SECAM K
MKD	Dawna Jugosłowiańska Republika Macedonii									PAL B	PAL G
MLT	Malta									PAL B	
NOR	Norwegia	2-4			Niedostępne	5-12	223-230 MHz dostępne dla T-DAB od 1997	21-60 61-69	TV z wyjątkiem: Kanał 21 niedostępny: przeznaczony dla SAB. Niedostępne: przeznaczone dla służb stałych	PAL B	PAL G
POL	Polska	R1-R2	Służba ruchoma i amatorska	R3-R5	Radiofonia FM	R6-R12	Telewizja	21-60 61-69	TV z wyjątkiem: Kanały 44, 45, 46, 53, 54 i 55 niedostępne, radionawigacja lotnicza (obecnie). Kanał 38 - ograniczenia ze względu na radioastronomię Niedostępne: służba ruchoma pierwszej ważności	PAL D	PAL K
POR	Portugalia	2-4			Niedostępne	5-11	Niedostępne. Kanały 11-12 mogą stać się dostępne dla T-DAB	21-60 61-64 65-69	TV Mogą zostać udostępnione dla DVB-T Niedostępne.	PAL B	PAL G

ROU	Rumunia	R1-R2		3-5	87.5 - 100 MHz wykorzystywane także dla radiofonii FM	6-12	Kanał 12 może stać się dostępne dla T-DAB	21-59 60-69	TV Kanały 60-69 niedostępne	PAL B	PAL G
Kod	Kraj	Pasmo I 47 - 68 MHz		Pasmo II 76 - 100 MHz		Pasmo III 174 - 230 MHz		Pasmo IV-V 470 - 862 MHz		System VHF	System UHF
		Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi	Kanały	Uwagi		
RUS	Rosja	R1-R2	TV w następujących pasmach: 48.5 - 56.5 MHz 58.0 - 66.0 MHz	R3-R5	Wykorzystywane przez TV	R6- R12	Wykorzystywane przez TV	21-60 61-69	470-790 MHz TV z ograniczeniami stosowania Radionawigacja lotnicza. Ruchoma lądowa (w pewnych pasmach częstotliwości)	SECAM D	SECAM K
S	Szwecja	2-4			Niedostępne	5-11	Kanał 12 (223 - 230 MHz) niedostępny, zarezerwowany dla T-DAB.	21-69	TV	PAL B	PAL G
SMR	San Marino									PAL B	PAL G
SUI	Szwajcaria	2-4	TV		Niedostępne 87.5 - 108 MHz wykorzystywane dla radiofonii FM	5-11 12	TV Zarezerwowany dla T-DAB	21-69	TV	PAL B	PAL G
SVK	Słowacja	R1-R2		R3-R5	87.5 - 100 MHz: wykorzystywane także dla radiofonii FM	R6-R12		21-66 67-69	TV z wyjątkiem: Kanał 54 niedostępny: obecnie inne służby Kanał 55 TV małej mocy (obecnie) Kanały 61-63 dostępne dla TV po 1998 Niedostępne, inne służby	PAL B	PAL G
SVN	Słowenia	2-4	TV		Niedostępne 87.5 - 108 MHz wykorzystywane dla radiofonii FM	5-11 12	TV Zarezerwowany dla T-DAB	21-69	TV	PAL B	PAL G
TUR	Turcja	2-4	Przeznaczone dla służb ruchomych lądowych. Niedostępne dla DVB		87.5 - 100 MHz: wykorzystywane dla radiofonii FM pierwszej ważności	5-11 12	174-223 przeznaczone dla analogowej TV 223-230 MHz przeznaczone dla T-DAB	21-69	Kanały UHF 61-69 dostępne dla DVB-T po 1999	PAL B	PAL G
UKR	Ukraina									SECAM D	SECAM K

4.11 Wykorzystanie kanałów w Europie



Rysunek 4: Liczba wykorzystywanych nadajników na kanał w paśmie III VHF (kanały 5 - 12)



Rysunek 5: Liczba wykorzystywanych nadajników na kanał w paśmie UHF (kanały 21 - 69)

5. Scenariusze wdrażania DVB-T

5.1 Wprowadzenie

Ostatnie lata pokazały gwałtowny rozwój technologii ziemskiej radiodifuzji cyfrowej. Jest obecnie możliwe, że ziemska telewizja cyfrowa stanie się realna w pewnych częściach Europy. Stąd jest bardzo ważnym naszkicowanie krajowej i międzynarodowej strategii wprowadzania tej służby.

Wprowadzenie można oceniać z krótkoterminowego lub długoterminowego punktu widzenia. Warunki obiektywne, ograniczenia i możliwości różnią się w obu przypadkach, prowadząc do kilku możliwych scenariuszy wdrożenia, jednych w zgodzie z obiektywnymi warunkami krótkoterminowymi a inne lepiej pasujące do warunków długoterminowych. Dodatkowo należy określić adekwatne metody przejścia od scenariuszy krótkoterminowych do długoterminowych. Te trzy scenariusze, krótkoterminowy, fazy przejściowej i długoterminowy przedstawiono poniżej.

Wykorzystanie widma różni się w rozmaitych krajach. Mimo tych wszystkich różnic, wydaje się, że istnieją pewne wspólne wątki sposobów, w jaki ziemska telewizję cyfrową można wprowadzać, rozwijać i jakie może być jej długoterminowe wykorzystanie. Jednakże uznaje się, że rozważania sytuacji długoterminowej są raczej spekulacyjne gdyż obejmują zbyt wiele zmiennych. Ten rozdział próbuje przedstawić raczej ogólny zarys niż skoncentrowanie na szczegółach w konkretnych krajach. W tym opisie wyróżniono scenariusze krótko i średnioterminowe (oznaczone jako S1, S2, oraz scenariusze długoterminowe (oznaczone jako L1 i L2).

5.2 Scenariusze wdrażania.

5.2.1 Scenariusze krótkoterminowe

Scenariusze krótkoterminowe dotyczą wprowadzania DVB-T na przestrzeni najbliższych kilku lat. W tej fazie, telewizja cyfrowa będzie ulokowana w pasmach częstotliwości, które są już szeroko wykorzystywane przez istniejącą radiodifuzję analogową. Stąd, aby dopasować się do bieżącego widma analogowego, nowa służba musi sprostać następującym głównym ograniczeniom:

- musi zaadaptować istniejącą strukturę kanałów, oraz
- chronić istniejące służby analogowe.

Dodatkowo, konieczne jest osiągnięcie maksymalnie osiągalnego zasięgu dla służby cyfrowej, przy minimalnych kosztach u odbiorców zainteresowanych w odbiorze takich służb, oraz zapewnić atrakcyjną podstawę dla rozwoju nowej technologii.

Z tych powodów wydaje się sensowne klasyfikowanie różnych scenariuszy krótkoterminowych według wytycznych różnych ograniczeń widmowych, które napotyka strategia wprowadzania.

Obecne studia ograniczają się do pasma UHF, ponieważ Pasmo III ma różne struktury kanałów w różnych krajach oraz w dodatku może nie być dostępne wyłącznie na potrzeby radiodifuzji TV w przyszłości.

5.2.2 Scenariusze długoterminowe

Scenariusze długoterminowe dotyczą ostatecznego wdrożenia telewizji cyfrowej. Na tym etapie, jeśli nowa technologia posiada satysfakcjonującą penetrację rynku, służby analogowe zostaną wycofane i jedynie transmisja cyfrowa będzie stanowiła radiodifuzję TV oraz będzie wolna od wcześniejszych ograniczeń.

Scenariusze można sklasyfikować według różnych założeń, które są celem dla służb cyfrowych (np., obszar usługi, tryb usługi, wdrożenie, koszty utrzymania, itd.). Klasyfikacja ta jest robiona według zamierzonej wielkości obszaru służby cyfrowej (krajowej lub lokalnej) i zmienia się w każdej klasie w odniesieniu do trybów usług, konfiguracji sieci i opisanych kosztów wdrożenia.

Wybrany podział według obszarów pokrycia nie musi być wyłączny, będzie raczej uzupełniającym odkład, w ogólności kraje będą wdrażać sieci na przynajmniej dwa sposoby a możliwe że na wszystkie trzy o strukturach warstwowych.

W odległej przyszłości nie rozważa się mieszanego, analogowo-cyfrowego środowiska, ponieważ nie wykorzystuje ono widma w najefektywniejszy sposób. Z drugiej strony, jeśli ziemska technologia cyfrowa nie spotka się z powodzeniem na rynku, ziemska radiodifuzja albo pozostanie analogowa albo zniknie w ogóle. Nie będzie wówczas odbioru przenośnego i pokrycie programami lokalnymi-regionalnymi będzie ograniczone.

5.2.3 Faza przejściowa

Scenariusze krótkoterminowe i długoterminowe różnią się w swoich założeniach i w konsekwencji, w technicznych cechach wdrażania. Stąd, musi być przeanalizowana trzecia faza obejmująca przejście od krótko- do długoterminowych wdrożeń. Opisuje ona różne sposoby rozszerzania służb cyfrowych w środowisku mieszanym, gdzie ograniczenia transmisji cyfrowej zmniejszają się a sieć będzie odpowiednio modyfikowana ze zmianami częstotliwości i modyfikacją miejsc nadawania. Poprzez zmniejszanie ograniczeń, możliwości wdrażania ziemskiej telewizji cyfrowej będą zwiększane.

Dodatkowo, aby ułatwić przejście dla widzów, sprzęt odbiorczy powinien mieć pewne ułatwienia jak automatyczne przestrajanie odbiornika, szerokopasmowe systemy antenowe, i tak dalej. Do chwili obecnej przeprowadzono na ten temat jedynie nieliczne studia.

5.3 Zarządzanie częstotliwościami

5.3.1 Wymagania widma

Wprowadzanie DVB rozpoczęło się. Jednakże transmisje DVB (z wyjątkiem kilku transmisji testowych DVB-T) obecnie ograniczają się do satelitarnych i kablowych. Oczekuje się, że start ziemskich służb DVB nastąpi w 1998r.

Częściowo z powodu złożoności przeznaczeń pasm I i III, studia obejmujące możliwość wprowadzenia DVB-T skoncentrowano na możliwościach oferowanych przez pasmo UHF. W kanałach tych, nowe sygnały cyfrowe muszą dzielić dostępne widmo z programami analogowymi.

Jest możliwe aby w długim okresie czasu, jednolitą szerokość kanału równą 8 MHz wraz z jednolitym rozmieszczeniem kanałów dla ziemskiej telewizji cyfrowej, można było zaadaptować w paśmie VHF w Europie, chociaż nie jest to bynajmniej pewne.

5.3.2 Przegląd DSI faza II

CEPT przeprowadza drugą fazę Szczegółowego Przeglądu Widma (Detailed Spectrum Investigation - DSI), która obejmuje zakres częstotliwości 29.7 - 960 MHz (stąd obejmuje pasma wykorzystywane przez ziemską telewizję). Końcowym celem DSI jest ustalenie wspólnej tabeli wykorzystania widma dla wszystkich krajów CEPT. Proces ten doprowadzi prawdopodobnie do zmian w przeznaczeniach widma, które będą wdrażane około roku 2008. Wstępne wyniki przeglądu dotyczące sytuacji w pasmach VHF/UHF podano w Tabeli 11.

Pasma częstotliwości MHz	Uwagi DSI II
47 - 68	Telewizja będzie wstrzymana
47 - 54	Bez telewizji po 2008
54 - 68	Bez telewizji po okresie przejściowym
174 - 216	Ograniczone do telewizji analogowej podczas okresu przejściowego; dzielone ze służbami ruchomymi; możliwa zmiana przeznaczenia po okresie przejściowym
470 - 862	Nowe kanały wyłącznie dla telewizji cyfrowej; po okresie przejściowym wyłącznie telewizja cyfrowa; 470 - 510 MHz jest również możliwym kandydatem do zmiany przeznaczenia

TABELA 11: Przewidywana skala czasu DSI faza II

Od pewnego czasu występują silne naciski ze strony służb ruchomych na dostęp do pasma radiodfuzyjnego poniżej 900 MHz. Chociaż ostatnie przeglądy zrobione przez Europejskie Biuro Radiokomunikacyjne ERO wskazały zmniejszanie się wykorzystywania częstotliwości poniżej 900 MHz przez służby ruchome, nacisk na dostęp pozostał.

Z drugiej strony, wiele administracji i organizacji czyni propozycje dla CEPT dotyczące przyszłego wykorzystania tej części widma. W szczególności EBU zaproponowała, że pasma 174 - 206 MHz i 470 - 862 MHz powinny nadal być dostępne dla ziemskiej telewizji na zasadach wyłączności, dopuszczając rozwój nowych możliwości rynkowych.

5.3.3 Krótki okres czasu

Faza wstępna DVB-T będzie wymagać maksymalnej dostępności widma z powodu obecnego, znacznego wykorzystania pasm VHF/UHF przez służby telewizji analogowej i koniecznością współistnienia DVB-T z tymi służbami.

Stąd, w fazie krótkoterminowej, całe widmo przewidziane dla telewizji w pasmach III, IV i V będzie potrzebne do zakończonego sukcesem wprowadzenia DVB-T, włączając te kanały, które nie mogą obecnie być wykorzystywane przez radiodfuzję.

5.3.4 Długi okres czasu

Technologia cyfrowa zapewnia zwiększoną efektywność widma. Stąd, wg dzisiejszych kryteriów, w długim okresie czasu, może być potrzeba mniejszej ilości widma dla radiodfuzji ziemskiej, a obecne potrzeby nowych kanałów wyrażane przez europejskich nadawców również mogą zostać zaspokojone. Według tej hipotezy, część widma mogłaby być przeznaczona dla innych służb.

Jednakże, następujące współczynniki mogą prowadzić do całkowitego wykorzystania całego widma dostępnego obecnie dla telewizji.

- Jest prawdopodobne, że będą rozwinięte nowe możliwości rynkowe, bazujące na usługach dodatkowych, dzięki dodaniu elastyczności, którą telewizja cyfrowa może zaoferować. Takie rynkowe możliwości są ograniczane dzisiaj przez ograniczoną pojemność i uniwersalność dostępną w obrębie istniejących systemów analogowych.
- Pożądane przyszłe wdrożenie HDTV, gdy szerokie ekrany LCD będą dostępne na rynku po rozsądnych cenach istotnie zwiększą widmo zajmowane przez każdy program.
- Oczekuje się szerokiego używania odbiorników przenośnych po wprowadzeniu służb radiodifuzji cyfrowej, bardziej odpornych niż obecne służby. Jeśli w długim okresie czasu sieć ma zapewnić odbiór przenośny, potrzebny będzie bardziej odporny sygnał i wymagane będzie szersze widmo dla każdego programu.

W przyszłości, wszystkie te możliwości mogą prowadzić do znacznego zwiększenia zapotrzebowania na częstotliwości, prowadząc do całkowitego wykorzystania całego obecnie dostępnego dla telewizji widma, jeśli nie do dalszych zapotrzebowań. Jednakże jest bardzo trudne, jeśli nie niemożliwe, oszacowanie dzisiaj możliwych trendów w długim okresie czasu.

5.3.5 Okres przejściowy

Z powodu istnienia wielu setek milionów odbiorników TV pracujących w Europie i z powodu minimalnego czasu życia nowoczesnego odbiornika TV równego przynajmniej siedem lat, jest niezbędne, aby okres przejściowy był wystarczająco długi aby uniknąć wszelkich przerw służby.

Z tych powodów jest być może sensowne założenie, że okres przejściowy będzie trwał około 15 do 20 lat od daty wprowadzenia służb cyfrowych. Ponieważ ta ostatnia data nie będzie taka sama we wszystkich krajach europejskich i nie jest prawdopodobne aby wystąpiła w jakimkolwiek kraju przed 1998, łatwo dostrzec, że okres przejściowy będzie trwał tak długi czas, że prognozy dotyczące ery po okresie przejściowym muszą być uważane za nieco spekulacyjne.

Dlatego, jest całkowicie nierealistyczne rozważanie gwałtownego porzucenia istniejących służb analogowych. Przewiduje się, że około roku 2015, DVB-T może być bliska końca fazy wdrożeniowej w pewnych krajach, podczas gdy w innych penetracja telewizji cyfrowej może być jedynie częściowo wypełniona.

5.3.6 Pewne rozważania spekulacyjne

Jeśli ziemską telewizję cyfrową zostanie z sukcesem wprowadzona i zastąpi telewizję analogową, możliwe jest podanie pewnych rozważań dotyczących wykorzystania pasma.

5.3.6.1 Pasma I

Pomiary wykazały, że poziomy zakłóceń przemysłowych w paśmie I (47 - 68 MHz) są znacznie wyższe niż w innych pasmach TV (pasma III, IV i V). Ponadto w paśmie I może występować sporadyczna propagacja E, która powoduje nagłe błędy w systemach cyfrowych w małym procencie czasu W konsekwencji pasmo I jest uważane za mniej odpowiednie dla DVB-T niż inne pasma TV i można brać pod uwagę zmianę jego przeznaczenia.

W kilku krajach transmisja telewizji analogowej w paśmie I (szczególnie w najniższych kanałach) może być zakończona w krótkim okresie czasu. Jednak zbyt wczesne zamknięcie tych służb może prowadzić do ich przeniesienia do pasma UHF, osłabiając wprowadzenie DVB-T.

Uważa się dlatego, że z powodów operacyjnych, może istnieć potrzeba kontynuacji pracy telewizji analogowej w paśmie I, szczególnie gdy zamiana nadajników na pasmo UHF jest albo niemożliwa albo ograniczałaby wprowadzanie DVB-T.

5.3.6.2 Pasma III, IV, V

Aby ułatwić wprowadzenie ziemskiej telewizji cyfrowej, wymagane będzie dla DVB-T całe widmo pasm III, IV i V, które normalnie będzie dostępne dla ziemskiej telewizji cyfrowej, przez około 20 lat. Faktycznie pasma te nie przestaną być medium pierwszej ważności dla wielu usług radiodyfuzyjnych i będą również stanowić kluczową część w strategii przechodzenia od transmisji analogowej do cyfrowej.

Dodatkowo, biorąc pod uwagę wzrastające naciski na widmo podczas okresu przejściowego (gdy służby analogowe będą uzupełniane i zastępowane przez służby cyfrowe) mogłoby być wysoce pożądane dla radiodyfuzji uzyskanie dostępu do części widma niedostępnych obecnie w niektórych krajach.

Rozważając współużytkowanie częstotliwości przez służby analogowe i cyfrowe, CEPT proponuje aby każdy kanał, który może stać się dostępny w krótkim i średnim okresie czasu nie był wykorzystywany do rozszerzania sieci analogowych. Wymaganie to jest sprawą bardzo delikatną. Bardzo różne sytuacje występują w różnych krajach europejskich i przewiduje się różne filozofie uruchamiania transmisji cyfrowej. Dlatego ograniczenia w rozwoju telewizji analogowej mogą być zbyt ostre w obecnym czasie. Zasadniczo telewizja analogowa powinna mieć pozwolenie na wprowadzanie, przy uwzględnieniu priorytetowych potrzeb wprowadzania służb cyfrowych.

W długim okresie potencjalny rynek transmisji ziemskiej prawdopodobnie rozwinie nowe możliwości i usługi, które jedynie transmisja ziemska ma możliwość dostarczyć. Dlatego, mimo zwiększonej efektywności widmowej, tradycyjne pasma przydzielone dla ziemskiej transmisji telewizyjnej mogą wciąż być wymagane dla tych służb. Bazując na przyszłym okresowym przeglądzie sytuacji, należy podejmować odpowiednie decyzje.

5.3.7 Czy widmo może być zwolnione do wykorzystania przez inne służby ?

Podsumowując przytoczone wyżej idee jest bardzo trudno i przedwcześnie przewidywać dzisiaj zarówno wymagania widma dla telewizji cyfrowej w długim okresie czasu jak i skalę czasu na jej penetrację.

Jak już powiedziano, jest możliwe, aby przy dzisiejszych kryteriach potrzeba było mniej widma dla DVB-T w przyszłości, lecz jest bardzo spekulacyjne oszacowanie wymaganej wielkości w tym momencie. Podczas okresu przejściowego, który może trwać wyraźnie do drugiej dekady następnego stulecia, liczba służb ziemskiej telewizji cyfrowej, ich rodzaj, i wiele innych cech stanie się wyraźniejszych w trakcie rozwoju.

Dlatego nie jest możliwe w chwili obecnej oszacowanie, czy jakaś część widma może być przeznaczona dla innych służb. Dalsze okresowe przeglądy wykorzystania widma oraz wymagań będą potrzebne w przyszłych latach w celu ustalenia jakie przydziały widma powinny być podjęte.

5.3.8 Podsumowanie

DVB-T będzie wprowadzane w pasmach UHF w niektórych krajach w Europie w 1998 roku. Aby ułatwić wczesne uruchomienie, przyjęto w tych krajach strategię krótkoterminową. Widmo będzie musiało być dzielone między ziemskie służby telewizyjne analogowe i nowe cyfrowe.

Jeśli liczba odbiorników DVB-T wzrośnie, będzie możliwe stopniowe wycofywanie służb analogowych przez zamykanie analogowych stacji nadawczych i przekaźnikowych. Jest to faza przejściowa między dzielonym wykorzystywaniem widma przez służby analogowe i cyfrowe a długoterminowym celem w postaci całkowicie cyfrowej telewizji. W czasie tej fazy kanały będą zwalniane przez zamykanie nadajników analogowych i będą mogły one być wykorzystane do zwiększania pokrycia telewizji cyfrowej.

W końcu, w długookresowym scenariuszu, całkowite pokrycie zostanie osiągnięte przez sieci DVB-T w pasmach III, IV i V. Transmisja analogowa zostanie zakończona a zwolnione widmo wykorzystane przez służby cyfrowe. Zakończenie tej zamiany w poszczególnych krajach może zająć okres około 10 do 20 lat od rozpoczęcia wdrażania.

5.4 Kilka możliwych scenariuszy wdrażania

5.4.1 Krótki okres czasu

Głównym ograniczeniem wprowadzenia ziemskiej telewizji cyfrowej w najbliższej przyszłości (na przykład w następnych pięciu latach) jest ochrona istniejących służb analogowych.

Kraje w Europie można rozważać w dwóch ogólnych kategoriach:

Kategoria 1

Te kraje, które mają dostęp do niewykorzystywanych przydziałów dla stacji telewizyjnych lub nawet sieci (o stosunkowo wysokiej efektywnie promieniowanej mocy), które zostały w pełni skoordynowane i są stąd włączone do uaktualnionego Planu Sztokholmskiego. Kraje, które mogą uzyskać dostęp do, na przykład, kanałów powyżej 60, można również zaliczyć do kategorii 1.

Kategoria 2

Te kraje, które nie mają dostępu do niewykorzystywanych (o stosunkowo dużej mocy) przydziałów stacji telewizyjnych.

Podział ten jest wygodny z powodu różnych strategii wdrażania możliwych w obu przypadkach. Jednakże, nawet kraje z Kategorii 1 nie będą mieć dostępu do wystarczającego widma aby spełnić wszystkie wymagania i stąd dla pewnych zapotrzebowań przejdą do Kategorii 2.

Przewidziano trzy typy scenariuszy wdrażania, określone w dokumentach jako S1 do S3. Odnoszą się one do różnych rodzajów wykorzystania widma, z którymi muszą borykać się scenariusze cyfrowe.

- S1: wykorzystanie istniejących lub planowanych przydziałów;
- S2: wykorzystanie nowych przydziałów kanałów;

- S3: wykorzystanie wolnych kanałów (np. 61 do 69) w skali krajowej lub regionalnej. Wybrany podział na różne scenariusze nie jest wykluczający. Kraje mogą podjąć pewne lub wszystkie podejścia równoległe, zależnie od sytuacji widma wobec której stoją.

5.4.1.1 Scenariusz krótkoterminowy 1 (S1): Wykorzystanie istniejących lub planowanych przydziałów kanałów

Pierwszy scenariusz jest możliwy dla krajów należących do Kategorii 1.

W tym przypadku osiągalny jest duży obszar pokrycia, gdyż występują stosunkowo niewielkie ograniczenia mocy promieniowanej. Dlatego może to być doskonały punkt startu do wprowadzenia DVB-T i może stworzyć rdzeń przyszłej cyfrowej sieci MFN lub stanowić w przypadku całej sieci, podporę długoterminowego scenariusza bazującego na sieci MFN.

Zasadniczo można przyjąć, że pokrycie przydziałami z planu będzie podobne dla służb cyfrowych i analogowych. Jednakże należy zachować ostrożność w przypadkach, gdzie planowanie służby analogowej było zrealizowane dla offsetu precyzyjnego, co znacznie zmniejszyło ograniczenia na nadajnik analogowy, lub gdy zamierzona jest odporna służba cyfrowa o wymaganej wysokiej ochronie. Warunki te mogą zmniejszyć pokrycie cyfrowe.

Jest niezbędne, aby rozważać odpowiednie współczynniki ochronne i wartości ERP dla analogowych i cyfrowych służb osobno dla każdego przypadku w celu zapewnienia, że istniejące przydziały mogą być stosowane do osiągnięcia wymagań służby cyfrowej.

Koncepcja mini SFN zapewnia w odpowiedni sposób pokonywanie tego typu ograniczeń. Rzeczywiście potencjalne zakłócenia konfiguracji mini SFN są znacznie mniejsze w porównaniu do rozwiązania w postaci pojedynczego nadajnika.

Koncepcja mini SFN może również być wykorzystywana w celu zwiększenia pokrycia, zwłaszcza w przypadku odbioru przenośnego.

Koszty wdrażania scenariusza S1 będą mniejsze dla nadawców, gdyż prawie wszystkie instalacje nadawcze już istnieją, jeśli wybrano rozwiązanie w postaci konwencjonalnego, pojedynczego nadajnika.

Jeśli kanał cyfrowy występuje obok analogowego, istnieje szczególny zysk kosztów dla widzów, ponieważ mogą wykorzystywać istniejący system anteny odbiorczej. Ten zysk kosztów dla konsumenta może być decydującym aspektem oszacowań scenariusza cyfrowego w fazie wprowadzania, gdy dostarczanie usług cyfrowych nie jest jeszcze zakończone i stąd nie ma pełnej atrakcyjności.

Wykorzystanie podejścia w postaci gęstej sieci znacznie zwiększa koszty wdrażania zarówno dla nadawców jak i odbiorców, gdyż muszą zostać zainstalowane dodatkowe nadajniki jak również nowe anteny odbiorcze.

Koordynacyjne wysiłki są prawdopodobnie pomijalne ponieważ wykorzystywane są skoordynowane pozycje kanałów.

5.4.1.2 Scenariusz krótkoterminowy 2 (S2): wykorzystanie nowych przydziałów kanałów

Scenariusz (S2) dotyczy krajów Kategorii 2 bez wolnych przydziałów i krajów Kategorii 1 posiadających już wykorzystane wolne przydziały dla swych pierwszych sieci cyfrowych, szukających alternatywnych kanałów.

Kanały, które są w bardzo ograniczonym użyciu przez służby analogowe (np. tzw. Kanały tabu) mogą być dostępne dla DVB-T z powodu większej odporności i potencjalnie mniejszych zakłóceń interferencyjnych. Dlatego, nawet wysoce nasycone widmo UHF może zaoferować pewne zasoby dla wprowadzenia telewizji cyfrowej. Oczywiście sytuacja ta nie jest polecana do realizacji sieci SFN na dużą skalę.

Wdrożenie nowych przydziałów kanałowych wymaga koordynacji z krajami sąsiednimi. Jednakże to podejście pasuje do istniejącego wykorzystania widma.

Dla odbioru stacjonarnego można rozważyć dwa warianty:

- **scenariusz S2a** - wykorzystanie istniejących lokalizacji nadawczych i tam gdzie jest to możliwe, kanałów bliskich analogowym podczas startu transmisji cyfrowej;
- **scenariusz S2b** - dodanie nowych lokalizacji nadawczych do istniejących analogowych.

Dla odbioru przenośnego rozróżnienie to nie ma znaczenia.

Wykonalność scenariusza S2 mocno zależy od gęstości bieżących analogowych służb i różni się znacznie dla różnych krajów. Raz rozpoczęty może służyć za podstawę długoterminowej służby cyfrowej w trybie MFN. Do tej pory scenariusz S2 jest najbardziej zbadanym podejściem wprowadzania.

Głównymi cechami scenariusza 2 są:

a) Ochrona istniejących lub planowanych służb analogowych

Każda nowa stacja, cyfrowa czy analogowa powoduje pewne zwiększenie zakłóceń dla istniejących widzów i stąd powoduje zmniejszenie pokrycia. Należy wprowadzić ograniczenia mocy stacji cyfrowych przez rozważanie jak duże dodatkowe zakłócenia są tolerowane przez widzów analogowych i w jakim procencie czasu. Rozmiar obszarów pokrycia cyfrowego będzie wyznaczony kombinacją czynników:

- mocą promieniowaną nadajnika cyfrowego;
- wielkością zakłóceń od nadajników analogowych i innych cyfrowych
- wymaganym stosunkiem C/N dla służby cyfrowej.

Wymagana ochrona służby analogowej doprowadzi do ograniczeń ERP, stąd do ograniczeń osiągalnych obszarów pokrycia dla telewizji cyfrowej.

b) Stacjonarny odbiór na dachu i ograniczony przenośny

Większość studiów pokazała, że przynajmniej w okresie przejściowym, gdy analogowe i cyfrowe służby będą musiały współistnieć, osiągalne pokrycie dla przenośnego odbioru będzie prawdopodobnie raczej ograniczone. Jednakże użyteczne pokrycie przenośne można by osiągnąć jeśli nadajnik byłby lokalizowany blisko centrów populacji.

Scenariusz wdrażania, w którym wykorzystuje się istniejące miejsca nadawcze może stąd brać tylko jako podstawę odbiór za pomocą stałej anteny na szczycie dachu. Odbiór przenośny podlega w większym stopniu zmiennym warunkom w porównaniu do stałego odbioru na szczycie dachu i zależy od wysokości położenia odbiornika, tłumienia budynków oraz lokalnych zmian sygnału. Zależnie od sytuacji (wewnątrz czy na zewnątrz, wysokiego czy średniego procentu miejsc, wymagań szybkości transmisji, konfiguracji sieci) odbiór przenośny może być możliwy w dużej części obszaru podczas odbioru na górnych piętrach.

Należy zauważyć, że w krajach o wysokiej penetracji sieci kablowych i satelitarnych, odbiór przenośny jest przewidywany jako podstawowy cel przyszłych służb ziemskich.

c) Możliwość zmiany częstotliwości dla stacji analogowych małej mocy

Jest oczywiste, że w zasadzie nie będzie możliwa zmiana kanałów wykorzystywanych przez analogową transmisję dużej mocy z powodu szerokich zakłóceń odbioru analogowego, które mogą zostać spowodowane. Jednakże pewne ograniczenia ERP stacji cyfrowych mogą wynikać z potrzeby ochrony stacji analogowych małej mocy (o małym pokryciu). W takich przypadkach mogą być wykonalne zmiany kanałów analogowych i może to spowodować znaczne zwiększenie osiągalnego pokrycia cyfrowego. W tym kontekście należy przypomnieć, że istnieje około 20000

pracujących stacji o mocy ERP mniejszej niż 10 W w Europie i dodatkowo 20000 stacji powyżej 10 W.

Scenariusz S2a: wykorzystanie istniejących lokalizacji nadawczych

Większość domów ma już domową antenę odbiorczą, która jest zarówno selektywna częstotliwościowo i ustawiona na określony kierunek i polaryzację. W celu zwiększenia komercyjnej atrakcyjności transmisji cyfrowej, pożądanym jest, aby była łatwo odbieralna, na przykład poprzez istniejące systemy anten odbiorczych. Faktycznie dodatkowy koszt instalacji nowej anteny stanowi znaczną wadę dla większości widzów, zwłaszcza jeśli nie będą odbierać żadnych dodatkowych programów (równoległa transmisja służb analogowych).

Dlatego dobrym rozwiązaniem początkowym jest wykorzystywanie przez programy cyfrowe tych samych lokalizacji wykorzystywanych już do transmisji analogowej. Dodatkowo, nowe kanały powinny być blisko tych, które wykorzystują programy analogowe oraz powinna być stosowana ta sama polaryzacja.

Ponieważ programy pochodząłyby z tych samych miejsc i ponieważ moc cyfrowa byłaby mniejsza od programu analogowego (w celach ochrony), istniałoby małe ryzyko z powodu zakłóceń sąsiednikanałowych do obecnych widzów analogowych.

Należy zauważyć, że jeśli kraj życzy sobie przygotować długoterminowe przyszłe SFN, wybór kanałów sąsiednich do służb analogowych może być niekompatybilny.

Scenariusz S2b: dodanie nowych lokalizacji nadawczych

Scenariusz S2b jest odmianą scenariusza S2a. Bazuje głównie na tych samych założeniach dla większości obszarów, lecz uwzględnia ponadto nowe stacje małej mocy w tych obszarach, gdzie ochrona istniejących służb analogowych przeszkadza w uzyskaniu odpowiedniego pokrycia z istniejących miejsc.

W takich konfiguracjach, anteny odbiorcze wykorzystywane przez widzów służb analogowych prawdopodobnie nie będą odpowiednie do odbioru służb cyfrowych z nowych stacji przekaźnikowych, z powodu różnicy kanałów i kierunków.

Z drugiej strony, mają one zaletę w postaci zmniejszenia wpływu zakłóceń od sieci cyfrowej i stąd obszary pokrycia mogą mieć zwiększony rozmiar. Jednakże istnieje ryzyko spowodowania zakłóceń dla istniejących widzów analogowych w pewnych nielicznych częściach obszarów pokrycia analogowego. Faktycznie jest to prawdopodobne dla widzów transmisji analogowej ze stacji głównej, która położona jest blisko nowego miejsca stacji przekaźnikowej. Tacy widzowie mogą doświadczać zakłóceń od transmisji cyfrowej, jeśli wykorzystywane są kanały sąsiednie do służb analogowych, z powodu wysokiego poziomu sygnałów cyfrowych w obszarach, gdzie sygnał analogowy jest stosunkowo słaby.

Rozważając koszty wdrażania, sieć taka będzie oczywiście prawdopodobnie kosztowniejsza niż sieć konwencjonalna, ponieważ potrzebuje dodatkowych lokalizacji nadawczych.

5.4.1.3 Scenariusz krótkoterminowy 3 (S3): wykorzystanie wolnych kanałów w skali krajowej lub regionalnej

W niektórych krajach istnieje możliwość, że w paśmie UHF jeden lub więcej kanałów będzie zwolniony dla wdrożenia służb cyfrowych na zasadach ogólnokrajowych. Kanałami tymi są albo te, które nie są przeznaczone na potrzeby radiodifuzji TV, albo przeznaczone lecz nie wykorzystywane przez służby TV.

W części krajów europejskich kanały UHF 61 do 69 są wykorzystywane przez służby wojskowe lub stałe. Istnieje perspektywa, wsparta rozważaniami CEPT/ERO, że niektóre lub wszystkie te kanały staną się dostępne dla radiodifuzji cyfrowej. W Niemczech prawdopodobnie jeden kanał stanie się wolny w 1998 a drugi w 2007. Podobną sytuację stwierdzono w Holandii. Istniejące służby w tych kanałach mogą być (częściowo) przeniesione do wyższych pasm.

Wdrożenie SFN

Ten rodzaj sytuacji oferuje unikalną szansę wdrożenia służby cyfrowej na bazie SFN na ogólnokrajową lub regionalną skalę. Reprezentuje potencjalnie wprowadzenie atrakcyjnego długookresowego scenariusza od samego początku.

Zasadniczo wykorzystanie tych kanałów nie będzie możliwe na ogólnokrajowych zasadach, z powodu krajów sąsiednich, które wykorzystują prawdopodobnie te kanały dla analogowych lub innych służb. W tych przypadkach koordynacja będzie trudna tak długo jak sąsiedzi będą pracować w tych kanałach na zasadach MFN.

W porównaniu do strategii wprowadzania pojedynczych nadajników lub MFN, odbiór przenośny uzyska większe pokrycie z powodu większej jednorodności pola w obrębie SFN. Dodatkowe zwiększanie gęstości nadajników przeznaczając na ten cel stacje małej mocy, może zaoferować możliwość krajowego lub regionalnego pokrycia dla odbioru przenośnego od samego początku. Oznacza to dalsze, nowe lokalizacje nadawcze, które zwiększają koszty wdrażania.

Planowanie konwencjonalne

Jeśli istniejące warunki nie pozwalają na wdrożenie sieci SFN (np. gdy sąsiedzi mają dostęp do tych kanałów i realizacja na zasadach jednoczesnościowych staje się trudna do skoordynowania), lub po prostu tryb SFN nie jest przewidziany w scenariuszu długookresowym, wolne kanały mogą być wykorzystywane w konwencjonalny sposób.

5.4.1.4 Wdrażanie sieci SFN

Niektóre studia zalecają szerokie wykorzystywanie technik sieci jednoczesnościowych we wczesnym stadium w celu przygotowania długookresowej przyszłości. Sieci SFN mają głównie zaletę w postaci wymagania jedynie niewielu kanałów do pokrycia dużych obszarów. Faktycznie według teorii jedynie jeden kanał może być potrzebny dla całej sieci krajowej. Równie dobrze mogą być możliwe regionalne sieci SFN w wielu krajach preferujących takie pokrycie. Dodatkowo, technika SFN poprawia odbiór przenośny.

Jednakże należy zadbać, by nie kłaść zbyt dużego nacisku na tę technikę. Faktycznie duże zatłoczenie pasma UHF systemami analogowymi będzie w wielu przypadkach przeciwdziałać lub zmniejszać możliwości stosowania techniki SFN - na przykład stosowania kanałów bliskich analogowym. W pewnych sytuacjach okoliczności te mogą prowadzić do łatwiejszego wprowadzania telewizji cyfrowej przy użyciu planowania konwencjonalnego.

5.4.2 Długi okres czasu

Wprowadzenie ziemskiej telewizji cyfrowej wymaga nie tylko dobrych perspektyw w najbliższej przyszłości, ale wymaga również sprawdzenia z punktu widzenia długookresowej strategii (15-20 lat od startu).

W tej fazie jest również możliwa klasyfikacja potencjalnych scenariuszy na trzy kategorie. Obejmują one dwie różne strategie maksymalizacji:

- Scenariusz L1: maksymalizowanie wielkości pokrycia;
- Scenariusz L2: maksymalizowanie liczby programów w ograniczonych obszarach;
- Scenariusz L3: brak transmisji ziemskiej cyfrowej (wprowadzony jedynie w celu dostarczenia dalszych pomysłów).

Nie są rozważane tutaj kompromisy między tymi ekstremami.

5.4.2.1 Scenariusz długookresowy 1 (L1): maksymalizowanie wielkości pokrycia obszarowego

Scenariusz L1 bazuje na sieci jednoczęstotliwościowej SFN.

Duże pokrycie

Jak już stwierdzono, sieci SFN mają głównie zaletę w postaci wymagania jedynie niewielu kanałów do pokrycia dużych obszarów. Faktycznie według teorii jedynie jeden kanał może być potrzebny dla całej sieci krajowej. Planowanie MFN wymaga wielu kanałów.

Przy SFN pokrycie krajowe może być osiągnięte w tym samym kanale. Ponieważ kraje sąsiednie domagają się równego dostępu do widma, nie wszystkie kanały mogą być wykorzystane do pokrycia krajowego. Doświadczenia podczas planowania sieci SFN dla T-DAB pokazały że, przynajmniej w Europie Zachodniej jedna piąta całej pojemności widma jest dostępna dla pokrycia krajowego w danym kraju. Oczywiście, kanały z krajów sąsiednich mogą być ponownie wykorzystane w pewnej odległości od granicy.

Dla pasma IV/V, kanałów 21 do 60, byłoby dostępnych 8 kanałów w każdym kraju do pokrycia krajowego. W trybie cyfrowym z 4 programami na kanał oznacza to 32 programy. Ponowne użycie innych kanałów na zasadach regionalnych dodaje wielokrotność 32 programów. Zależnie od rozmieszczenia widzów można mieć sto lub w pewnych miejscach również więcej programów.

Dlatego, nawet jeśli część widma UHF została udostępniona innym służbom, radiodiffuzja ziemska ma dobre perspektywy dotyczące pojemności programowej w długim okresie czasu.

Odbiór przenośny

Jako alternatywę dużej liczby programów, niektórzy mogą preferować odbiór przenośny zamiast dużego obszaru, jeśli całkowita przepływność kanału jest wykorzystywana dla uodpornienia zamiast zwielokrotniania liczby programów.

Zamykanie sieci analogowych

W większości przypadków znalezienie wolnego kanału na całym dużym obszarze oznacza wyłączenie istniejących stacji analogowych pracujących w tym kanale. Dlatego scenariusz L1 jest prostym scenariuszem, lecz prowadzi do zakończenia transmisji analogowej w pewnym czasie i wymaga silnej woli oraz dobrego zarządzania w okresie przejściowym.

5.4.2.2 Scenariusz długookresowy 2 (L2): maksymalizowanie liczby programów w ograniczonych obszarach

Scenariusz S2 ma zastosowanie gdy rozległe pokrycia, tak jak w scenariuszu 1, nie są głównym celem. W tym przypadku dostępne stają się większe możliwości. Faktycznie może sensownie jest zapytać czy pełne pokrycie krajowe jest wymaganiem dla ziemskiej telewizji cyfrowej w obecności alternatywnych mediów transmisyjnych takich jak kabel czy satelita.

Dlatego celem jest skoncentrowanie się na pokryciu obszarów miejskich, które mogą ograniczyć konieczne koszty inwestycyjne. Gdzie indziej ludzie odbieraliby programy z satelity lub w dowolny inny sposób.

Celem mogłoby być więc maksymalizowanie liczby dostępnych programów, zwłaszcza dla odbioru przenośnego.

Sieci SFN wielkoobszarowe (scenariusz L1) wymagają dzielenia dostępnych kanałów między sąsiednimi krajami, a zatem dzielą dostępny zakres częstotliwości, jak pokazano powyżej.

W scenariuszu L2 gdzie służby skoncentrowane są na ograniczonych obszarach, możliwe zakłócenia między wspólnokanałowymi obszarami służby mają mniejsze znaczenie. Wszystkie kanały mogą być wykorzystywane w tych ograniczonych obszarach.

Dla pasma IV/V kanały 21 do 60 oznaczają 40 dostępnych kanałów dla pokrycia lokalnego. W trybie cyfrowym z 4 programami na kanał oznacza to 160 programów.

Dlatego, nawet jeśli część widma UHF została udostępniona innym służbom, radiodifuzja ziemna ma dobre perspektywy dotyczące pojemności programowej w długim okresie czasu.

5.4.2.3 Scenariusz długookresowy 3 (L3): bez radiodifuzji ziemskiej

W tym scenariuszu, ziemskie służby TV cyfrowej nie wystartują a istniejące służby analogowe będą w końcu usunięte. Programy cyfrowe dostarczane będą jedynie za pomocą satelity lub kabla.

5.4.3 Okres przejściowy

Podczas okresu przejściowego, służby analogowe i cyfrowe muszą współistnieć. Podczas, gdy ograniczenia transmisji cyfrowej powinny się zmniejszać, sieci powinny być modyfikowane w celu rozszerzenia służby cyfrowej. Główna niepewność związana z tą fazą dotyczy czasu trwania okresu przejściowego.

Każda dodatkowa pojemność, która może być znaleziona podczas okresu przejściowego będzie wykorzystana do transmisji cyfrowej. W tych krajach, gdzie liczba dostępnych kanałów jest niewystarczająca, pokrycie osiągnięte przez służby cyfrowe będzie ograniczone. Przymus ten zwiększa problem zakończenia okresu przejściowego.

Ten rozdział szkicuje pewne sposoby zmniejszania ograniczeń dla transmisji cyfrowej. Należy jednakże zauważyć, że zwiększenie zakłóceń do stacji analogowych może uczynić trudniejszą ich konwersję na stacje cyfrowe w przyszłości.

5.4.3.1 Zmniejszenie ochrony służby analogowej

Zasadniczo można założyć, że okres przejściowy będzie charakteryzował się zmniejszaniem znaczenia pokrycia analogowego, gdy penetracja odbiorników cyfrowych wzrośnie. Daje to możliwość stopniowego zmniejszania ochrony pewnych lub wszystkich nadajników analogowych, pozwalając na wzrost pokrycia cyfrowego dzięki większym mocom nadajników i/lub wdrożeniu nowych cyfrowych nadajników. Oznacza to rozwinięcie cyfrowych służb na bazie MFN na krajową, regionalną lub lokalną skalę.

Ochrona istniejącej transmisji analogowej jest kontrolowana przez trzy główne parametry:

- poziom pogorszenia służby analogowej z powodu transmisji cyfrowej: poziom zakłóceń interferencyjnych jest mierzony przy zwiększaniu „użytecznego natężenia pola”. Na przykład zwiększenie o 3 dB odpowiada pogorszeniu o pół stopnia na skali jakości CCIR;
- procent czasu, w którym transmisja analogowa jest chroniona: zwykle, z zasady 99% czasu;
- procent miejsc, gdzie odbiór analogowy jest chroniony w obsługiwanym obszarze: zwykle, z zasady, 50% (na krańcach obszaru służby).

Poprzez postępującą modyfikację powyższych parametrów, możliwości wdrożenia ziemskiej telewizji cyfrowej wzrosną. Może to być mierzone w procencie wzrostu pokrytej populacji.

Jednakże studia przeprowadzone przez TDF dla Francji wskazują, że korzyści osiągane dzięki rozluźnieniu parametrów planowania mogą być stosunkowo małe. TDF zbadła, dla krajowej sieci cyfrowej, zwiększenie pokrycia populacji jeśli próg dopuszczalnych dodatkowych zakłóceń interferencyjnych do służb analogowych wzrośnie z 1 dB do 3 dB. Dla polaryzacji pionowej, procent wzrósł z 63% do 66% a dla polaryzacji poziomej z 53% do 58%. Ponieważ zmniejszenie ochrony o 3 dB odpowiada już pogorszeniu jakości obrazu o 1/2 stopnia, dalsze zmniejszanie ochrony analogowej mogłoby doprowadzić do nieakceptowalnego pogorszenia zakłócanej służby analogowej.

5.4.3.2 Zmniejszenie liczby chronionych nadajników analogowych

Zamykanie nadajników analogowych lub zmiana ich częstotliwości są ważnymi możliwościami zwiększenia pokrycia cyfrowego, dzięki pozwoleniu zarówno na większe pokrycie już istniejących nadajników cyfrowych jak i na instalację nowych nadajników cyfrowych w miejscach zamykanych nadajników analogowych.

Jak wykazały niektóre studia, możliwości wdrożenia cyfrowego bardzo zależą od zestawu chronionych nadajników analogowych. Na przykład, próby planowania dla Francji utworzyły listę nadajników analogowych o częstotliwościach trudnych lub bardzo trudnych do zmiany, bez globalnego powtórnego planowania pasm UHF. Obejmuje ona nadajniki o dużej ERP, nadajniki umieszczone w wyniesionych miejscach oraz nadajniki o pokryciu populacji większej niż 30000 mieszkańców. Baza danych objęła 1173 nadajniki. Dla krajów sąsiednich założono, że nie była możliwa zmiana częstotliwości zarówno nadajników jak i przekaźników.

Próbę planowania porównano z osiągalnym pokryciem sieci cyfrowych zapewniając ochronę wszystkich nadajników analogowych z jednej strony oraz wybranych 1173 nadajników analogowych z drugiej. Studia bazowały na odbiorze stałym na szczycie dachu i warunku C/N = 14 dB. Wyniki były następujące:

Chronione nadajniki analogowe	Możliwości pokrycia populacji transmisją cyfrową
wszystkie	15% jedną siecią
1173	60 do 70% czterema sieciami

Tabela 12: Porównanie cyfrowego pokrycia populacji przy ochronie służb analogowych

Na podstawie tych liczb widać skrajną wrażliwość na poziom ochrony. Dlatego ważne jest zmniejszenie liczby chronionych nadajników analogowych w okresie przejściowym. Jednakże nie wszystkie nadajniki analogowe można usunąć bez zastępowania, implikując dodatkowe koszty wdrożenia dla instalacji analogowych, które będą wyłączone w najbliższej przyszłości.

Inny wariant tego scenariusza wystąpi jeśli kraj zdecyduje przeniesienie krajowej (lub regionalnej, jeśli region jest wystarczająco duży) służby analogowej z ziemskiej do służby satelitarnej. W szczególności przypadek ten może wystąpić jeśli kraj zamierza dosyłać służbę z satelity w postaci cyfrowej. Wolne widmo może wówczas służyć do rozszerzenia lub wdrożenia jednej lub więcej służb cyfrowych regionalnych opartych na MFN.

Koszty wdrażania w tym ostatnim scenariuszu są prawdopodobnie małe skoro infrastruktura nadawcza i odbiorcze systemy antenowe już istnieją.

Także koordynacja z krajami sąsiednimi powinna być stosunkowo prosta - nowe nadajniki cyfrowe będą w miejscach już skoordynowanych nadajników analogowych.

5.4.3.3 Uzupełnianie sieci SFN

W podobnie ewolucyjny sposób może być zrealizowane przekształcenie krótkookresowej SFN na długookresową SFN. W tym przypadku może być konieczna instalacja nowych nadajników w celu zwiększenia gęstości sieci, pozwalająca na uzyskanie wyższego stopnia pokrycia dla odbioru przenośnego.

Ten scenariusz nie prowadzi do dodatkowych działań koordynacyjnych ponieważ kanał jest już skoordynowany dla całego obszaru pokrycia.

Koszty wdrażania są takie same jak podczas instalacji sieci SFN.

Również przejście od dawnej krótkookresowej krajowej SFN do długoterminowej regionalnej SFN nie powinno spowodować problemów, jeśli po fazie wprowadzania więcej kanałów stanie się dostępnych dla transmisji cyfrowej wewnątrz rozważanych obszarów pokrycia.

5.4.3.4 Przekształcenie sieci MFN w SFN

Napotyka się trudny proces przekształcania, jeśli kraj wprowadza służby cyfrowe na zasadach MFN lecz celem jest tryb SFN w długim okresie czasu.

Sieć może pracować w trybie SFN jedynie w warunkach, w których kanał jest wolny w całym obszarze pokrycia. Jeśli nadal służby analogowe wykorzystują ten kanał (i jest to prawdopodobnie tak długo jak istnieje jakakolwiek pracująca służba analogowa) nadajniki analogowe, których to dotyczy będą musiały mieć zmienione częstotliwości.

Pomiędzy tymi nadajnikami, wystąpią oczywiście główne stacje realizujące pokrycie znacznej ilości populacji. Jest wątpliwe, czy ma sens (z powodu dużych kosztownych wysiłków dla nadawców i konsumentów) ponowna aranżacja służb analogowych, które wkrótce będą usunięte. Jednakże może wystąpić odpowiednia konfiguracja kanału, która uczyni praktycznym takie przekształcenie.

Jeśli rozważane kanały SFN są intensywnie wykorzystywane przez nadajniki cyfrowe na zasadzie MFN, przejście wydaje się być mniej problematyczne. Nadajniki będą musiały zmienić swe kanały MFN w kanał SFN. W wyniku tego wystąpią pewne koszty w odniesieniu do instalacji nadawczej ponieważ, z zasady kanały MFN i SFN nie będą wystarczająco blisko i prawdopodobnie konieczna będzie ponowna aranżacja instalacji cyfrowej anteny odbiorczej.

Ze względu na krajowo-regionalne pokrycie sieci SFN, scenariusz ten sprawia, że nieodzowna jest koordynacja ze wszystkimi krajami sąsiednimi. Skoro podejścia SFN i MFN są niekompatybilne, przynajmniej na dużą skalę, kraje sąsiednie będą musiały zgodzić się na ich wykorzystywanie. Dlatego oczekiwane są duże wysiłki koordynacyjne, wymagane w tym scenariuszu oraz konieczne będzie dużo dobrej woli do jego sukcesu.

5.5 Kilka europejskich strategii wprowadzania

5.5.1 Wstęp

Panuje powszechna opinia, że szybki start jest konieczny, jeśli transmisja ziemna ma konkurować z ofertą cyfrową satelitarną lub kablową.

Panorama europejska jest całkowicie zróżnicowana. W Module ziemskim komercyjnym TCM europejskiego projektu DVB, zidentyfikowano wiele organizacji rozwijających plany wprowadzenia DVB-T w 1998 roku. Najbardziej obiecujące plany wczesnego wprowadzenia DVB-T istnieją w Wielkiej Brytanii i Szwecji, gdzie uruchomienie planowane jest w 1997 roku. Inne kraje nie są obecnie gotowe do dużych inwestycji koniecznych do startu ziemskiej telewizji cyfrowej. Lub po prostu nie mają zbioru częstotliwości odpowiedniego do dostarczania usług cyfrowych dla znacznego odsetka populacji.

Jako zasadnicza cecha, modulacja hierarchiczna nie jest rozważana w fazie wprowadzania, gdy liczba programów jest ważniejsza (również z powodu braku widma). Czy transmisja hierarchiczna będzie wykorzystywana w późniejszym okresie pozostaje niewiadome.

W rozdziale tym przedstawiony jest przegląd różnych krajowych strategii dotyczących wprowadzania ziemskiej telewizji cyfrowej.

5.5.2 Wielka Brytania

W sierpniu 1995 rząd Wielkiej Brytanii jako pierwszy kraj członkowski EU przedstawił propozycje wprowadzenia ziemskiej telewizji cyfrowej. Zaproponowano projekt Ustawy o radiodifuzji w brytyjskim Parlamencie w styczniu 1996 a ostatnio otrzymano zgodę królewską na ustanowienie prawa. Będzie 6 krajowych kanałów lub multipleksów dostarczających około 24 nowych programów.

Założeniem propozycji jest, że pojedynczy kanał lub multipleks przeniesie około 24 Mbit/s pojemności cyfrowej (może być to zapewnione, na przykład przez OFDM 64 QAM z szybkością kodowania korekcyjnego 2/3). Nie ma ostatecznych założeń dotyczących przepływności pojedynczego programu TV, lecz jeśli przyjmie się 6 Mbit/s, wówczas każdy multipleks może przynosić cztery programy i stąd może być osiągnięte w całości 24 takich programów.

Istniejącym ziemskim nadawcom (tj. BBC1, BBC2, ITV, Channel 4 z S4C w Walii - oraz wkrótce wprowadzony Channel 5) będzie zagwarantowane miejsce w tych multipleksach. W zamian za swe gwarantowane miejsca, nadawcy publiczni będą zobowiązani do równoległej transmisji swych istniejących programów analogowych w sieci cyfrowej. Nowe programy (opłacane z reklamy, subskrypcji lub opłat za dostęp) mogą również być dostarczane obok równoległe.

Multipleks z największym geograficznym pokryciem (więcej niż 90% populacji) będzie przeznaczony dla BBC.

ITV zaoferuje się połowę multipleksu o pokryciu drugiej wielkości.

Channel 4 otrzyma drugą połowę tego multipleksu.

W Walii S4C i Channel 4 będą mieć jedną czwartą tego multipleksu każdy.

Channel 5 zaoferuje się połowę miejsca w multipleksie o trzecim największym pokryciu (więcej niż 80%).

Wielka Brytania naciska aby uczynić start DVB-T możliwy w najkrótszym możliwie przedziale czasu. Jest rozważane, że służby mogłyby wystartować na koniec 1997.

Wspólną opinią jest, że jeśli ziemska cyfrowa TV nie wystartuje w tym przedziale czasowym, straci swoją okazję i zostanie pokonana na rynku przez cyfrowe satelity i kabel.

Wyłączenie transmisji analogowych zależy od sukcesu telewizji cyfrowej i w szczególności wchłaniania cyfrowych urządzeń wejściowych lub odbiorników. Sytuacja ta będzie ponownie poddana ocenie po 5 latach okresu pierwszej licencji lub gdy 50% domów będzie mieć urządzenia wejściowe lub odbiorniki, jeśli to wystąpi wcześniej.

5.5.3 Szwecja

W czerwcu 1995 rząd szwedzki powołał specjalną komisję do rozważenia możliwości wprowadzenia telewizji cyfrowej w Szwecji. Komisja ta przedstawiła raport w lutym 1996. Zaproponowano, że rozwój ziemskich sieci telewizji cyfrowej powinien rozpocząć się przynajmniej w 1997 roku i w pierwszym kroku dostarczenie 8 ogólnokrajowych programów powinno zakończyć się w ciągu dwóch lat.

Pierwszy etap powinien obejmować równoległą transmisję istniejących programów analogowych, nazywanych SVT1, SVT2 i TV4, jak również 5 nowych programów. W drugiej fazie sieć radiodfuzyjna powinna być zwiększona umożliwiając umieszczenie 24 programów.

Obecna ziemska analogowa TV powinna zakończyć pracę tak szybko, jak to jest możliwe, jednakże najpóźniej w okresie 10 lat po starcie ziemskiej radiodfuzji cyfrowej. W długim okresie całkowitą liczbę ogólnokrajowych możliwości programowych oszacowano na około 50.

Rząd szwedzki polecił Państwowej Agencji Pocztovej i Telekomunikacyjnej dokonanie koniecznych koordynacji częstotliwości. Wstępnie muszą być skoordynowane częstotliwości dla czterech krajowych sieci cyfrowych. Sieci te powinny bazować na istniejącej infrastrukturze. Przynajmniej jedna z nich musi posiadać możliwości transmisji regionalnej.

Państwowa Agencja Pocztova i Telekomunikacyjna powinna również oszacować możliwości koordynacji dwóch dodatkowych sieci cyfrowych.

Propozycja rządowa wprowadzenia DVB-T w Szwecji została zaprezentowana w Parlamencie w grudniu 1996. Zaproponowano, że ziemska telewizja cyfrowa powinna być wprowadzana etapami. W pierwszym etapie, rozpoczętym prawdopodobnie na jesieni 1997, radiodfuzja wystartuje w ograniczonej liczbie obszarów w Szwecji. Obszary te powinny być wybrane tak, aby uzupełniały się nawzajem na różne sposoby. Na przykład powinny być reprezentowane obszary o dużym zaludnieniu jak również obszary wiejskie. Powinny być dostępne przynajmniej dwie częstotliwości nadawania w każdym obszarze. Okres wprowadzania będzie przygotowany przez specjalnego koordynatora, którego odpowiedzialność obejmuje sugerowanie obszarów służby. Radiodfuzja TV powinna być podstawową usługą, lecz mogą zostać włączone inne usługi, takie jak usługi edukacyjne i telekomunikacyjne różnych typów. Priorytet powinny otrzymać programy lokalne i regionalne. Aktualni nadawcy TV powinni dostać możliwość dostępu.

5.5.4 Francja

Analogowa ziemska radiodifuzja jest wciąż bardzo ważna we Francji gdyż pokrycie kablowe i satelitarne jest bardzo małe. Implikuje to, że zainteresowanie ziemska telewizją cyfrową mogłoby być potencjalnie ważne we Francji, chociaż obecnie główne zainteresowanie jest zwrócone na służby analogowe.

Prowadzone są liczne prace mające na celu polepszenie ziemskiej radiodifuzji analogowej. Zaadoptowano NICAM do SECAM-u a obecnie wprowadzono go do TF1, FR2, ARTE/La Cinqieme. Prowadzone są studia nad usługami dodatkowych danych lub dźwięku, radiodifuzji analogowej 16:9 itd.

Ponieważ transmisja analogowa korzysta z ochrony pierwszej ważności, możliwe wprowadzenie telewizji cyfrowej powinno cechować się długim okresem przejściowym i rozpoczęciem transmisji w kanałach tabu.

5.5.5 Niemcy

W opinii niemieckich nadawców publicznych, wprowadzenie telewizji cyfrowej jest bardzo trudne, jeśli nie niemożliwe, z powodu braku częstotliwości dla nowych służb. Istniejące służby analogowe TV szeroko wykorzystują zakres częstotliwości UHF i VHF. Dodatkowo nie-radiodifuzyjne służby wykorzystują dodatkową pojemność w obrębie tych pasm.

Stanowiskiem niemieckich nadawców publicznych jest, że istniejące służby analogowe muszą zostać utrzymane w długim okresie czasu. Z tego powodu każda degradacja lub ograniczenie dotyczące tych służb przez wprowadzaną nową służbę jest nieakceptowana. Stanowisko to odzwierciedla pozycję niemieckich nadawców prywatnych.

Przewidywaniem Deutsche Telekom jest, że wprowadzenie DVB-T rozpocznie się na zasadach lokalnych-regionalnych. Dlatego pierwsze przeglądy widma skoncentrowano na największych miastach i centrach o dużej gęstości populacji (w całości 32 miejscach z około 25 milionami mieszkańców).

Celem jest posiadanie około 5 dostępnych kanałów na początek i pierwsze przeglądy dotyczyły pasma częstotliwości 470 - 790 MHz (kanały UHF 21 do 60). Wstawienie sygnału DVB-T w to pasmo oznacza, że wykorzystywane kanały analogowe, które muszą być ochraniać, mogą być zakłócane. Dlatego, można oczekiwać, że nie może być znalezione 5 kanałów w tym paśmie. Rozwiązaniem mogłoby być wykorzystanie kanałów w paśmie 790 - 862 MHz, tak dalece jak to jest możliwe lecz nie będą wykorzystywane do celów SFN.

Jest w interesie niektórych nadawców i Deutsche Telekom rozpoczęcie projektów pilotowych DVB-T skoro tylko dostępny będzie sprzęt (nadajniki i odbiorniki). Pierwsze testy na sprzęcie odpowiadającym DVB-T przeprowadzono w okolicach Kolonii uzyskując doskonały odbiór ruchomy, którego pierwotnie nie oczekiwano.

5.5.6 Hiszpania

Występuje wzrost wykorzystania pasm UHF spowodowany różnymi czynnikami. Pierwszym jest uruchomienie na początku 1995 planu zwiększenia pokrycia dla trzech prywatnych nadawców krajowych z 80% do 90%. Uruchamiana jest duża liczba bardzo małych stacji, głównie w mało zaludnionych obszarach wykorzystując miejsca o najniższych możliwych wysokościach w celu uzyskania osłony terenowej. Dosyłanie do tych stacji jest zrealizowane za pomocą odbioru satelitarnego. Oczekuje się, że Plan ten będzie miał mały wpływ na dostępność częstotliwości do wprowadzenia DVB-T.

W grudniu 1995 ustalono regulację, że TV lokalna na maksymalnie dwie stacje TV lokalnej w każdym mieście. Prawo dopuszcza okres przejściowy (5 lat) do wstępnego zezwolenia na nowe stacje lokalne, odnowienie tego zezwolenia jest połączone z dostępnością dystrybucji kablowej w mieście. Częstotliwości na tym etapie mogłyby być zmienione. Oczekuje się, że uchwalenie tego prawa nie przeszkodzi zmianom częstotliwości jeśli będzie odpowiednio stosowane.

Lokalne stacje TV dotyczyć będą dostępnych częstotliwości w najbardziej zaludnionych obszarach. W konsekwencji, wprowadzenie DVB-T staje się raczej trudne. Administracja hiszpańska jest uczulona na te ograniczenia i stąd wykorzystuje możliwości przeznaczania nowych kanałów TV (w obecnym czasie niedostępnych do transmisji) jedynie do wykorzystania przez telewizję cyfrową.

Z drugiej strony przyjęto Plan wprowadzenia eksperymentalnej ziemskiej transmisji cyfrowej w obszarze Madrytu. Pierwsza transmisja planowana jest pod koniec 1996. Wykorzystana będzie opcja 8k standardu.

5.5.7 Włochy

Włoska sytuacja jest stosunkowo trudna. Trzy sieci publiczne krajowe (RAI), więcej niż dziewięć krajowych sieci prywatnych (Mediaset, Telepiu, TMC i inni) oraz około 600 stacji lokalnych istnieją w zatłoczonym widmie krajowym. Pasma tradycyjne są niewystarczające do zapewnienia pokrycia ogólnokrajowego (99% populacji) dla wszystkich operatorów krajowych. Inne dodatkowe służby nie mają dostępu ze względu na brak pojemności.

W 1995 włoskie Ministerstwo Poczty zorganizowało spotkanie, na które przybyli reprezentanci krajowych i regionalnych firm nadawczych. Przedmiotem tego spotkania było wprowadzenie technologii cyfrowej do ziemskiej radiodifuzji.

Organizacje prywatne wyraziły duże zainteresowanie nowym systemem, który dzięki swym zwiększonym możliwościom może stanowić rozwiązanie, którego poszukują. Jednakże dostrzeżono pewne problemy w działaniu: wymagane są duże inwestycje ekonomiczne (nie wszyscy nadawcy mogą je ponieść), rozprzestrzenianie sprzętu cyfrowego w domach widzów (które musi być wystarczająco duże, aby uczynić system interesującym z handlowego punktu widzenia) oraz w końcu, lecz niemniej ważna dostępność widma.

Faktycznie łatwo zrozumieć, że w sytuacji włoskiej, źródła dostępnych częstotliwości do wprowadzenia DVB są bardzo ograniczone, zwłaszcza w najbardziej zaludnionych obszarach, gdzie występują główne potencjalne rynki. Stąd będzie nadzwyczaj trudno myśleć o możliwej strategii wprowadzania telewizji cyfrowej, jeśli nie zostaną podjęte radykalne decyzje na poziomie ogólnokrajowym.

Z technicznej strony, RAI i Mediaset rozpoczęły już ocenę możliwości wprowadzenia DVB i wykonano pewne próby planowania.

5.5.8 Holandia

Sytuacja rynkowa Holandii

W Holandii około 90% mieszkań posiada indywidualną subskrypcję systemu kablowego. Ogółem około 95% wszystkich mieszkań ma dostęp do telewizji kablowej. Występuje trend łączenia się operatorów kablowych, w wyniku czego sieci kablowe pokrywają coraz większe obszary. Oczekuje się, że w ciągu kilku lat pozostanie jedynie 50 stacji czołowych sieci kablowych. Największy system kablówy jest położony w Amsterdamie,

pokrywając około 600000 gospodarstw domowych. Zasadniczo sieci kablowe transmitują 20 do 30 programów, włączając trzy programy publiczne, najwięcej bo osiem programów komercyjnych z językiem holenderskim i kilka zagranicznych programów publicznych i komercyjnych. Czasami również rozsyłane są programy lokalne.

Obecnie występują trzy sieci ziemskiej telewizji mające około 100% pokrycia. Jest możliwe, że w ciągu 2 lat od chwili obecnej zbudowana zostanie regionalna sieć telewizji ziemskiej.

Komercyjne programy telewizyjne są obecnie przesyłane cyfrowo przez satelitę i przesyłane dalej w systemach kablowych (w PAL-u). Nethold uruchomił ostatnio zestaw programów holenderskojęzycznych obejmujących zarówno programy płatne jak i darmowe za pomocą satelity cyfrowego.

Perspektywy DVB-T

Ostatnio Nozema opublikowała swoje plany dotyczące ziemskiej telewizji cyfrowej. Plany obejmują transmisję grupy 12 do 20 programów poprzez ziemskie nadajniki telewizyjne w celu obsłużenia:

- 620 000 gospodarstw domowych nie posiadających połączenia kablowego;
- jako drugi lub trzeci odbiornik telewizyjny w oraz obok domów z połączeniem kablowym;
- odbiornikom telewizyjnym na kampingach i miejscach piknikowych.

Sieci ziemskiej telewizji cyfrowej zapewnią także konkurencję systemom dystrybucji kablowej.

Jednym z warunków sukcesu jest, aby służby DVB-T mogły być odbierane prostymi antenami. Jest to jedna z głównych cech DVB-T. Przez właściwy projekt sieci odbiór przenośny może być osiągnięty w większości miejskich obszarów.

Badania rynkowe

Aby określić zainteresowanie społeczeństwa odbiorem przenośnym telewizji cyfrowej przeprowadzono ankietę telefoniczną z 500 osobami. Ankietowanym powiedziano, że w przeciągu kilku lat dostępne dla ludności będą cyfrowe odbiorniki telewizyjne wyposażone w anteny prętowe.

Wyniki ankiety są następujące. Około 50% respondentów było zainteresowanych telewizją cyfrową, dla 12% zainteresowanie zależało od ceny. Około jedna trzecia nie była zainteresowana a 4% nie miało zdania.

Porównując do ceny obecnych odbiorników telewizyjnych, około 50% respondentów zainteresowanych DVB-T jest gotowych na zapłacenie dodatkowo do 500 DFL a około 17% jest gotowych zapłacić do 700 DFL więcej za odbiornik telewizyjny cyfrowy.

Aspektami, które mogłyby być ważne w podejmowaniu decyzji zakupu odbiornika telewizyjnego cyfrowego są:

- liczba usług, które mogą być odebrane (73%)
- odbiór bez połączenia kablowego (82%)
- cena (82%)

Pierwsze wyniki badań rynkowych dotyczących ziemskiej telewizji cyfrowej popierają stanowisko Nozemy, że bardzo ważnym jest odbiór przenośny, cena DVB-T (nadawania i odbioru) powinna być konkurencyjna w stosunku do innych systemów dostawczych i powinna być nadawana odpowiednia liczba programów.

Transmisje testowe

Przygotowany jest obecnie projekt pilotowy DVB-T. Projekt ten jest wynikiem współpracy Nozemy, nadawców komercyjnych i NOS. Celem jest transmisja grupy 20 programów w celu zademonstrowania możliwości odbioru przenośnego przy użyciu prostych anten odbiorczych na odbiorniku. Projekt ten zapewni pokrycie Amsterdamu i rozpocznie się w 1997 roku.

Sytuacja prawna

Rządowe prace idą w kierunku wprowadzenia ułatwień, struktury prawnej dla wprowadzenia DVB-T w Holandii. Efekty oczekiwane są w połowie 1998.

Holenderska platforma telewizyjna ma oddzielną grupę roboczą do wdrożenia ziemskiej telewizji cyfrowej.

5.5.9 Dania

W Danii istnieje dwóch krajowych nadawców publicznych, każdy transmitujący jeden program. Jeden z programów jest podzielony na programy regionalne przez część dnia. Poza ogólnokrajowymi nadawcami występuje kilku małych nadawców lokalnych.

Około 50% gospodarstw domowych odbiera ziemską transmisję bezpośrednio. Duża część z nich również odbiera ziemską transmisję z Niemiec i Szwecji. Pozostałe 50% mieszkań jest okablowanych.

Istnieją obecnie plany zwiększenia liczby krajowych programów TV. Dodatkowo istnieją zamiary nadawania w formacie 16:9 i plany przejścia po stronie produkcyjnej są w toku.

Obecnie dostępne są prawie w całym kraju częstotliwości dla trzeciej możliwej sieci analogowej.

Obecnie trwa publiczna debata nad ogólną przyszłością radiodifuzji. Debatę tę zainicjował kwestionariusz opublikowany przez Ministerstwo Kultury. Nie powiedziano wprost, że dostępne częstotliwości wykorzystywane będą przez sieć cyfrową, lecz tekst wskazuje, że taki powinien być wybór.

Oczekuje się, że istniejące programy analogowe będą zrównoleglone jako programy cyfrowe. Dwa nowe programy, wyłącznie nadawane cyfrowo, w połączeniu z pewnymi programami istniejącymi nadawanymi w formacie 16:9, będą mocnym bodźcem dla konsumentów do zakupu urządzeń cyfrowych. Lokalne programy nie będą nadawane cyfrowo we wczesnym stadium, zarówno ze względów finansowych jak i braku dostępnych częstotliwości.

5.5.10 Belgia

Belgia jest państwem federalnym, gdzie sprawy kultury, obejmując radiodifuzję i zarządzanie częstotliwościami radiodifuzyjnymi są w rękach rządów wspólnotowych (zależnie od języka).

Istnieją w Belgii trzy wspólnoty:

- Wspólnota Flamandzka, położona na północy kraju z oficjalnym językiem holenderskim;
- Wspólnota Francuska, na południu kraju z językiem oficjalnym francuskim;
- Wspólnota Niemiecka w niewielkich regionach blisko granicy Niemiec, z oficjalnym językiem niemieckim.

Belgia ma bardzo wysoką penetrację kabla obejmującą ponad 90% widzów. Kanały kablowe oferują ponad 25 programów włączając programy z innych krajów. W konsekwencji zarówno widzowie z indywidualną anteną i/lub anteną satelitarną stanowią znacznie mniejszą część całkowitej liczby domów z TV, w porównaniu z innymi krajami.

Dla wspólnoty Flamandzkiej dwa programy publicznej rozgłośni BRTN są nadawane w sposób ziemski i są odbierane zarówno przez kablowe stacje czołowe jak i pojedynczych

widzów. Przeciwnie, trzy programy nadawców komercyjnych, dwa programy Filmnet i 11 stacji regionalnych TV są rozprowadzane poprzez kabel.

Oczekuje się, że nadawca publiczny prawdopodobnie przejmie inicjatywę wprowadzenia ziemskiej służby cyfrowej w 1998 lub 1999, jest to napędzane wymogiem odbioru przenośnego.

We Flandrii, każda stacja TV jest zaplanowana (zgodnie z Planem Sztokholmskim) lecz niewykorzystywane częstotliwości są dostępne. Pozwoli to na wprowadzenie DVB-T przez konwencjonalną topologię sieci lub małe sieci SFN.

We Wspólnocie Francuskiej dwa programy RTBF i płatny program Canal Plus Belgium są nadawane w sposób ziemski i są odbierane zarówno przez stacje czołowe telewizji kablowej jak i pojedynczych widzów. Jeden program nadawcy komercyjnego RTL-TV1 jest również nadawany za pomocą transmisji ziemskiej przez nadajnik w Luksemburgu, a drugi jest nadawany w sposób kodowany przez satelitę, oba rozsyłane są przez kabel. Lokalne stacje TV są rozsyłane wyłącznie przez kabel. Stąd możliwości postawienia nowej sieci cyfrowej wydają się niewielkie. Za sprawą faktów, Konferencja Sztokholmska przeznaczyła Wspólnocie Francuskiej trzy zestawy częstotliwościowe dla każdej lokalizacji nadawczej. Skoro obecnie nadawane są trzy programy, istnieje teraz niewiele dostępnych częstotliwości dla dodatkowych służb. Podsumowując, brak częstotliwości we Wspólnocie Francuskiej jest ważną okolicznością przeciwko możliwościom wprowadzenia telewizji cyfrowej w obrębie Wspólnoty.

5.6 Rozwiązania alternatywne

5.6.1 Wstęp

Podczas okresu przejściowego większość służb cyfrowych prawdopodobnie wykorzysta wolne miejsca, które mogą być znalezione w obrębie kanałów UHF. W tych krajach, w których sieci są w pełni rozwinięte ilość wolnego miejsca jest bardzo ograniczona. Będzie to miało skutek w postaci ograniczenia osiągalnego pokrycia. Ponadto niekompatybilność między transmisją TV analogową i cyfrową będzie wymagać równoległości obu służb. Oznacza to większą zajętość widma.

Takie ograniczenia pokrycia zwiększają problem terminu zakończenia okresu przejściowego. W efekcie jego koniec zostanie osiągnięty gdy wszyscy widzowie będą mieć odbiorniki odpowiednie dla sygnałów cyfrowych. Jeśli wystąpi znaczna część widzów, którzy nie mogą ich odbierać i takich, którzy nie są wyposażeni w odbiorniki cyfrowe, jak można wyłączyć służby analogowe ?

Jednym z możliwych rozwiązań będzie uczynienie dostępnym większej ilości widma dla radiodyfuzji telewizji i wykorzystanie jej dla służb cyfrowych. Mogłoby to oczywiście być zrobione jedynie kosztem innych użytkowników.

5.6.2 Transmisja w paśmie VHF

Ponieważ system DVB-T był zaprojektowany głównie dla kanału o szerokości 8 MHz, podczas okresu przejściowego, służby cyfrowe w Europie Zachodniej będą głównie ograniczone do kanałów UHF. Z tego powodu oraz fakt niedostępności Pasma III VHF wyłącznie na potrzeby radiodyfuzji TV w przyszłości, większość studiów ograniczyła się jedynie do Pasma UHF.

Jednakże Pasma III VHF może stanowić dobre wsparcie dla wprowadzenia telewizji cyfrowej w krajach, gdzie nie ma pustych kanałów dostępnych w Paśmie UHF lub po prostu

jako dodatkowa pojemność w krytycznym momencie, gdy będzie potrzebnych więcej kanałów. Należy podkreślić, że niektóre kraje (np. Niemcy) dość poważnie rozważają możliwości wprowadzenia DVB-T (przynajmniej częściowego) w paśmie III.

5.6.3 MVDS

Alternatywnym rozwiązaniem na wprowadzenie DVB-T w krajach, gdzie jest brak pasm częstotliwości przeznaczonych dla telewizji może być transmisja MVDS w pasmach mikrofalowych.

Aby pokazać zainteresowanie w tym temacie utworzono w ramach CEPT nowy Zespół Projektowy (FM-PT29) zajmujący się MVDS.

Ponieważ kluczowym zadaniem w procesie wprowadzania jest szybkie pokrycie znacznego procentu populacji, obszarami, które będą najwcześniej pokryte będą te najgęściej zaludnione. Dlatego komórkowa technika MVDS może być wykorzystywana do dostarczania usług cyfrowych w obszarach miejskich, które zasadniczo są gęsto zaludnione. Większe, lecz mniej zaludnione obszary kraju mogą wówczas być pokryte za pomocą ziemskiego standardu DVB-T ponieważ jest tam większa możliwość znalezienia wolnych kanałów UHF.

Rozwiązanie MVDS oferuje więc możliwość szybkiego wprowadzenia ziemskiej cyfrowej TV, przy pokryciu znacznej populacji i wystarczającej pojemności do dostarczenia dużej liczby programów i skojarzonych usług.

6. Określenie minimalnej wartości użytecznego natężenia pola dla sygnałów DVB-T

Wartość minimalna użytecznego natężenia pola zależy głównie od wariantu systemu. Rodzaje wariantów podano w Tabeli 13, gdzie dla każdego z nich określono minimalną dopuszczalną wartość stosunku sygnał/szum C/N.

Tabela 13 Minimalna wartość C/N dla różnych wariantów systemu DVB-T

			Wymagany C/N dla BER=2. 10 ⁻⁴			Przepływność netto (Mbit/s)			
Wariant systemu	Modulacja	Sprawność kodu	Kanał Gaussa	Kanał Rice'a (F ₁)	Kanał Rayleigh'a (P ₁)	D/T _U =1/4	D/T _U =1/8	D/T _U =1/16	D/T _U =1/32
A1	QPSK	1/2	3.1	3.6	5.4	4.98	5.53	5.85	6.03
A2	QPSK	2/3	4.9	5.7	8.4	6.64	7.37	7.81	8.04
A3	QPSK	3/4	5.9	6.8	10.7	7.46	8.29	8.78	9.05
A5	QPSK	5/6	6.9	8.0	13.1	8.29	9.22	9.76	10.05
A7	QPSK	7/8	7.7	8.7	16.3	8.71	9.68	10.25	10.56
B1	16-QAM (M1 **)	1/2	8.8	9.6	11.2	9.95	11.06	11.71	12.06
B2	16-QAM	2/3	11.1	11.6	14.2	13.27	14.75	15.61	16.09
B3	16-QAM	3/4	12.5	13.0	16.7	14.93	16.59	17.56	18.10
B5	16-QAM	5/6	13.5	14.4	19.3	16.59	18.43	19.52	20.11
B7	16-QAM	7/8	13.9	15.0	22.8	17.42	19.35	20.49	21.11
C1	64-QAM (M2 **)	1/2	14.4	14.7	16.0	14.93	16.59	17.56	18.10
C2	64-QAM (M3 **)	2/3	16.5	17.1	19.3	19.91	22.12	23.42	24.13
C3	64-QAM	3/4	18.0	18.6	21.7	22.39	24.88	26.35	27.14
C5	64-QAM	5/6	19.3	20.0	25.3	24.88	27.65	29.27	30.16
C7	64-QAM	7/8	20.1	21.0	27.9	26.13	29.03	30.74	31.67

Osobno dla transmisji na około 2000 nośnych OFDM (system 2k) oraz 8000 nośnych określono oznaczenia systemów w Tabeli 14

Tabela 14 Oznaczenia systemów DVB-T

Oznaczenie	Liczba nośnych	Odstęp ochronny
A	2k	1/32
B	2k	1/16
C	2k	1/8
D	2k	1/4
E	8k	1/32
F	8k	1/16
G	8k	1/8
H	8k	1/4

W tabeli poniżej podano wartości zysków kierunkowych anten stosowanych przy wyznaczaniu minimalnej wartości natężenia pola użytecznego (Tabela 15) oraz straty doprowadzeń (Tabela 16)

Tabela 15. Zyski anten kierunkowych

200 MHz	500 MHz	800 MHz
7 dB	10 dB	12 dB

Tabela 16. Straty doprowadzeń

200 MHz	500 MHz	800 MHz
2 dB	3 dB	5 dB

Minimalna użyteczna wartość natężenia pola zależy głównie od stosunku C/N (różnego dla różnych typów modulacji i rodzaju odbioru). W Tabeli 17 podano wartości minimalnego natężenia pola dla różnych prawdopodobieństw pokrycia terenu.

Tabela 17 Minimalna wartość mediany natężenia pola w zakresie III, IV i V przy odbiorze z anteną stałą

Częstotliwość	f {MHz}	200					500					800				
Minimalny C/N wymagany przez system	{dB}	2	8	14	20	26	2	8	14	20	26	2	8	14	20	26
Min. równoważne napięcie wejściowe odbiornika, 75 Ω	$U_{s,min}$ {dBμV}	13	19	25	31	37	13	19	25	31	37	13	19	25	31	37
Straty doprowadzenia (fidera)	L_f {dB}	2					3					5				
Zysk anteny odniesiony do dipola półfalowego	G_D {dB}	7					10					12				
Skuteczna apertura anteny	A_a {dBm ² }	1,7					-3,3					-5,4				
Min równoważne natężenie pola w miejscu odbioru	E_{min} {dBμV/m}	20	26	32	38	44	26	32	38	44	50	30	36	42	48	54
Margines na zakłócenia przemysłowe	P_{min} {dB}	1					0					0				

Prawdopodobieństwo miejsc: 70%

Współczynnik korekcji miejsc	C_1 {dB}	2,9					2,9					2,9				
Minimalna wartość mediany równoważnego natężenia pola na wysokości 10 m nad przeciętnym poziomem terenu dla 50% czasu i 50% miejsc	E_{med} {dBμV/m}	24	30	36	42	48	29	35	41	47	53	33	39	45	51	57

Prawdopodobieństwo miejsc: 95%

Współczynnik korekcji miejsc	C_1 {dB}	9					9					9				
Minimalna wartość mediany równoważnego natężenia pola na wysokości 10 m nad przeciętnym poziomem terenu dla 50% czasu i 50% miejsc	E_{med} {dBμV/m}	30	36	42	48	54	35	41	47	53	59	39	45	51	57	63

Dla kanałów 7 MHz, od wartości w tabeli należy odjąć 0.6 dB.

Dla odbioru przenośnego w domu należy uwzględnić ponadto tłumienie budynków podane w Tabeli 18.

Tabela 18. Tłumienia budynków

Pasma	Mediana	Odchylenie standardowe
VHF	8 dB	3 dB
UHF	7 dB	6 dB

W związku z tym dla odbioru przenośnego do celów planowania stosuje się następujące współczynniki korekcyjne (Tabela 19)

Tabela 19. Współczynniki korekcyjne odbioru przenośnego wewnątrz budynków

Obszar pokrycia	VHF	UHF
> 95%	10 dB	14 dB
> 70%	3 dB	4 dB

Dla odbioru przenośnego należy stosować następujące wartości minimalnego natężenia pola:

Tabela 20. Minimalna wartość mediany natężenia pola w zakresie III przy odbiorze przenośnym na zewnątrz budynków (Klasa A)

Częstotliwość	f {MHz}	200				
Minimalny C/N wymagany przez system	{dB}	2	8	14	20	26
Min. Równoważne napięcie wejściowe odbiornika, 75 Ω	$U_{s \text{ min}}$ {dB μ V}	13	19	25	31	37
Zysk anteny odniesiony do dipola półfalowego	G_D {dB}	-2.2				
Skuteczna apertura anteny	A_a {dBm ² }	-7.5				
Min równoważne natężenie pola w miejscu odbioru	E_{min} {dB μ V/m}	27	33	39	45	51
Margines na zakłócenia przemysłowe	P_{mmn} {dB}	1				
Straty wysokości	L_h {dB}	10				

Prawdopodobieństwo miejsc: 70%

Współczynnik korekcji miejsc	C_1 {dB}	2.9				
Minimalna wartość mediany równoważnego natężenia pola na wysokości 10 m nad przeciętnym poziomem terenu dla 50% czasu i 50% miejsc	E_{med} {dB μ V/m}	41	47	53	59	65

Prawdopodobieństwo miejsc: 95%

Współczynnik korekcji miejsc	C_1 {dB}	9				
Minimalna wartość mediany równoważnego natężenia pola na wysokości 10 m nad przeciętnym poziomem terenu dla 50% czasu i 50% miejsc	E_{med} {dB μ V/m}	47	53	59	65	71

Tabela 21 Minimalna wartość mediany natężenia pola w zakresie IV przy odbiorze przenośnym na zewnątrz budynków (Klasa A)

Częstotliwość	f {MHz}	500				
Minimalny C/N wymagany przez system	{dB}	2	8	14	20	26
Min. równoważne napięcie wejściowe odbiornika, 75 Ω	$U_{s\ min}$ {dB μ V}	13	19	25	31	37
Zysk anteny odniesiony do dipola półfalowego	G_D {dB}	0				
Skuteczna apertura anteny	A_a {dBm ² }	-13,3				
Min równoważne natężenie pola w miejscu odbioru	E_{min} {dB μ V/m}	33	39	45	51	57
Margines na zakłócenia przemysłowe	P_{mnn} {dB}	0				
Straty wysokości	L_h {dB}	12				

Prawdopodobieństwo miejsc: 70%

Współczynnik korekcji miejsc	C_{ic} {dB}	2,9				
Minimalna wartość mediany równoważnego natężenia pola na wysokości 10 m nad przeciętnym poziomem terenu dla 50% czasu i 50% miejsc	E_{med} {dB μ V/m}	48	54	60	66	72

Prawdopodobieństwo miejsc: 95%

Współczynnik korekcji miejsc	C_{ic} {dB}	9				
Minimalna wartość mediany równoważnego natężenia pola na wysokości 10 m nad przeciętnym poziomem terenu dla 50% czasu i 50% miejsc	E_{med} {dB μ V/m}	54	60	66	72	78

Tabela 22 Minimalna wartość mediany natężenia pola w zakresie V przy odbiorze przenośnym na zewnątrz budynków (Klasa A)

Częstotliwość	f {MHz}	800				
Minimalny C/N wymagany przez system	{dB}	2	8	14	20	26
Min. Równoważne napięcie wejściowe odbiornika, 75 Ω	$U_{s \min}$ {dBμV}	13	19	25	31	37
Zysk anteny odniesiony do dipola półfalowego	G_D {dB}	0				
Skuteczna apertura anteny	A_a {dBm ² }	-17.4				
Min równoważne natężenie pola w miejscu odbioru	E_{\min} {dBμV/m}	37	43	49	55	61
Margines na zakłócenia przemysłowe	P_{mmn} {dB}	0				
Straty wysokości	L_h {dB}	12				

Prawdopodobieństwo miejsc: 70%

Współczynnik korekcji miejsc	C_1 {dB}	2.9				
Minimalna wartość mediany równoważnego natężenia pola na wysokości 10 m nad przeciętnym poziomem terenu dla 50% czasu i 50% miejsc	E_{med} {dBμV/m}	52	58	64	70	76

Prawdopodobieństwo miejsc: 95%

Współczynnik korekcji miejsc	C_1 {dB}	9				
Minimalna wartość mediany równoważnego natężenia pola na wysokości 10 m nad przeciętnym poziomem terenu dla 50% czasu i 50% miejsc	E_{med} {dBμV/m}	58	64	70	76	82

Tabela 23 Minimalna wartość mediany natężenia pola w zakresie III przy odbiorze przenośnym wewnątrz domu na parterze (Klasa B)

Częstotliwość	f {MHz}	200				
Minimalny C/N wymagany przez system	{dB}	2	8	14	20	26
Min. równoważne napięcie wejściowe odbiornika, 75 Ω	$U_{s \min}$ {dBμV}	13	19	25	31	37
Zysk anteny odniesiony do dipola półfalowego	G_D {dB}	-2.2				
Skuteczna apertura anteny	A_a {dBm ² }	-7.5				
Min równoważne natężenie pola w miejscu odbioru	E_{\min} {dBμV/m}	27	33	39	45	51
Margines na zakłócenia przemysłowe	P_{mmn} {dB}	1				
Straty wysokości	L_h {dB}	10				
Tłumienie budynku	L_b {dB}	8				

Prawdopodobieństwo miejsc: 70%

Współczynnik korekcji miejsc	C_1 {dB}	3				
Minimalna wartość mediany równoważnego natężenia pola na wysokości 10 m nad przeciętnym poziomem terenu dla 50% czasu i 50% miejsc	E_{med} {dBμV/m}	49	55	61	67	73

Prawdopodobieństwo miejsc: 95%

Współczynnik korekcji miejsc	C_1 {dB}	10				
Minimalna wartość mediany równoważnego natężenia pola na wysokości 10 m nad przeciętnym poziomem terenu dla 50% czasu i 50% miejsc	E_{med} {dBμV/m}	56	62	68	74	80

Tabela 24. Minimalna wartość mediany natężenia pola w zakresie IV przy odbiorze przenośnym wewnątrz domu na parterze (Klasa B)

Częstotliwość	f {MHz}	500				
Minimalny C/N wymagany przez system	{dB}	2	8	14	20	26
Min. Równoważne napięcie wejściowe odbiornika, 75 Ω	$U_{s\ min}$ {dB μ V}	13	19	25	31	37
Zysk anteny odniesiony do dipola półfalowego	G_D {dB}	0				
Skuteczna apertura anteny	A_a {dBm ² }	-13.3				
Min równoważne natężenie pola w miejscu odbioru	E_{min} {dB μ V/m}	33	39	45	51	57
Margines na zakłócenia przemysłowe	P_{mmn} {dB}	0				
Straty wysokości	L_h {dB}	12				
Tłumienie budynków	L_b {dB}	7				

Prawdopodobieństwo miejsc: 70%

Współczynnik korekcji miejsc	C_1 {dB}	4				
Minimalna wartość mediany równoważnego natężenia pola na wysokości 10 m nad przeciętnym poziomem terenu dla 50% czasu i 50% miejsc	E_{med} {dB μ V/m}	56	62	68	74	80

Prawdopodobieństwo miejsc: 95%

Współczynnik korekcji miejsc	C_1 {dB}	14				
Minimalna wartość mediany równoważnego natężenia pola na wysokości 10 m nad przeciętnym poziomem terenu dla 50% czasu i 50% miejsc	E_{med} {dB μ V/m}	66	72	78	84	90

Tabela 25. Minimalna wartość mediany natężenia pola w zakresie V przy odbiorze przenośnym wewnątrz domu na parterze (Klasa B)

Częstotliwość	f {MHz}	800				
Minimalny C/N wymagany przez system	{dB}	2	8	14	20	26
Min. równoważne napięcie wejściowe odbiornika, 75 Ω	$U_{s\ min}$ {dB μ V}	13	19	25	31	37
Zysk anteny odniesiony do dipola półfalowego	G_D {dB}	0				
Skuteczna apertura anteny	A_a {dBm ² }	-17.4				
Min równoważne natężenie pola w miejscu odbioru	E_{min} {dB μ V/m}	37	43	49	55	61
Margines na zakłócenia przemysłowe	P_{mmn} {dB}	0				
Straty wysokości	L_h {dB}	12				
Tłumienie budynków	L_b {dB}	7				

Prawdopodobieństwo miejsc: 70%

Współczynnik korekcji miejsc	C_1 {dB}	4				
Minimalna wartość mediany równoważnego natężenia pola na wysokości 10 m nad przeciętnym poziomem terenu dla 50% czasu i 50% miejsc	E_{med} {dB μ V/m}	60	66	72	78	84

Prawdopodobieństwo miejsc: 95%

Współczynnik korekcji miejsc	C_1 {dB}	14				
Minimalna wartość mediany równoważnego natężenia pola na wysokości 10 m nad przeciętnym poziomem terenu dla 50% czasu i 50% miejsc	E_{med} {dB μ V/m}	70	76	82	88	94

7. Współczynniki ochronne dla ziemskiej telewizji cyfrowej

7.1 Zakłócenia wzajemne pomiędzy sygnałami DVB-T

W tabeli 26. podano współczynniki ochronne przy zakłóceniach wspólnokanałowych dla ziemskiej telewizji cyfrowej

Tabela 26. Współczynnik ochronny (dB) przy zakłóceniach wspólnokanałowych dla DVB-T zakłócanej przez DVB-T

Modulacja	Δ/T_u	PR (*) Gaussian	PR (**) Rice	PR (**) Rayleigh
QPSK	1/2	5	7	8
16-QAM	1/2		13	14
16-QAM	3/4	14	16	20
64-QAM	1/2		18	19
64-QAM	2/3	19	20	22

(*) Rezultat otrzymany w wyniku pomiarów dla FFT 2K; (**) Wynik extrapolowany

Współczynnik ochronny przy zakłóceniach sąsiedniokanałowych i od kanału lustrzanego przyjmuje wartość -40 dB.

Współczynnik przy zakłóceniach zachodzących na kanał wyznacza się z następującej zależności:

$$PR = PR(CCI) + 10 \log_{10} (BO / BW)$$

PR(CCI) - współczynnik ochronny przy zakłóceniach wspólnokanałowych

BO - pasmo (MHz) w którym dwa sygnały DVB-T zachodzą

BW - pasmo (MHz) pożądanego sygnału

PR = -40 dB jeśli na podstawie powyższego wzoru otrzymamy $PR < -40$ dB

Współczynniki ochronne dla pożądanego sygnału DVB-T stosuje się zarówno w przypadku wystąpienia zakłóceń troposferycznych jak i ciągłych od analogowej stacji telewizyjnej.

W poniższych tabelach podane są wartości współczynnika ochronnego dla przypadku ogólnego tzn. wystąpienia nie kontrolowanej częstotliwości offsetu.

7.2 Wspólnokanałowy współczynnik ochronny

Tabela 27. Współczynnik ochronny (dB) przy zakłóceniach wspólnokanałowych dla DVB-T 7 i DVB-T 8 MHz zakłócanej przez telewizję analogową (pod warunkiem nie kontrolowanej częstotliwości offsetu)

Konstelacja	Współczynnik ochronny														
	QPSK					16QAM					64 QAM				
Sprawność kodowania	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
Tryb wg ITU						M1					M2	M3			
PAL/SECAM z teletekstem i nośną dźwięku	-12	-8	-5	2	6	-8	-4	0	9	16	-3	4	10	17	24

Uwzględniono PAL/SECAM z różnymi nośnymi dźwięku używanymi w Europie:

MONO FM na pojedynczej podnośnej o poziomie -10 dB w stosunku do nośnej wizji;

PODWÓJNA FM i FM + NICAM o dwóch podnośnych z poziomami -13 dB i -20 dB;

AM + NICAM na dwóch podnośnych dźwięku odpowiednio -10 dB i -27dB.

Współczynniki te odnoszą się do aktualnych pomiarów systemu DVB-T o liczbie nośnych 2k. Istnieje jednak przekonanie, że w przypadku systemu 8k wyniki nie będą się różnić więcej niż 3dB.

7.3 Zakłócenia od sąsiedniego kanału leżącego poniżej (n-1)

Tabela **Błąd! Nieznany argument przełącznika.8**. Współczynnik ochronny (dB) dla DVB-T zakłócanej przez telewizję analogową w kanale leżącym poniżej (n-1)

Pożyczany sygnał			Zakłócający sygnał					
System	BW	Tryb	PAL B	PAL G,B1	PAL I	PAL D,K	SECAM L	SECAM D,K
DVB-T	8 MHz	M1			-43			
		M2			-38			
		M3			-34			
DVB-T	7 MHz	M1	-43					
		M2	-40					
		M3	-37					

7.4 Zakłócenia od sąsiedniego kanału leżącego powyżej (n+1)

Tabela 29. Współczynnik ochronny (dB) dla DVB-T zakłócanej przez telewizję analogową w kanale leżącym powyżej (n+1)

Požadany sygnał			Zakłócający sygnał					
System	BW	Tryb	PAL B	PAL B1, G	PAL I	PAL D,K	SECAM L	SECAM D,K
DVB-T	8 MHz	M1			-46			
		M2			-40			
		M3			-38			
DVB-T	7 MHz	M1	-43					
		M2	-38					
		M3	-36					

7.5 Zakłócenia od lustrzanego kanału

Tabela 30. Współczynnik ochronny (dB) dla DVB-T zakłócanej przez telewizję analogową w kanale lustrzanym

Požadany sygnał			Zakłócający sygnał					
System	BW	Tryb	PAL B	PAL G,B1	PAL I	PAL D,K	SECAM L	SECAM D,K
DVB-T	8 MHz	M1			-58			
		M2			-50			
		M3			-46			

7.6 Zakłócenia od kanałów zachodzących na siebie

W poniższych tabelach przyjęto Δf równą nośnej dźwięku dla analogowej telewizji minus środkowa częstotliwość sygnału DVB-T.

Tabela 31. Współczynnik ochronny (dB) dla DVB-T 8 MHz zakłócanej przez zachodzący kanał PAL B

DVB-T 8 MHz (ITU-M3, 64 QAM, kod =2/3)													
Δf (MHz)	-9.75	-9.25	-8.75	-8.25	-6.75	-3.95	-3.75	-2.75	-0.75	2.25	3.25	4.75	5.25
PR	-37	-14	-8	-4	-2	1	4	4	4	2	-1	-29	-36

Tabela 32. Współczynnik ochronny (dB) dla DVB-T 7 MHz zakłócanej przez zachodzący kanał PAL B1, D

DVB-T 7 MHz (ITU-M3, 64 QAM kod =2/3)													
Δf (MHz) dla B1	-9.25	-8.75	-8.25	-7.75	-6.25	-3.45	-3.25	-2.25	-1.25	-1.75	2.75	4.25	4.75
Δf (MHz) dla D	-10.25	-9.75	-9.25	-8.75	-7.25	-3.45	-3.25	-2.25	-1.25	-1.75	2.75	4.25	4.75
PR	-37	-14	-8	-4	-2	1	4	4	4	2	-1	-29	-36

7.7 Zakłócenia telewizji analogowej od DVB-T

Współczynnik ochronny jest definiowany jako wymagana wartość stosunku pożądanego sygnału telewizji analogowej do niepożądanego sygnału cyfrowego. Zakłócenia troposferyczne odpowiadają pogorszeniu w stopniu 3, tzn. akceptowane są w małym procencie czasu, pomiędzy 1% a 10%. Zakłócenia ciągłe odpowiadają pogorszeniu w stopniu 4, tzn. akceptowane są w 50% czasu.

7.7.1 Wspólnokanałowy współczynnik ochronny

Tabela 33. Współczynnik ochronny (dB) dla analogowego sygnału wizji TV zakłócanego przez DVB-T 8 MHz w tym samym kanale

Pożyczany system telewizji analogowej	Zakłócenia troposferyczne	Zakłócenia ciągłe
PAL B, B1, G, D, K	34	40
PAL I	37	41
SECAM L	37	42
SECAM D,K	35	41

Tabela 34. Współczynnik ochronny (dB) dla analogowego sygnału wizji TV zakłócanego przez DVB-T 7 MHz w tym samym kanale

Pożyczany system telewizji analogowej	Zakłócenia troposferyczne	Zakłócenia ciągłe
PAL B	35	41

7.7.2 Zakłócenia od sąsiedniego kanału leżącego poniżej (n-1)

Tabela 35. Współczynnik ochronny (dB) dla analogowego sygnału wizji TV zakłócanego przez DVB-T 8 MHz w kanale leżącym poniżej (n-1)

Pożądany system telewizji analogowej	Zakłócenia troposferyczne	Zakłócenia ciągłe
PAL B1, G, D, K	-7	-4
PAL I	-8	-4
SECAM L	-9	-7
SECAM D,K	-5	-1

7.7.3 Zakłócenia od sąsiedniego kanału leżącego powyżej (n+1)

Tabela 36. Współczynnik ochronny (dB) dla analogowego sygnału wizji TV zakłócanego przez DVB-T 8 MHz w kanale leżącym powyżej (n+1)

Pożądany system telewizji analogowej	Zakłócenia troposferyczne	Zakłócenia ciągłe
PAL B1, G	-9	-7
PAL I	-10	-6
SECAM L	-1	-1
SECAM D, K	-8	-5
PAL D, K		

Tabela 36a. Współczynnik ochronny (dB) dla analogowego sygnału wizji TV zakłócanego przez DVB-T 7 MHz w kanale leżącym powyżej (n+1)

Pożądany system telewizji analogowej	Zakłócenia troposferyczne	Zakłócenia ciągłe
PAL B	-5	-3

7.7.4 Zakłócenia od kanału lustrzanego

Tabela 37. Współczynnik ochronny (dB) dla analogowego sygnału wizji TV zakłócanego przez DVB-T 7 MHz w kanale lustrzanym

Pożądaný system telewizji analogowej	Niepożądaný kanał DVB-T	Zakłócenia troposferyczne	Zakłócenia ciągłe
PAL B1, G	n + 9	-19	-15
PAL I	n + 9		
SECAM L	n - 9	-25	-22
SECAM D, K	n + 8	-16	-11
SECAM D, K	n + 9	-16	-11
PAL D, K	n + 8		
PAL D, K	n + 9		

7.7.5 Zakłócenia od kanałów zachodzących na siebie

Tabela 38. Współczynnik ochronny (dB) dla PAL B1, D zakłócanego przez zachodzący kanał DVB-T 7 MHz

Różnica częstotliwości (MHz) między DVB-T i sygnałem PAL	Zakłócenia troposferyczne	Zakłócenia ciągłe
Środkowa częstotliwość sygnału DVB-T minus nośna wizji sygnału analogowej telewizji		
-7.75	-13	-8
-4.75 kanał n - 1	-10	-4
-4.25	-4	2
-3.75	14	21
-3.25	25	32
-2.75	31	37
-1.75	34	41
-0.75	35	41
2.25 wspólny kanał n	35	41
4.25	35	41
5.25	32	38
7.25	25	34
7.75	20	29
8.25	6	13
8.75	-5	-2
9.25 kanał n + 1	-7	-4
12.25	-9	-3

Tabela 39. Współczynnik ochronny (dB) dla PAL B1, D zakłócanego przez zachodzący kanał DVB-T 7 MHz

Różnica częstotliwości (MHz) między DVB-T i sygnałem PAL	Zakłócenia troposferyczne	Zakłócenia ciągłe
Środkowa częstotliwość sygnału DVB-T minus nośna wizji sygnału analogowej telewizji		
-7.25	-11	-6
-5.25	-10	-1
-3.75	13	20
-3.25	24	31
-2.75	30	36
-2.25	33	40
-1.25	34	40
-0.25	34	40
2.75 wspólny kanał n	34	40
4.75	34	40
5.75	33	39
7.75	27	35
8.25	24	33
8.75	19	28
9.25	5	12
10.75	-5	-3
12.75	-7	-2

7.8 Zakłócenia sygnału fonii telewizji analogowej od DVB-T

Tabela 40. Współczynnik ochronny (dB) dla sygnału fonii telewizji analogowej zakłócanej przez DVB-T

Współczynnik ochronny w dB		Sygnał zakłócający	
Požadany sygnał fonii		DVB-T 7 MHz	DVB-T 8 MHz
FM	Troposferyczne	6	5
	Ciągłe	16	15
AM	Troposferyczne		
	Ciągłe		
NICAM System B, B1, G	Troposferyczne		
	Ciągłe		
NICAM System L	Troposferyczne		
	Ciągłe		
NICAM System I	Troposferyczne		
	Ciągłe		

W tabeli 40 podano współczynnik ochronny jeśli różnica między częstotliwością środkową sygnału fonii a częstotliwością środkową DVB-T równa jest 0 MHz

Tabela 41. Współczynnik ochronny (dB) dla sygnału fonii FM telewizji analogowej zakłócanej przez DVB-T 8 MHz

DVB-T 8 MHz (Δf - różnica częstotliwości środkowej sygnału DVB-T i częstotliwości środkowej sygnału FM w MHz)									
Różnica częstotliwości Δf	-5*	-4.2*	-4	-3.5	0	3.5	4	4.2	4.5
Zakłócenia troposferyczne	-1	-1	4	5	5	4	2	-18	-33
Zakłócenia Ciągłe	8	8	13	15	15	14	11	-12	-28

Tabela 42. Współczynnik ochronny (dB) dla sygnału fonii FM telewizji analogowej zakłócanej przez DVB-T 8 MHz

DVB-T 7 MHz (Δf - różnica częstotliwości środkowej sygnału DVB-T i częstotliwości środkowej sygnału FM w MHz)									
Różnica częstotliwości Δf	-5*	-3.7*	-3.5	-3	0	3	3.5	3.7	> 4
Zakłócenia troposferyczne	0	0	5	6	6	5	3	-17	< -32
Zakłócenia Ciągłe	9	9	14	16	16	15	12	-11	< -27

7.9 Zakłócenia DVB-T od T-DAB

Tabela 43. Współczynnik ochronny (dB) dla DVB-T 8 MHz zakłócanej przez T-DAB

DVB-T 8 MHz (ITU Tryb M3, 64 QAM, kod 2/3)									
Δf = Środkowa częstotliwość T-DAB minus środkowa częstotliwość DVB-T									
Δf (MHz)	-5	-4.2	-4	-3	0	3	4	4.2	5
PR	-30	-6	-5	28	29	28	-5	-6	-30

Tabela 44. Współczynnik ochronny (dB) dla DVB-T 7 MHz zakłócanej przez T-DAB

DVB-T 7 MHz (ITU Tryb M3, 64 QAM, kod 2/3)									
Δf = Środkowa częstotliwość T-DAB minus środkowa częstotliwość DVB-T									
Δf (MHz)	-4.5	-3.7	-3.5	-2.5	0	2.5	3.5	3.7	4.5
PR	-30	-6	-5	28	29	28	-5	-6	-30

7.10 Zakłócenia T-DAB od DVB-T

Tabela 45. Współczynnik ochronny (dB) dla T-DAB zakłócanego przez DVB-T 8 MHz

DVB-T 8 MHz (ITU Tryb M3, 64 QAM, kod 2/3)									
Δf = Środkowa częstotliwość DVB-T minus środkowa częstotliwość T-DAB									
Δf (MHz)	-5	-4.2	-4	-3	0	3	4	4.2	5
PR	-50	-1	0	1	1	1	0	-1	-50

Tabela 46. Współczynnik ochronny (dB) dla T-DAB zakłócanego przez DVB-T 7 MHz

DVB-T 7 MHz (ITU Tryb M3, 64 QAM, kod 2/3)									
Δf = Środkowa częstotliwość DVB-T minus środkowa częstotliwość T-DAB									
Δf (MHz)	-4.5	-3.7	-3.5	-2.5	0	2.5	3.5	3.7	4.5
PR	-49	0	1	2	2	2	1	0	-49

8. Kompatybilność DVB-T z innymi służbami

W widmie radiowym, w którym wprowadzana będzie DVB-T poza służbami radiodifuzyjnymi ulokowane są także inne służby. Pełną listę innych służb pracujących w paśmie telewizyjnym III oraz w pasmach IV i V podano w Tabelach 47 i 48. Dane te dotyczą wszystkich służb poza radiodifuzyjnymi pracujących w tych pasmach na obszarze Europy. W Polsce wstępnie przewiduje się uruchamianie systemu DVB-T w pasmach IV i V. Innymi służbami, potencjalnie konfliktowymi z DVB-T są: wojskowe systemy identyfikacyjne IFF w kanałach 44, 45, 46, system identyfikacyjny o aktywnej odpowiedzi (SOD) w kanałach 53, 54, 55, systemy wojskowe radionawigacji lotniczej RSNB w kanałach 61-63, radarowy system radionawigacji lotniczej RSP w kanałach 66-69, radioastronomia w kanale 38 oraz system telefonii wiejskiej punkt-wiele punktów w kanale 65 pracujący w systemie CDMA według standardu IS95.

Tabela 47
Lista innych służb w paśmie III

Służba	Częstotliwość (MHz)	Kraj	Identyfikator służby	Dostępna informacja T/N
SAP/SAB	173.7 - 230	Wielka Brytania	NR, NS, NT	T, T, T
SAP/SAB	174 - 223	Niemcy	NR	T
SAP/SAB	175.5 - 178.5 183.5 - 186.5	Francja	NX	N
SAP/SAB	181 - 216	Holandia	NR, NS, NT	T, T, T
SAP/SAB	174.3 - 178.5	Szwecja	NY	N
SAP/SAB	174 - 230	Włochy	NR	T
SAP/SAB	174 - 195	Hiszpania	NR	T
SAP/SAB	174 - 230	Belgia	NR	T
SAP/SAB	174 - 230	Szwajcaria	NR	T
SAP/SAB	174 - 230	Portugalia	NR	T
SAP/SAB	174 - 230	Słowacja	NW	N
SAP/SAB	174 - 223	Luksemburg	NR	T
Telemetria medyczna	218 - 221	Holandia	LA	T
Telemetria medyczna	174 - 230	Szwajcaria	LA	T
Telemetria medyczna	174 - 176	Belgia	LA	T
Aparaty słuchowe	174 - 223	Niemcy	LB	T
Aparaty słuchowe	173.35 - 175.02	Wielka Brytania	LB	T
Urządzenia krótkiego zasięgu	223.5 - 225	Francja	LC	T
PMR System trankingowy	174 - 217	Wielka Brytania	MT	T

PMR System trankingowy	223 - 230	Hiszpania	MT	T
System łączności ruchomej	174 - 223	Francja	MM	T
System łączności ruchomej	174 - 230	Włochy	MM	T
System łączności ruchomej	174 - 181	Holandia	MM	T
Wojskowe linie radiowe	174 - 223	Europa Wschodnia	FX	N
Systemy obronne	225 - 230	Belgia	XE	N
Służby wojskowe	223 - 230	Francja	XF	N
Służby wojskowe	223 - 225	Luksemburg	XF	N

Tabela 48

Lista innych służb w pasmach IV i V

Służba ruchoma: 470 do 790 MHz, drugiej ważności w pewnych krajach zgodnie z S5.296 790 do 862 MHz, pierwszej ważności w pewnych krajach zgodnie z S5.316				
Służba	Częstotliwość (MHz)	Kraj	Identyfikator służby	Dostępna informacja T/N
SAP/SAB	468 - 862 z ograniczeniami regionalnymi	Wielka Brytania	NR, NS, NT	T, T, T
SAP/SAB	470 - 608 614 - 790 798 - 830	Niemcy	NR, NS, NT	T, T, T
SAP/SAB	470 - 830	Francja	NA	N
SAP/SAB	800 - 820	Dania	NR, NS	T, T
SAP/SAB	800 - 814 471 - 476.45 854 - 862	Szwecja	NR	T
SAP/SAB	800 - 820	Norwegia	NR	T
SAP/SAB	470 - 790	Holandia	NR, NS, NT	T, T, T
SAP/SAB	470 - 790 830 - 862	Hiszpania	NR, NT	T, T
SAP/SAB	470 - 862	Szwajcaria	NR	T
SAP/SAB	470 - 790	Austria	NR	T
SAP/SAB	470 - 478 486 - 494 800.1 - 819.9 855.5 - 861.875	Finlandia	NR	T
SAP/SAB	470 - 862	Włochy	NR	T
SAP/SAB	470 - 790	Belgia	NT, NS	T, T
SAP/SAB	470 - 862	Portugalia	NR	T
SAP/SAB	470 - 530 570 - 630	Słowacja	ND	N
Ruchome lądowe/ENG	470 - 790	Szwajcaria	NE	N
Ruchome lądowe /ENG	470 - 478	Norwegia	NF	N
Kamery wideo	790 - 862	Szwajcaria	NG	N
Taktyczne linie radiowe	790 - 862	Niemcy	MF	T
Taktyczne linie radiowe	830 - 862	Francja	MF	T
Taktyczne linie radiowe	790 - 862 (10 MHz w	Dania	MF	T

Służba ruchoma: 470 do 790 MHz, drugiej ważności w pewnych krajach zgodnie z S5.296 790 do 862 MHz, pierwszej ważności w pewnych krajach zgodnie z S5.316				
Służba	Częstotliwość (MHz)	Kraj	Identyfikator służby	Dostępna informacja T/N
	obręb pasma)			
Taktyczne linie radiowe	790 - 798 798 - 806 846 - 854 854 - 862	Holandia	MD	T
Taktyczne linie radiowe	838 - 854	Portugalia	MC	N
Taktyczne linie radiowe	838 - 862	Grecja	MF	T
Taktyczne linie radiowe	840 - 862	Belgia	MA	N
Taktyczne linie radiowe	790 - 854	Luksemburg	MA	N

Służby ruchome: 470 do 790 MHz, drugiej ważności w pewnych krajach zgodnie z S5.296 790 do 862 MHz, pierwszej ważności w pewnych krajach zgodnie z S5.316				
Służba	Częstotliwość (MHz)	Kraj	Identyfikator służby	Dostępna informacja T/N
Ruchome lądowe	790 - 800.1 819.9 - 855.5 861.875 - 862	Finlandia	MG	N
Łącza ruchome	830 - 862	Hiszpania	MH	T

Służby stałe: 470 do 790 MHz: brak przeznaczenia w RR 790 do 862 MHz: pierwszej ważności				
Służba	Częstotliwość (MHz)	Kraj	Identyfikator służby	Dostępna informacja T/N
Łącza stałe	790 - 862	Norwegia	FA	T
Łącza stałe	790 - 862	Belgia	FB	N
Stale (wyłącznie odbiór)	852 - 860	Norwegia	FC	N
Łącza stałe (Studio-nadajnik)	790 - 862	Norwegia	GN	N
Łącza stałe (Studio-nadajnik)	838.75 - 852.25	Portugalia	GP	T
Łącza stałe (Studio-nadajnik)	830 - 862	Hiszpania	GS	T
Wojskowe łącza stałe	822 - 862	Portugalia	FM	T
Punkt-wiele punktów	845 - 849	Czechy	EC	N
Punkt-wiele punktów	824 - 830	Polska	EP	N

Radionawigacja lotnicza: Pierwszej ważności zgodnie z przepisem S5.312 od 645 do 862 MHz w niektórych krajach				
Służba	Częstotliwość (MHz)	Kraj	Identyfikator służby	Dostępna informacja T/N
Radionawigacja lotnicza	800 - 808	Węgry	AA	T
Radionawigacja lotnicza	734 - 742 796 - 808	Czechy	AA	T
Radionawigacja lotnicza	645 - 862	Rosja	AA	T
Radionawigacja lotnicza	645 - 862	Ukraina	AA	T
Radionawigacja lotnicza	645 - 862	Mołdawia	AA	T

Radionawigacja lotnicza RSBN	790 - 814	Polska	AA	T
Radionawigacja lotnicza RSP	830 - 880	Polska	AB	N
Radionawigacja lotnicza	645 - 862	Rumunia	AA	T
Radionawigacja lotnicza	790 - 808	Słowacja	AA	T
IFF	654 - 678	Węgry	BA	N
IFF	646 - 686	Polska	BB	N

Radionawigacja lotnicza: Pierwszej ważności zgodnie z przypisem S5.312 od 645 do 862 MHz w niektórych krajach				
Służba	Częstotliwość (MHz)	Kraj	Identyfikator służby	Dostępna informacja T/N
System Identyfikacyjny (aktywna odpowiedź)	730 - 750	Polska	BC	N
System Identyfikacyjny (aktywna odpowiedź)	734 - 742	Słowacja	BD	N
System Identyfikacyjny (aktywna odpowiedź)	730 - 750	Węgry	BC	N

Radar: Pierwszej ważności zgodnie z przypisami S5.302 i S5.312				
Służba	Częstotliwość (MHz)	Kraj	Identyfikator służby	Dostępna informacja T/N
Radar	590 - 598	Wielka Brytania	XG	T
Radar	838 - 862	Czechy	XZ	N
Radar	838 - 862	Słowacja	XY	N
Radar	810 - 862	Rumunia	XX	N
Radar	825 - 835	Węgry	XY	N

Radioastronomia: Drugiej ważności, chroniona przez przypis S5.149				
Służba	Częstotliwość (MHz)	Kraj	Identyfikator służby	Dostępna informacja T/N
Radioastronomia	608 - 614	Wielka Brytania	XA, XC	T, T
Radioastronomia	608 - 614	Niemcy	XC	T
Radioastronomia	608 - 614	Polska	XA	T
Radioastronomia	608 - 614	Holandia	XA, XB, XC	T, T, T
Radioastronomia	608 - 614	Belgia	XA	T
Radioastronomia	608 - 614 (projektowane)	Francja	XA	T

8.1 Zakłócanie innych służb przez DVB-T

Następujące parametry są potrzebne w celu właściwej ochrony innych służb:

- częstotliwość środkowa;

- poziom chroniony;
- współczynnik ochronny w funkcji różnicy częstotliwości między DVB-T i częstotliwością środkową innej służby;
- procent czasu w jakim ochrona jest wymagana;
- orientacja anteny odbiorczej innej służby oraz jej dyskryminacja kierunkowa (jeśli dotyczy),
- obszar lub lokalizacje, w których należy chronić inna służbę.

W przypadku odbioru ruchomego zakłada się brak kierunkowości i dyskryminacji polaryzacyjnej anteny odbiorczej. W przypadku odbioru stałego konieczne jest wyspecyfikowanie kierunku anteny odbiorczej oraz jej dyskryminacji polaryzacyjnej.

8.2 Obliczanie ochrony innych służb

Należy wykonać obliczenia w punktach testowych (definiujących obszar pokrycia innej służby) biorąc pod uwagę tabelę współczynnika ochronnego, poziom sygnału zakłócającego od stacji lub sieci DVB-T oraz dyskryminację kierunkową anteny odbiorczej.

Na podstawie powyższych informacji obliczane jest wypadkowe natężenie pola zakłócającego E_n następująco:

$$E_n = E_i + PR + A$$

gdzie, wyrażone w dB:

- E_i = natężenie pola od stacji DVB-T
- PR = odpowiedni współczynnik ochronny
- A = odpowiednia dyskryminacja anteny odbiorczej ($A \leq 0$)

8.3 Współczynniki ochronne dla innych służb zakłócanych przez DVB-T

Δf jest różnicą między częstotliwością środkową sygnału niepożądanego minus częstotliwość środkową sygnału pożądanego ($f_{unwanted} - f_{wanted}$). W przypadku Radioastronomii częstotliwością środkową sygnału użytecznego jest środek pasma przeznaczonego dla Radioastronomii.

Cyfra 7 lub 8 w „identyfikatorze służby wskazuje na 7 MHz lub 8 MHz sygnał zakłócający DVB-T.

Kolejne tabele reprezentują uzgodnione międzynarodowo współczynniki ochronne dla innych służb stosowane w koordynacji międzynarodowej.

Pożyczany	Radionawigacja RSBN	Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)	42	Wysokość anteny odbiorczej (m)	10
------------------	---------------------	---	----	--------------------------------	----

Identyfikator służby	AA8									
Zakłócający	DVB-T/8 MHz									
Δf (MHz)	-12.0	-6.0	-4.2	-3.8	0.0	3.8	4.2	6.0	12.0	
PR (dB)	-87.2	-62.2	-50.2	0.0	0.0	0.0	-50.2	-62.2	-87.2	

Pożądany	Stała		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			26	Wysokość anteny odbiorczej (m)			-99
Identyfikator służby	FA8									
Zakłócający	DVB-T/8 MHz									
Δf (MHz)	-10.0	-5.0	-4.0	-3.0	0.0	3.0	4.0	5.0	10.0	
PR (dB)	-55.0	-4.0	6.0	8.5	9.0	8.5	6.0	-4.0	-55.0	

Pożądany	Stała wojskowa		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			18	Wysokość anteny odbiorczej (m)			35
Identyfikator służby	FM8									
Zakłócający	DVB-T/8 MHz									
Δf (MHz)	-10.0	-5.0	-4.0	0.0	4.0	5.0	10.0			
PR (dB)	-50.0	1.0	11.0	14.0	11.0	1.0	-50.0			

Pożądany	Łącze Studio - nadajnik		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			66	Wysokość anteny odbiorczej (m)			21
Identyfikator służby	GP8									
Zakłócający	DVB-T/8 MHz									
Δf (MHz)	-12.0	-10.0	-8.0	-6.0	-4.2	-3.8	-3.6	0.0	3.6	3.8
PR (dB)	-18.0	-17.0	-12.0	-9.0	-5.0	36.0	43.0	43.0	43.0	36.0
Δf (MHz)	4.2	6.0	8.0	10.0	12.0					
PR (dB)	-5.0	-9.0	-12.0	-17.0	-18.0					

Pożądany	Łącze Studio - nadajnik		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			60.5	Wysokość anteny odbiorczej (m)			21
Identyfikator służby	GS8									
Zakłócający	DVB-T/8 MHz									
Δf (MHz)	-12.0	-10.0	-8.0	-6.0	-4.2	-3.8	-3.6	0.0	3.6	3.8
PR (dB)	-18.0	-17.0	-12.0	-9.0	-5.0	36.0	43.0	43.0	43.0	36.0
Δf (MHz)	4.2	6.0	8.0	10.0	12.0					
PR (dB)	-5.0	-9.0	-12.0	-17.0	-18.0					

Pożądany	Telemetria medyczna		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			999	Wysokość anteny odbiorczej (m)			1.5
Identyfikator służby	LA7									
Zakłócający	DVB-T/7 MHz									
Δf (MHz)	-4.0	-3.4	0.0	3.4	4.0					
PR (dB)	-60.0	-12.0	-12.0	-12.0	-60.0					

Pożądany	Telemetria medyczna		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			999	Wysokość anteny odbiorczej (m)		1.5
Identyfikator służby		LA8							
Zakłócający		DVB-T/8 MHz							
Δf (MHz)		-4.5	-3.9	0.0	3.9	4.5			
PR (dB)		-60.0	-13.0	-13.0	-13.0	60.0			

Pożądany	Aparaty słuchowe		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)				Wysokość anteny odbiorczej (m)		1.5
Identyfikator służby		LB7							
Zakłócający		DVB-T/7 MHz							
Δf (MHz)		-4.0	-3.4	0.0	3.4	4.0			
PR (dB)									

Pożądany	Aparaty słuchowe		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)				Wysokość anteny odbiorczej (m)		1.5
Identyfikator służby		LB8							
Zakłócający		DVB-T/8 MHz							
Δf (MHz)		-4.5	-3.9	0.0	3.9	4.5			
PR (dB)									

Pożądany	Urządzenia krótkiego zasięgu		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)				Wysokość anteny odbiorczej (m)		
Identyfikator służby		LC7							
Zakłócający		DVB-T/7 MHz							
Δf (MHz)		-4.0	-3.4	0.0	3.4	4.0			
PR (dB)		-22.0	22.0	22.0	22.0	-22.0			

Pożądany	Urządzenia krótkiego zasięgu		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)				Wysokość anteny odbiorczej (m)		
Identyfikator służby		LC8							
Zakłócający		DVB-T/8 MHz							
Δf (MHz)		-4.5	-3.9	0.0	3.9	4.5			
PR (dB)		-22.0	21.0	21.0	21.0	-22.0			

Pożądany	Taktyczne linie radiowe		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			27	Wysokość anteny odbiorczej (m)		10
Identyfikator służby		MD8							

Zakłócający	DVB-T/8 MHz								
Δf (MHz)	-4.23	-3.77	0.0	3.77	4.23				
PR (dB)	-48.0	2.0	2.0	2.0	-48.0				

Pożądany	Taktyczne linie radiowe		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			27	Wysokość anteny odbiorczej (m)		17
Identyfikator służby	MF8								
Zakłócający	DVB-T/8 MHz								
Δf (MHz)	-6.5	-5.0	-3.5	0.0	3.5	5.0	6.5		
PR (dB)	-40.7	-20.7	-0.7	-0.7	-0.7	-20.7	-40.7		

Pożądany	Ruchoma		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			25.5	Wysokość anteny odbiorczej (m)		5	
Identyfikator służby	MH8									
Zakłócający	DVB-T/8 MHz									
Δf (MHz)	-12.0	-10.0	-8.0	-6.0	-4.2	-3.8	-3.6	0.0	3.6	3.8
PR (dB)	-50.0	-50.0	-45.0	-40.0	-35.0	7.0	12.0	12.0	12.0	7.0
Δf (MHz)	4.2	6.0	8.0	10.0	12.0					
PR (dB)	-35.0	-40.0	-45.0	-50.0	-50.0					

Pożądany	Ruchoma		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			999	Wysokość anteny odbiorczej (m)		1.5
Identyfikator służby	MM7								
Zakłócający	DVB-T/7 MHz								
Δf (MHz)	-4.0	-3.4	0.0	3.4	4.0				
PR (dB)	-60.0	6.0	6.0	6.0	-60.0				

Pożądany	Ruchomy		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			999	Wysokość anteny odbiorczej (m)		1.5
Identyfikator służby	MM8								
Zakłócający	DVB-T/8 MHz								
Δf (MHz)	-4.5	-3.9	0.0	3.9	4.5				
PR (dB)	-60.0	5.0	5.0	5.0	-60.0				

Pożądany	PMR		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			24	Wysokość anteny odbiorczej (m)		1.5
Identyfikator służby	MT7								
Zakłócający	DVB-T/7 MHz								
Δf (MHz)	-4.0	-3.4	0.0	3.4	4.0				
PR (dB)	-58.0	-18.0	-18.0	-18.0	-58.0				

Pożądany	PMR		Chroniona wartość			24	Wysokość anteny		1.5
-----------------	-----	--	-------------------	--	--	----	-----------------	--	-----

		natężenia pola (dB μ V/m)						odbiorczej (m)			
Identyfikator służby		MT8									
Zakłócający		DVB-T/8 MHz									
Δf (MHz)	-4.5	-3.9	0.0	3.9	4.5						
PR (dB)	-58.0	-19.0	-19.0	-19.0	-58.0						

Pożądany	Radiomikrofony		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			68	Wysokość anteny odbiorczej (m)			1.5
Identyfikator służby		NR7		na częstotliwości (MHz)			650			
Zakłócający		DVB-T/7 MHz								
Δf (MHz)	-10.5	-8.75	-7.0	-5.25	-3.68	-3.32	-3.15	0.0	3.15	3.32
PR (dB)	-49.0	-49.0	-44.0	-39.0	-34.0	8.0	13.0	13.0	13.0	8.0
Δf (MHz)	3.68	5.25	7.0	8.75	10.5					
PR (dB)	-34.0	-39.0	-44.0	-49.0	-49.0					

Pożądany	Radiomikrofony		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			68	Wysokość anteny odbiorczej (m)			1.5
Identyfikator służby		NR8		na częstotliwości (MHz)			650			
Zakłócający		DVB-T/8 MHz								
Δf (MHz)	-12.0	-10.0	-8.0	-6.0	-4.2	-3.8	-3.6	0.0	3.6	3.8
PR (dB)	-50.0	-50.0	-45.0	-40.0	-35.0	7.0	12.0	12.0	12.0	7.0
Δf (MHz)	4.2	6.0	8.0	10.0	12.0					
PR (dB)	-35.0	-40.0	-45.0	-50.0	-50.0					

Pożądany	OB link, (stereo)		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			86	Wysokość anteny odbiorczej (m)			10
Identyfikator służby		NS7		na częstotliwości (MHz)			650			
Zakłócający		DVB-T/7 MHz								
Δf (MHz)	-10.5	-8.75	-7.0	-5.25	-3.68	-3.32	-3.15	0.0	3.15	3.32
PR (dB)	-17.0	-16.0	-11.0	-8.0	-4.0	37.0	44.0	44.0	44.0	37.0
Δf (MHz)	3.68	5.25	7.0	8.75	10.5					
PR (dB)	-4.0	-8.0	-11.0	-16.0	-17.0					

Pożądany	OB link (stereo, non-companded)		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)			86	Wysokość anteny odbiorczej (m)			10
Identyfikator służby		NS8		na częstotliwości (MHz)			650			
Zakłócający		DVB-T/8 MHz								
Δf (MHz)	-12.0	-10.0	-8.0	-6.0	-4.2	-3.8	-3.6	0.0	3.6	3.8
PR (dB)	-18.0	-17.0	-12.0	-9.0	-5.0	36.0	43.0	43.0	43.0	36.0
Δf (MHz)	4.2	6.0	8.0	10.0	12.0					
PR (dB)	-5.0	-9.0	-12.0	-17.0	-18.0					

Pożądany	Talkback (Non-		Chroniona wartość			31	Wysokość anteny			1.5
-----------------	----------------	--	-------------------	--	--	----	-----------------	--	--	-----

	Companded)		natężenia pola (dB μ V/m)					odbiorczej (m)			
Identyfikator służby	NT7		na częstotliwości (MHz)				650				
Zakłócający	DVB-T/7 MHz										
Δf (MHz)	-10.5	-8.75	-7.0	-5.25	-3.68	-3.32	-3.15	0.0	3.15	3.32	
PR (dB)	-96.0	-91.0	-84.0	-79.0	-69.0	-19.0	-13.0	-13.0	-13.0	-19.0	
Δf (MHz)	3.68	5.25	7.0	8.75	10.5						
PR (dB)	-69.0	-79.0	-84.0	-91.0	-96.0						

Pożądany	Talkback (Non-companded)		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)				31	Wysokość anteny odbiorczej (m)			
Identyfikator służby	NT8		na częstotliwości (MHz)				650				
Zakłócający	DVB-T/8 MHz										
Δf (MHz)	-12.0	-10.0	-8.0	-6.0	-4.2	-3.8	-3.6	0.0	3.6	3.8	
PR (dB)	-97.0	-92.0	-85.0	-80.0	-70.0	-20.0	-14.0	-14.0	-14.0	-20.0	
Δf (MHz)	4.2	6.0	8.0	10.0	12.0						
PR (dB)	-70.0	-80.0	-85.0	-92.0	-97.0						

Pożądany	Radioastronomia CH38 single telescope		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)				-39	Wysokość anteny odbiorczej (m)			
Identyfikator służby	XA8										
Zakłócający	DVB-T/8 MHz										
Δf (MHz)	-9.0	-7.0	-6.8	0.0	6.8	7.0	9.0				
PR (dB)	-66.2	-45.8	-1.2	-1.2	-1.2	-45.8	-66.2				

Pożądany	Radioastronomia CH38 interferometer		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)				-33	Wysokość anteny odbiorczej (m)			
Identyfikator służby	XB8										
Zakłócający	DVB-T/8 MHz										
Δf (MHz)	-9.0	-7.0	-6.8	0.0	6.8	7.0	9.0				
PR (dB)	-66.2	-45.8	-1.2	-1.2	-1.2	-45.8	-66.2				

Pożądany	Radioastronomia CH38 VLBI		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)				3	Wysokość anteny odbiorczej (m)			
Identyfikator służby	XC8										
Zakłócający	DVB-T/8 MHz										
Δf (MHz)	-9.0	-7.0	-6.8	0.0	6.8	7.0	9.0				
PR (dB)	-66.2	-45.8	-1.2	-1.2	-1.2	-45.8	-66.2				

Pożądany	Radary k.36 (UK)		Chroniona wartość natężenia pola (dB μ V/m)				-12	Wysokość anteny odbiorczej (m)			
Identyfikator służby	XG8										
Zakłócający	DVB-T/8 MHz										

Δf (MHz)	-5.0	-4.0	-3.0	0.0	3.0	4.0	5.0		
PR (dB)	-79.0	-40.0	0.0	0.0	0.0	-40.0	-79.0		

9. PROPOZYCJA WARIANTU TRANSMISJI NAZIEMNEJ TELEWIZJI CYFROWEJ DVB-T W POLSCE DLA ODBIORU STACJONARNEGO

9.1 Wprowadzenie

System DVB-T umożliwia stosowanie różnych trybów transmisji. Możliwe jest stosowanie różnej liczby nośnych OFDM (2k lub 8k), różnych sposobów modulacji poszczególnych nośnych (QPSK, 16QAM, 64QAM) różnych sprawności kodowania oraz różnych wartości odstepu ochronnego dla poszczególnych symboli. Ogółem można określić 120 różnych trybów transmisji. Wybór wariantu transmisji zależy głównie od rodzaju przesyłanych informacji (liczby i jakości programów telewizyjnych) oraz rodzaju odbioru, jaki zamierza się osiągnąć: stacjonarny, przenośny czy ruchomy. Nie bez znaczenia jest też sposób nadawania (SFN, MFN) i związane z tym odległości między nadajnikami w sieci.

9.2 Założenia

Aby dokonać wyboru wariantu transmisji należy przyjąć założenia odnośnie podstawowych parametrów sygnału oraz sposobu nadawania w sieci. Przyjęto następujące założenia:

- nadawanych w jednym kanale 8 MHz (w jednym multipleksie) jest 4-5 programów telewizyjnych o jakości PAL wymagających strumienia ok. 24Mbit/s,
- transmisja przeprowadzana jest w sieci MFN (z możliwością ewentualnego rozszerzania pokrycia za pomocą przekaźników pracujących w tym samym kanale na skraju obszaru pokrycia) i przyszłego przejścia do trybu SFN,
- zapewniony jest odbiór stacjonarny (odbiór przenośny i ruchomy jest możliwy lecz nie w całym obszarze pokrycia),
- wymagany stosunek $C/N \leq 20\text{dB}$ (w celu poprawnej koordynacji międzynarodowej).

9.3 Wybór liczby nośnych

System DVB-T umożliwia stosowanie transmisji OFDM na około 2 tys. nośnych (system 2k) lub około 8 tys. nośnych (system 8k). Przyszłe urządzenia nadawcze będą posiadały możliwość wyboru transmisji zarówno w wariacie 2k jak i 8k. Również odbiorniki będą mogły automatycznie przełączać tryb pracy na 2k lub 8k. Wybór wariantu nie jest więc ograniczony sprzętem nadawczo-odbiorczym. Ze względu jednak na istnienie obecnie w Europie jedynie jednego lub dwóch prototypowych odbiorników obsługujących wariant 8k większość państw europejskich przeprowadza eksperymenty w systemie 2k, gdyż dla tego wariantu istnieje wystarczająca liczba odbiorników testowych.

Generalną różnicą między wariantem 2k i 8k jest liczba nośnych oraz związany z nią czas trwania symboli. Dla systemu 8k symbole mają dłuższy czas trwania, wzrasta więc dzięki temu odporność systemu na odbicia (propagację wielodrogową). Również dzięki dłuższym symbolom mogą być stosowane większe odległości między nadajnikami w sieci SFN stąd ten sposób transmisji jest idealny dla sieci SFN pokrywającej duże obszary. Możliwe jest

oczywiście również stosowanie wariantu 8k w sieci MFN. System 2k to system przeznaczony głównie dla sieci MFN lub małych SFN, charakteryzuje się stosunkowo dobrym odbiorem przenośnym i ruchomym. Krótkie czasy trwania symboli wymagają jednak, w przypadku użycia systemu 2k w małej sieci SFN, stosunkowo niedużych odległości między nadajnikami.

Ze względu na swe zalety w eliminacji odbić, jak również na możliwość przyszłego stosowania dużych sieci SFN przy wykorzystaniu istniejących miejsc nadawczych bez konieczności budowy wielu nowych przekaźników do odbioru stacjonarnego na terenie Polski najlepszym wydaje się system 8k.

9.4 Wybór sposobu modulacji nośnych.

Każda nośna OFDM może być w systemie DVB-T modulowana za pomocą QPSK, 16QAM lub 64QAM. System QPSK zapewnia dużą odporność sygnału na zakłócenia, jednak ilość transmitowanej informacji (maksymalnie 11Mbit/s) wyklucza jego stosowanie do transmisji kilku programów telewizyjnych wysokiej jakości. Do wyboru pozostaje więc wariant 16QAM lub 64QAM. Niestety wariant 16QAM również nie daje możliwości transmisyjnych dużego strumienia bitów (maksymalnie 22Mbit/s). Stosowany jest on jednak głównie do celów odbioru przenośnego (w domu) i ruchomego, gdzie niezwykle trudno zapewnić jest odpowiednio wysoki stosunek C/N wymagany w trybie 64QAM. Jeżeli jednak transmisja ma dotyczyć wyłącznie odbioru stacjonarnego najlepszym trybem pracy jest 64QAM, gdyż nie jest wówczas wymagany stosunkowo mały stosunek C/N (wystarczy 20dB) oraz można osiągnąć duże przepływności sygnału cyfrowego (24Mbit/s i więcej). Do celów odbioru stacjonarnego na terenie Polski rekomendowany jest więc system 64QAM.

9.5 Wybór sprawności kodu i wielkości odstępu ochronnego

Do wyboru pozostaje jeszcze sprawność kodu (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8) oraz wielkość odstępu ochronnego (1/4, 1/8, 1/16, 1/32). Wybór zdeterminowany jest głównie przepływnością sygnału cyfrowego oraz koniecznością uodpornienia systemu na zakłócenia. Generalnie najlepiej stosować jak najlepsze zabezpieczenie transmisji (jak najmniejszą sprawność kodu), gdyż umożliwia to poprawę odporności transmisji. Im więcej jednak bitów przeznaczonych zostanie do zabezpieczenia transmisji tym mniejszą ilość informacji będzie można przenieść w multipleksie. Aby możliwa była transmisja strumienia 24Mbit/s należy zastosować sprawność kodu 2/3 lub większą. Dodatkowo aby uodpornić sygnał na propagację wielodrogową można zastosować dłuższe odstępy ochronne. Do wyboru są więc systemy:

1. kod 2/3, odstęp 1/32, 24.13Mbit/s
2. kod 3/4, odstęp 1/8, 24.88Mbit/s
3. kod 5/6, odstęp 1/4. 24.88Mbit/s

System pierwszy ma najlepiej zabezpieczoną transmisję lecz jest najmniej odporny na odbicia. System trzeci jest najbardziej odporny na odbicia lecz ma najslabiej zabezpieczoną przed błędami transmisję. Jako rozwiązanie kompromisowe, oferujące zarówno dobrą odporność na błędy transmisji jak również stosunkowo dobrą odporność na odbicia proponowany jest wariant drugi: kod o sprawności 3/4, odstęp ochronny 1/8. W przypadku transmisji w terenie płaskim, gdzie liczba odbić jest ograniczona, dobrym rozwiązaniem byłby

też system ze sprawnością kodu 2/3, i odstępem ochronnym 1/32. Generalnie jednak, do pokrycia obszaru całej Polski polecany jest system o kodowaniu 3/4 i odstępem 1/8.

9.6 Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonej wyżej analizy jako wariant systemu DVB-T do stosowania na terenie Polski dla odbioru stacjonarnego zaproponowany został tryb: **8k, 64QAM, sprawność kodu 3/4, odstęp ochronny 1/8** umożliwiający transmisję 24.88 Mbit/s przy zapewnieniu wymaganego stosunku C/N równego 18.6dB. Należy podkreślić jednak, że system ten zapewnia poprawną transmisję do odbiorcy stacjonarnego. Do odbioru przenośnego oraz ruchomego wymagany będzie inny sposób transmisji. Zaletą proponowanego rozwiązania jest możliwość stosowania go w sieci MFN a następnie przy wykorzystaniu istniejącej infrastruktury nadawczej przechodzenie do trybu SFN. Zaznaczyć należy też fakt, że przechodzenie z jednego wariantu transmisji na drugi będzie mogło w przyszłości odbywać się przez odpowiednie przełączenie nadajnika z jednego trybu pracy w drugi a odbiorca nie powinien zauważyć nawet momentu przełączania, gdyż jego odbiornik będzie automatycznie zmieniał tryb pracy dostosowując się do nadawanego sygnału. Możliwa będzie np. chwilowa zmiana trybu transmisji na transmisję o większej przepływności (na przykład po to aby nadać kilkugodzinny, dodatkowy program lokalny) a później powrót do standardowego trybu pracy bez zauważalnych przez widza różnic. Dlatego proponowany tryb pracy systemu DVB-T należy potraktować jako wstępny, który w przyszłości będzie modyfikowany na potrzeby lokalnych rozgłośni zależnie od warunków odbioru i wymagań telewidzów.

10. Wnioski

Przedstawione w niniejszym opracowaniu informacje dotyczące kompatybilności DVB-T z innymi służbami radiodfuzyjnymi jak również z innymi służbami są niepełne ze względu na trwające aktualnie w Europie prace nad ustaleniami wszystkich współczynników ochronnych i metod analitycznych. W pracach tych uczestniczą aktywnie przedstawiciele IŁ o/Wrocław i pozostałe kwestie kompatybilności zostaną prawdopodobnie ustalone w przyszłym roku. Pewnym problemem może okazać się uzyskanie współczynników ochronnych dla DVB-T zakłócanego przez inne służby ze względu na brak odbiorników konsumenckich. Być może pewne ustalenia wartości współczynników powstaną na bazie odbiorników pilotowych, lecz obecnie kwestia ochrony DVB-T jest jeszcze dość odległa. Ponieważ niniejsze sprawozdanie dotyczy części pracy, której kontynuacja planowana jest w przyszłym roku, w dalszych etapach planowane jest uzupełnianie brakujących danych o kompatybilności DVB-T oraz przygotowanie podstaw planowania sieci telewizji cyfrowej.

11. Literatura

- [1] Convergent Decision Group (CDG), „*Digital Terrestrial Television in Europe*”, 1997
Grupa Decyzyjna CDG „*Ziemska Telewizja Cyfrowa w Europie*”, 1997
- [2] European Broadcasting Union: „*Terrestrial Digital Television - Planning and Implementation Considerations*”, lipiec 1997
- [3] European Conference of Postal and Telecommunications Administrations: „*The Chester 1997 Multilateral Coordination Agreement relating to Technical Criteria, Coordination*”

Principles and Procedures for the introduction of Terrestrial Digital Video Broadcasting (DVB-T)”, Chester, 25 lipca 1997

[4] European Telecommunication Standards Institute (ETSI) Standard ETS 300744 „*Digital broadcasting systems for television, sound and data services; framing structure, channel coding and modulation*”, ETSI

[5] Project Team FM-PT24: Reference Report „*Planning and Introduction of Terrestrial Digital Television (DVB-T) in Europe*”, marzec 1997

[6] Więcek D.: *MUSICAM – kodowanie źródłowe sygnału DAB – część I i II*. Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne, nr 12/1994 i nr 1/1995

[7] Więcek D.: *Modulacja i kodowanie kanałowe COFDM* Krajowe Sympozjum Telekomunikacji KST’95 6-8 września 1995.

[8] Więcek D.: *Fonia w systemach kompresji MPEG SAT-Audio-Video* 1/96

[9] Więcek D.: *COFDM - kodowanie kanałowe i modulacja systemu DAB. Część I, II i III*. Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne, nr 10/1995, nr 12/1995 I nr 3/1996.

[10] Więcek D.: *DAB na starcie SAT-Audio-Video* 10/96