

KASMON – narzędzie efektywnego gospodarowania widmem częstotliwości w Polsce

Marcin Woźniak

Streszczenie: W referacie przedstawiono koncepcję krajowego automatycznego systemu monitoringu widma radiowego realizowanego w Urzędzie Komunikacji Elektronicznej. Dokonano także analizy potrzeb wynikających z efektywnego zarządzania widmem częstotliwości radiowych oraz zadań wynikających z przyjętej strategii regulacyjnej Prezesa UKE. Ponadto wskazano przyszłe potrzeby związane z funkcjonowaniem systemu.

Słowa kluczowe: zarządzanie widmem częstotliwości, monitoring widma częstotliwości, krajowy system monitoringu widma

1. WPROWADZENIE

Z powodu właściwości fizycznych widmo częstotliwości radiowych jest zasobem ograniczonym, a w konsekwencji wyczerpywalnym. Nie sposób znaleźć dziś dziedziny, w której technologia przekazywania informacji za pomocą fal radiowych nie byłaby wykorzystywana. Niestety zarówno mnogość usług jak i liczebność podmiotów użytkujących częstotliwości radiowe powodują, że widmo częstotliwości radiowych stało się zasobem deficytowym. W celu zagwarantowania kompatybilnej i wzajemnie nie zakłócającej się koegzystencji wszelkich służb, sieci i innych użytkowników częstotliwości radiowych, administracje krajowe zobligowane są prowadzić efektywne i skuteczne zarządzanie widmem częstotliwości. Dzięki połączeniu administracyjnych, inżynierskich i naukowych procedur administracje krajowe tworzą krajowe systemy zarządzania widmem (*ang. NSMS – National Spectrum Management System*) [1]. Kluczowym, jeśli nie najważniejszym elementem tych systemów, jest monitoring widma częstotliwości, który skuteczną kontrolą i egzekucją dostarcza niezbędnych środków do zapewnienia prawidłowości procesu zarządzania widmem.

Z powyższych względów, Prezes Urzędu Komunikacji Elektronicznej, będący na podstawie przepisów ustawy z dnia 16 lipca 2004r. Prawo telekomunikacyjne [2] organem powołanym m.in. do prowadzenia gospodarki częstotliwości w Polsce, w 2007r. zatwierdził „Koncepcję Krajowego Automatycznego Systemu Monitoringu Widma Radiowego - KASMON” [3], która była podstawą do rozpoczęcia jego realizacji.

2. CEL ISTNIENIA

Zgodnie z rekomendacjami Międzynarodowego Związku Telekomunikacyjnego ITU [1] (*ang. International Telecommunication Union*) do najważniejszych zadań systemów monitoringu widma należą:

1. wspieranie ograniczania i eliminowania zaburzeń widma elektromagnetycznego w skali lokalnej, regionalnej i globalnej tak, aby służby, stacje i inne urządzenia używające częstotliwości radiowych mogły koegzystować kompatybilnie,
2. redukowanie i minimalizowanie zasobów niezbędnych do zapewnienia świadczenia funkcjonujących usług telekomunikacyjnych w celu dostarczania zysków ekonomicznych,
3. wspieranie zapewnienia akceptowalnej jakości odbioru sygnałów publicznych stacji radiowych i telewizyjnych (zarówno analogowych jak i cyfrowych),
4. dostarczanie istotnych danych dla administracji zarządzającej widmem elektromagnetycznym dotyczących aktualnego stanu użycia częstotliwości i pasm (np. zajętość kanałów, obciążenie kanałów), weryfikacja odpowiednich, technicznych i funkcjonalnych charakterystyk transmitowanych sygnałów, detekcja i identyfikacja nielegalnych nadajników, generowanie i weryfikacja wykazów częstotliwości,
5. dostarczanie istotnych informacji dla programów organizowanych i planowanych przez ITU, np. przygotowanie raportów na konferencje radiokomunikacyjne, w celu poszukiwania szczególnego wsparcia dla administracji zarządzających widmem elektromagnetycznym w eliminowaniu szkodliwych zakłóceń, w ograniczaniu emisji sygnałów pozapasmowych, lub wspieraniu poszczególnych administracji krajowych w poszukiwaniu odpowiednich częstotliwości.

Jak już wspomniano wcześniej, w Polsce administracją odpowiedzialną za zarządzanie widmem częstotliwości jest Prezes Urzędu Komunikacji Elektronicznej, który w celu prawidłowego i efektywnego wykonywania tego ustawowego obowiązku ustanowił w roku 2007 Strategię regulacyjną w zakresie gospodarki częstotliwościowej [4]. W dokumencie zostały

wymienione zasoby jakie posiada Urząd Komunikacji Elektronicznej do zarządzania widmem częstotliwości. Oprócz kadry urzędniczej, narzędzi informatycznych oraz baz danych nie wspomniano w tym miejscu o systemie monitoringu widma, jednak dalsza lektura założonych w przedmiotowej strategii zadań, dla ich efektywnej realizacji bezsprzecznie wskazuje na konieczność wykorzystania systemu monitoringu. I tak, do kluczowych zadań prowadzących do realizacji celów strategicznych, których wykonanie może być przeprowadzone tylko i wyłącznie za pomocą systemu monitoringu widma należą:

- Kontrola sieci radiokomunikacyjnych pod kątem ich zgodności z warunkami i parametrami technicznymi określonymi w pozwoleniach radiowych;
- Badanie efektywnego wykorzystania pasma częstotliwości przeznaczonego dla potrzeb radiofonii analogowej;
- Gwarantowanie niezakłóconej pracy innych służb przez eliminację potencjalnych zakłóceń ze strony radiofonii analogowej;
- Zapewnienie ochrony przed zakłóceniami dla morskich i lotniczych systemów bezpieczeństwa życia
- Zapewnienie wolnych od zakłóceń zakresów częstotliwości dla systemów bezpieczeństwa publicznego;
- Ciągłe zapewnianie wysokiego stopnia ochrony systemów służby meteorologicznej, ze względu na szczególne znaczenie tych systemów dla ochrony życia ludzkiego i własności;
- Ciągłe zapewnianie wysokiego stopnia ochrony systemów służby badania ziemi, ze względu na potencjalne zaburzenie pracy aktywnych i pasywnych sensorów, mogące poważnie zakłócić prowadzone naukowe programy badawcze.

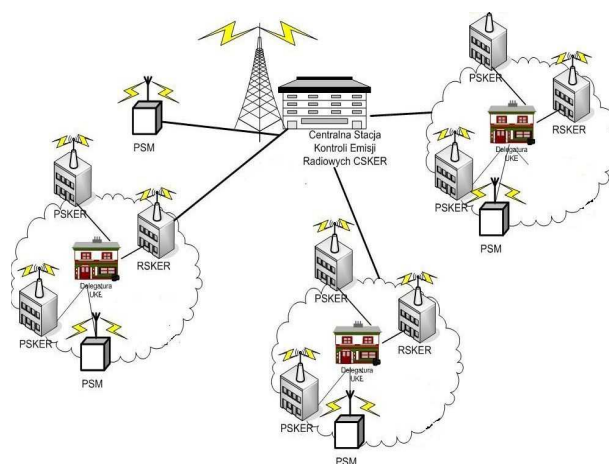
3. STRUKTURA I ORGANIZACJA SYSTEMU KONTROLI WIDMA RADIOWEGO

Zgodnie z zaleceniami ITU [1, Chapter 2] krajowy system monitoringu widma częstotliwości oparty jest na następujących typach stacji monitoringowych:

- stacje stałe (*fixed stations*)
- stacje ruchome (*mobile stations*)
- stacje przenośne (*portable stations*)

Powyższy podział dopuszcza tworzenie podpodziałów zależnie od przyjętej przez krajową administrację koncepcji wynikającej z krajowych uwarunkowań. Na rys. 1 zamieszczono ogólną strukturę Krajowego Automatycznego Systemu Monitoringu widma radiowego [3], którą tworzyć będą:

- CSKER (Centralna Stacja Kontroli Emisji Radiowych)
- RSKER (Regionalna Stacja Kontroli Emisji Radiowych)
- PSKER (Punkty Kontroli Emisji Radiowych)
- PSM (Przenośne Stacje Monitoringowe)



Rys. 1. Schemat struktury systemu KASMON

Jak widać na zamieszczonym schemacie, zadania systemu na obszarach poza zasięgiem stacji stałych uzupełniać będzie tabor ruchomych stacji pomiarowych RSP [5]. Natomiast stacje PSM będą pełniły funkcję „sond” instalowanych doraźnie lub interwencyjnie w miejscach, w których pojawiające się sygnały z powodów propagacyjnych nie będą mogły docierać do stacji stałych (wnętrza i dachy budynków lub bardzo gęsta i wysoka zabudowa).

Biorąc pod uwagę podział administracyjny RP oraz strukturę organizacyjną i zasoby infrastruktury Urzędu Komunikacji Elektronicznej koncepcja [3] zakłada, że system KASMON będzie składał się z jednej stacji CSKER, która oprócz zadań dostępnych dla RSKER będzie pełniła funkcje zarządzania wszystkimi RSKER, definiowania zadań pomiarowych, zbierania wyników pomiarów oraz ich analizę. Zaplanowana liczba 16 stacji RSKER wynika z podziału administracyjnego RP na województwa, a ich lokalizacje zaplanowano w granicach miast wojewódzkich. Powyższa decyzja wynika z faktu, że w miastach jest skupiona największa ilość systemów, sieci i urządzeń radiowych wykorzystujących widmo częstotliwości, co w połączeniu ze stosunkowo dużą gęstością i liczebnością zaludnienia powoduje, że prawdopodobieństwo wystąpienia zakłóceń, nielegalnej emisji radiowej, czy też niespełniania parametrów wynikających z pozwoleń radiowych jest największe. Oprócz podstawowych funkcji pomiarowych, stacje RSKER będą miały możliwość sterowania bezobsługowymi stacjami PSKER, których lokalizacje na obszarach poszczególnych województw zostały wskazane orientacyjnie, a ich liczba została oszacowana wstępnie (Rys. 2).

Nie może także dziwić fakt, że na etapie koncepcji systemu nie zaplanowano precyzyjnej ilości stacji PSM, gdyż ewentualna decyzja w tym zakresie będzie oparta na analizie funkcjonowania systemu w konfiguracji stacji stałych wspieranych ruchomymi stacjami pomiarowymi.



Rys. 2. Poglądowa mapa lokalizacji stacji stałych

Aktualnie Urząd Komunikacji Elektronicznej dysponuje 17-oma ruchomymi stacjami pomiarowymi, których główna aplikacja pomiarowa jest kompatybilna z aplikacją sterującą na stacjach stałych. Takie podejście pozwoli przyszłościowo zlecać zadania pomiarowe przez obsługę stacji RSKER stacjom mobilnym (RSP), wykonywać zadania w czasie rzeczywistym, prowadzić namierzanie synchroniczne oraz gromadzić uzyskane w wyniku tych działań dane.

4. ZADANIA I PROCEDURY

W celu skutecznego i efektywnego osiągania celów rekomendowanych przez ITU, a drugiej strony wypełniania statutowych zadań Prezesa UKE np. w zakresie realizacji jego strategii częstotliwościowej, w systemie monitoringu widma założono dwa rodzaje zadań. Pierwszą grupę stanowią zadania zarządzające i administracyjne, drugą zaś zadania pomiarowe i monitoringowe [6].

Do pierwszej grupy zadań należy zaliczyć:

- zarządzanie uprawnieniami i dostępem do stacji,
- zarządzanie konfiguracją stacji,
- wykonywanie pomiarów w zaplanowanych i zdefiniowanych harmonogramach,
- zarządzanie definicjami procedur pomiarowych,
- zarządzanie zdalnym konkurencyjnym dostępem do sprzętu stacji pomiarowej,
- zarządzanie pomiarami w czasie rzeczywistym,
- dostarczanie użytkownikom systemu informacji zebranych podczas pomiarów,
- generowanie raportów i analizowanie wyników,
- zapewnienie wymiany danych między stacjami,
- zapewnienie spójności danych,
- zapewnienie kontroli dostępu i bezpieczeństwa informacji,
- zdalna kontrola nad odległymi stacjami pomiarowymi.

Druga grupę zadań tworzą:

- pomiar częstotliwości nośnej,
- pomiar natężenia pola elektromagnetycznego,
- pomiar uśrednionego poziomu sygnału,

- pomiar szerokości emitowanego pasma,
- pomiar parametrów modulacji,
- pomiary z wykorzystaniem maski,
- wizualizacja danych z urządzeń pomiarowych,
- odsłuch i subiektywna ocena mierzonej emisji,
- wykrywanie nielegalnych emisji,
- monitorowanie i analiza zajętości pasma częstotliwości,
- radionamierzanie i lokalizacja źródeł emisji,
- radionamierzanie amplitudowe (obrot anteny),
- harmonogramowanie namierzania źródeł emisji,
- rejestracja odebranych sygnałów i powiązanie zapisów z zadaniami pomiarowymi oraz namiarami.

Podział zadań na poszczególne typy stacji systemu KASMON wraz z ich aktualnym zakresem pasma częstotliwości został zamieszczony w tabeli 1.

Tabela 1.
Funkcje poszczególnych typów stacji

Typ stacji	Funkcje	Zakres pracy
CSKER	Pomiary Monitoring Radionamierzanie	9 kHz – 3 GHz
RSKER	Pomiary Monitoring Radionamierzanie	9 kHz – 3 GHz
PSKER	Pomiary Monitoring Radionamierzanie	9 kHz – 3 GHz
PSM	Monitoring	9 kHz – 3 GHz
RSP	Pomiary Monitoring Radionamierzanie	9 kHz – 3 GHz

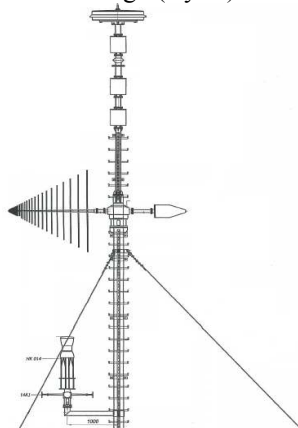
Należy zaznaczyć, że dla prawidłowej gospodarki częstotliwościami, niezbędnymi pomiarami są: pomiar natężenia pola – dla określenia rzeczywistych zasięgów poszczególnych stacji i sieci, pomiar częstotliwości dla określenia użytkowanej częstotliwości i szerokości użytkowanego kanału, pomiar metodą maski do określenia spełnienia norm odpowiednich standardów w celu zapewnienia kompatybilności systemów radiowych oraz pomiar zajętości procentu czasu do określenia efektywności wykorzystania widma.

Pozostałe zadania pomiarowe, jakkolwiek dostępne w systemie pełnią rolę drugorzędną, zwłaszcza, że postęp technologiczny wymuszający coraz bardziej zaawansowane techniki emisji i modulacji cyfrowych zawsze będzie wyprzedzał możliwości systemu. Aby temu sprostać, system musiałby być stale doposażany w kolejne wąskospecjalizowane odbiorniki pomiarowe zapewniające możliwość kontroli rozmaitych parametrów sygnałów radiowych – specyficznych dla poszczególnych emisji cyfrowych. Dla prowadzenia poprawnej gospodarki widmem częstotliwości, krajowy system monitoringu widma nie powinien służyć do analizy szczegółowych parametrów czy nawet treści emisji, a jedynie skupić się na weryfikacji parametrów emisji wymienionych wyżej.

W celu realizacji obu grup zadań system KASMON został wyposażony w Centralną Bazę Danych [6], która z jednej strony przechowuje dane o strukturze systemu, parametrach komunikacyjnych, użytkownikach i ich uprawnieniach, z drugiej zaś agreguje wyniki wszystkich stacji pomiarowych, definiuje grupowe harmonogramy, generuje raporty i definiuje procedury dla wszystkich stacji systemu. Baza ta w przyszłości ma być również interfejsem dostępu do danych systemu zarządzania widmem częstotliwości P-WID, który został wdrożony i funkcjonuje w Urzędzie Komunikacji Elektronicznej. Dzięki tej funkcjonalności system KASMON uzyska:

- dostęp do danych obiektów pomiarowych i ich lokalizacji (stacji bazowych, sieci, etc.) umożliwiającą automatyzację procesów pomiarowych,
- możliwość łatwej i szybkiej weryfikacji i identyfikacji źródeł sygnałów zakłócających lub nielegalnych emisji.

Obecnie Urząd Komunikacji Elektronicznej jest w trakcie realizacji pierwszego etapu budowy systemu KASMON, polegającego na wybudowaniu, kompletnym wyposażeniu i zintegrowaniu wszystkich stacji RSKER. W tym celu określono dla tego typu stacji finalny wykaz urządzeń pomiarowych, współpracujących i obsługowych oraz zaproponowano jednolite rozwiązanie technicznej realizacji systemu antenowego (Rys.3).



Rys. 3. Realizacja systemu antenowego na 12m maszcie

5. WNIOSKI

Po ponad 15 latach eksploatacji niezintegrowanych ze sobą stacji kontroli widma radiowego wyprodukowanych w latach 90-tych przez Instytut Łączności, w roku 2009 Urząd Komunikacji Elektronicznej rozpoczął budowę Krajowego Systemu Monitoringu Radiowego, który swoją nowoczesnością i innowacyjnością ma sprostać strategicznym zadaniom Prezesa UKE w zakresie gospodarki widmem częstotliwości, a zarazem efektywnie wypełniać zalecenia stawiane przez ITU. Na uwagę zasługuje fakt, że zarówno koncepcja struktury, wyboru lokalizacji stacji, zadań oraz dobór wyposażenia zostały opracowane i zaplanowane przez służby techniczne, które na co dzień zajmują się prowadzeniem pomiarów i monitoringiem widma częstotliwości w UKE. Powyższa samodzielność wymusiła także konieczność zaimplementowania oprogramowania, które dzięki swojej funkcjonalności

pozwole wykonywać takie specyficzne zadania, których komercyjne rozwiązania nie są w stanie wykonać. Jest też bezspornie oczywiste, że oprogramowanie w kolejnym etapie musi współpracować z wdrożonym w UKE systemem ewidencji pozwoleń radiowych obejmujących większość służb radiokomunikacyjnych, dla których Prezes UKE wydaje pozwolenia radiowe. Powyższa możliwość pozwoli uzyskać aplikacji sterującej systemem KASMON dostęp do wszelkich potencjalnych obiektów pomiarowych, z drugiej strony zaś pozwoli efektywnie weryfikować zajętość widma częstotliwości pod względem legalności poszczególnych sygnałów. Po wtóre, system KASMON nie jest funkcjonalnie zamknięty, co oznacza, że zarówno budowa kolejnych stacji, rozszerzenie zakresów pomiarowych w wyższych pasmach częstotliwości, czy też integrowanie nowego wyposażenia pomiarowego będzie bez problemów wdrażane.

Biorąc pod uwagę fakt, że system KASMON będzie mógł dostarczać administracji nieporównywalnie większej, niż z dotychczas prowadzonych działań, ilości danych, już na obecnym etapie należy zastanowić się, w jaki sposób planować zadania pomiarowe, w jaki sposób analizować uzyskiwane na podstawie tych zadań wyniki, i jakie działania po tej analizie podejmować. Powyższe kwestie są kluczowe do prawidłowego wykorzystania tak potężnego i kosztownego narzędzia jakim jest system monitoringu widma, bowiem jego efektywność nie będzie liczona w tysiącach pomiarów i czasu ich trwania, ale w skutecznych działaniach eliminujących stwierdzone nieprawidłowości w użytkowaniu widma radiowego.

LITERATURA

- [1] Spectrum Monitoring Handbook Edition 2002 – ITU Radiocommunication Bureau
- [2] Ustawa z dnia 16 lipca 2004 r. Prawo Telekomunikacyjne (Dz.U. Nr 171 poz. 1800 z późn. zm.)
- [3] Opracowanie UKE, „Koncepcja krajowego automatycznego systemu monitoringu widma radiowego”, kwiecień 2007
- [4] Opracowanie UKE, „Strategia regulacyjna Prezesa UKE w zakresie gospodarki częstotliwościowej”, 2007
- [5] Woźniak M., „Wykorzystanie Ruchomych Stacji Pomiarowych w procesie monitorowania i lokalizacji sygnałów radiowych” Materiały 6. Konferencji KNWS'09, Rydzyna, Polska, 2009, ss.44-47
- [1] KenBIT Sp. j, „Krajowy Automatyczny System Monitoringu Widma Radiowego” Materiały szkoleniowe, Borucza, Polska, 2009



mgr inż. Marcin Woźniak

Urząd Komunikacji Elektronicznej
Delegatura we Wrocławiu
ul. Romualda Traugutta 1-7
40-449 Wrocław

tel.: 71 3486850
e-mail: m.wozniak@uke.gov.pl