BIBLIOTEKA
POLSKIEGO KRÓTKOFALOWCA

23

Krzysztof Dąbrowski
OE1KDA

Technika słabych sygnałów

Tom 3

wydanie 2

Wiedeń 2016

© Krzysztof Dąbrowski OE1KDA
Wiedeń 2016

Opracowanie niniejsze może być rozpowszechniane i kopiowane na zasadach niekomercyjnych w dowolnej postaci (elektronicznej, drukowanej itp.) i na dowolnych nośnikach lub w sieciach komputerowych pod warunkiem nie dokonywania w nim żadnych zmian i nie usuwania nazwiska autora. Na tych samych warunkach dozwolone jest tłumaczenie na języki obce i rozpowszechnianie tych tłumaczeń.
Na rozpowszechnianie na innych zasadach konieczne jest uzyskanie pisemnej zgody autora.

Technika słabych sygnałów

Tom 3

Krzysztof Dąbrowski OE1KDA

Wydanie 2

Wiedeń, luty 2016

Spis treści

Wstęp 7
Wstęp do wydania 2 11
Instrukcja do programu WSJT-X w wersji 1.6 12
- Wstęp 13
- Zmiany w wersji 1.6 13
- Wymagane wyposażenie 14
- Instalacja 15
  - Windows 15
  - Linuks 15
  - Instalacja dekodera kvasd 16
  - OS X Mackintosha 16
- Konfiguracja 17
- Ustawienia radiostacji 24
  - Poziom szumów odbiornika 24
  - Szerokość pasma przenoszenia i dostrojenie odbiornika 24
  - Poziom wymodulowania nadajnika 24
- Łączności emisjami JT na falach krótkich 25
  - Ustawienia w oknie głównym 25
  - Ustawienia w oknie widma 25
  - JT9 26
  - JT9+JT65 28
- Emisja WSPR 31
  - Praca wielopasmowa 32
- Praca w pasmach UKF 34
  - Łączność EME emisją JT4 35
  - Tryb echa 36
- Prowadzenie łączności 38
    - Komunikaty dowolne 38
    - Znaki złożone 38
      - Komunikaty zawierające znaki złożone pierwszego rodzaju 38
      - Komunikaty zawierające znaki złożone drugiego rodzaju 39
      - Wyjście w eter 40
- Elementy obsługi na ekranie 41
  - Okno widma 41
  - Okno główne 42
  - Menu 46
    - Menu WSJT-X 46
    - Menu „File” („Plik”) 47
    - Menu „View” („Wyświetlanie”) 47
    - Menu „Mode” („Emisje”) 47
    - Menu „Decode” („Dekodowanie”) 48
    - Menu „Save” („Zapis”) 48
    - Menu „Help” („Pomoc”) 48
  - Znaczenie klawiszy i ich kombinacji (F3) 48
  - Funkcje myszy (F5) 49
  - Prowadzenie dziennika stacji 50
  - Współpraca z innymi programami 51
  - Różnice dla poszczególnych systemów operacyjnych 55
  - Porady 56
- Szczegóły techniczne 59
  - Protokół JT65 59
  - Protokół JT4 59

Protokół JT9 60
Podsumowanie 60
Transmisja 61
Odbiór 61
Dekodowanie 61
Programy narzędziowe 62
Instrukcja do programu WSPR-X 64
Wstęp 65
Instalacja 65
Obsługa programu 65
Uzupełnienie instrukcji do programu WSPR dla wersji 2.1 do 3.0 70
Wstęp 71
Instalacja 71
Dodatkowe funkcje 71
Konfiguracja dla trybu kwadraturowego 73
Tłumienie częstotliwości zwierciadlanych 74
Poziom nadawanego sygnału m.cz. 75
Praca wielopasmowa 76

Sommaire
Technique des signaux faibles

Préface 7
Préface pour 2eme edition 11
WSJT-X v.1.6 – mode d'emploi 12
WSPR-X – mode d'emploi 64
WSPR v.2.1 à 3.0 – supplément de mode d'emploi 70

Wstęp

W roku 2013 pojawiły się nowe warianty znanych powszechnie emisji z grupy WSJT i WSPR. Oprogramowanie WSJT-X (gdzie X podkreśla eksperymentalny charakter rozwiązania) pozwala na pracę nowym rodzajem emisji: JT9. Jest ona zasadniczo podobna do popularnej JT65 ale charakteryzuje się wyższą czułością i jest przewidziana do pracy w zakresach fal długich, średnich i krótkich. Wzrost czułości w stosunku do JT65 wynosi ok. 2 dB a sygnał zajmuje pasmo 15,6 Hz, a więc poniżej 10 % pasma zajmowanego przez sygnały JT65 – dla JT65A wynosi ono 178 Hz. Emisja JT9 pozwala więc na prowadzenie łączności światowych z mocami rzędu kilku watów i niewielkimi antenami. W WSJT-X dostępnych jest jej kilka wiariantów różniących się długością cyklu – od 1 do 30 min (ozn. JT9-1 do JT9-30).
Program WSJT-X do pracy emisjami JT65 i JT9 (w wersjach dla systemów operacyjnych Windows, OSX i Linuks Ubuntu) jest dostępny w internecie pod adresem
http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/wsjtx.html.
W starszych wersjach programu dostępne były tylko emisje JT9, w nowszych – także JT65.
Do pracy emisją JT9 zalecane są następujące częstotliwości (są to częstotliwości wytłumionej nośnej SSB a więc wskazywane na wyświetlaczu radiostacji a nie częstotliwości rzeczywiście promieniowanych sygnałów). Analogicznie jak dla JT65 rzeczywiste częstotliwości nadawanego sygnału leżą ok. 0,5–2 kHz powyżej nich:

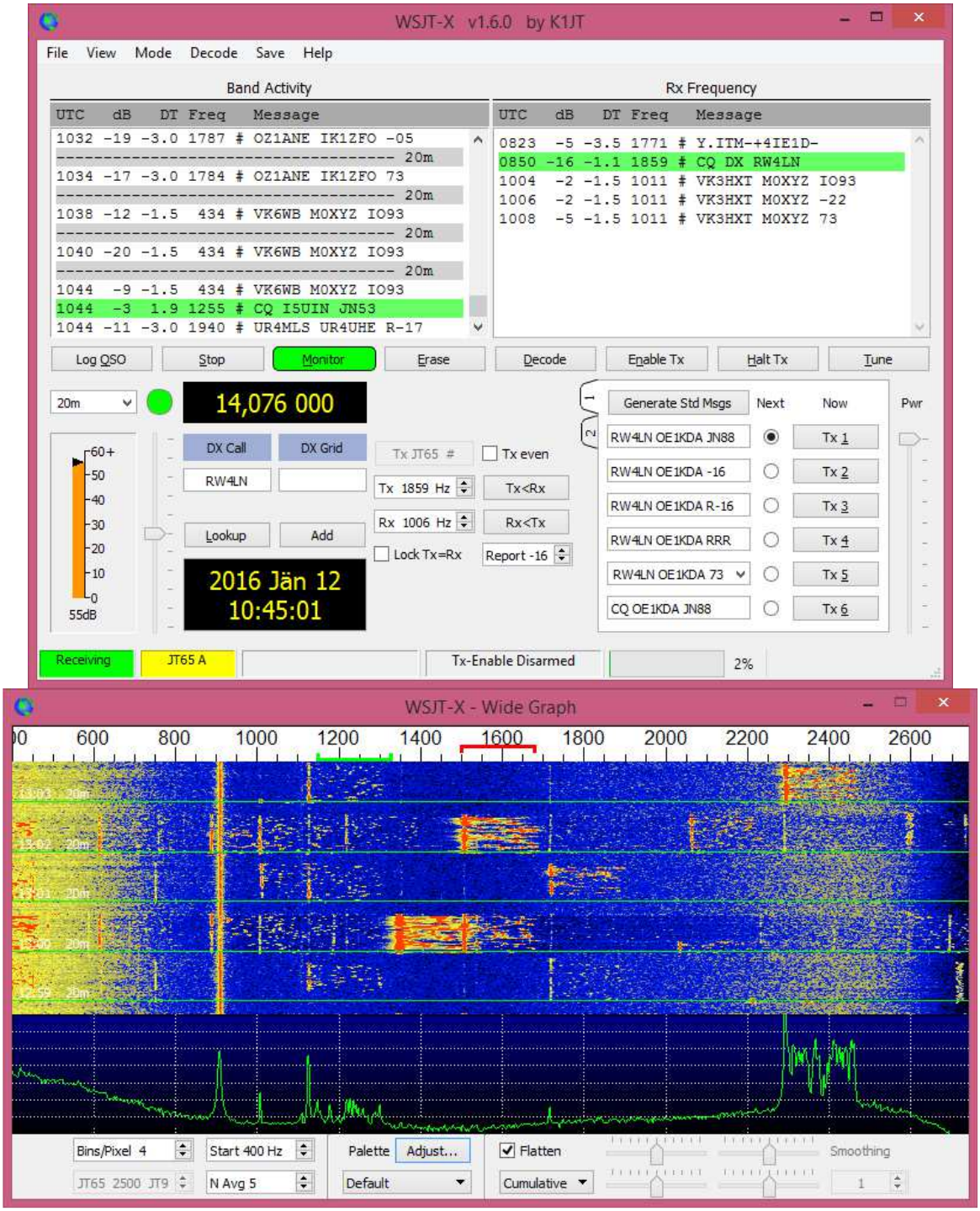
- 50278 kHz
- 28078 kHz,
- 24919 kHz,
- 21078 kHz,
- 18104 kHz,
- 14078 kHz,
- 10140 kHz,
- 7078 kHz,
- 5359 kHz (tam gdzie pasmo 60 m jest dostępne),
- 3578 kHz,
- 1840 kHz,
- 474,2 kHz,
- 136 kHz.

Porównując je z oficjalnymi częstotliwościami pracy JT65A (są to również częstotliwości wytłumionej nośnej rzeczywiste częstotliwości nadawanych sygnałów leżą ok. 800–2000 Hz – średnio ok. 1300 Hz – powyżej):

- 144,076 MHz, 144,116 MHz, 144,0160 MHz, 144489 kHz,
- 70091 kHz,
- 50276 kHz,
- 28076 kHz,
- 24917 kHz,
- 21076 kHz,
- 18102 kHz,
- 14076 kHz,
- 10138 kHz,
- 7076 kHz,
- 7039 kHz w Europie,
- 5357 kHz (tam gdzie pasmo 60 m jest dostepne),
- 3576 kHz,
- 1838 kHz.

zauważamy, że w większości pasm częstotliwości pracy JT9 leżą o 2 kHz powyżej JT65(A).
Struktura komunikatów i ich sposoby kodowania są do siebie zbliżone ale system jest dalej udoskonalanyprzez K1JT i w przyszłości może się bardziej różnić od aktualnego rozwiązania. Analogicznie jak w przypadku JT65 typowe moce nadawania nie przekraczaczają 10 – 20 W, a często leżą w zakresie 5-10 W. Obie emisje są przewidziane w pierwszym rzędzie do pracy QRP. Moc 50 W jest uważana za

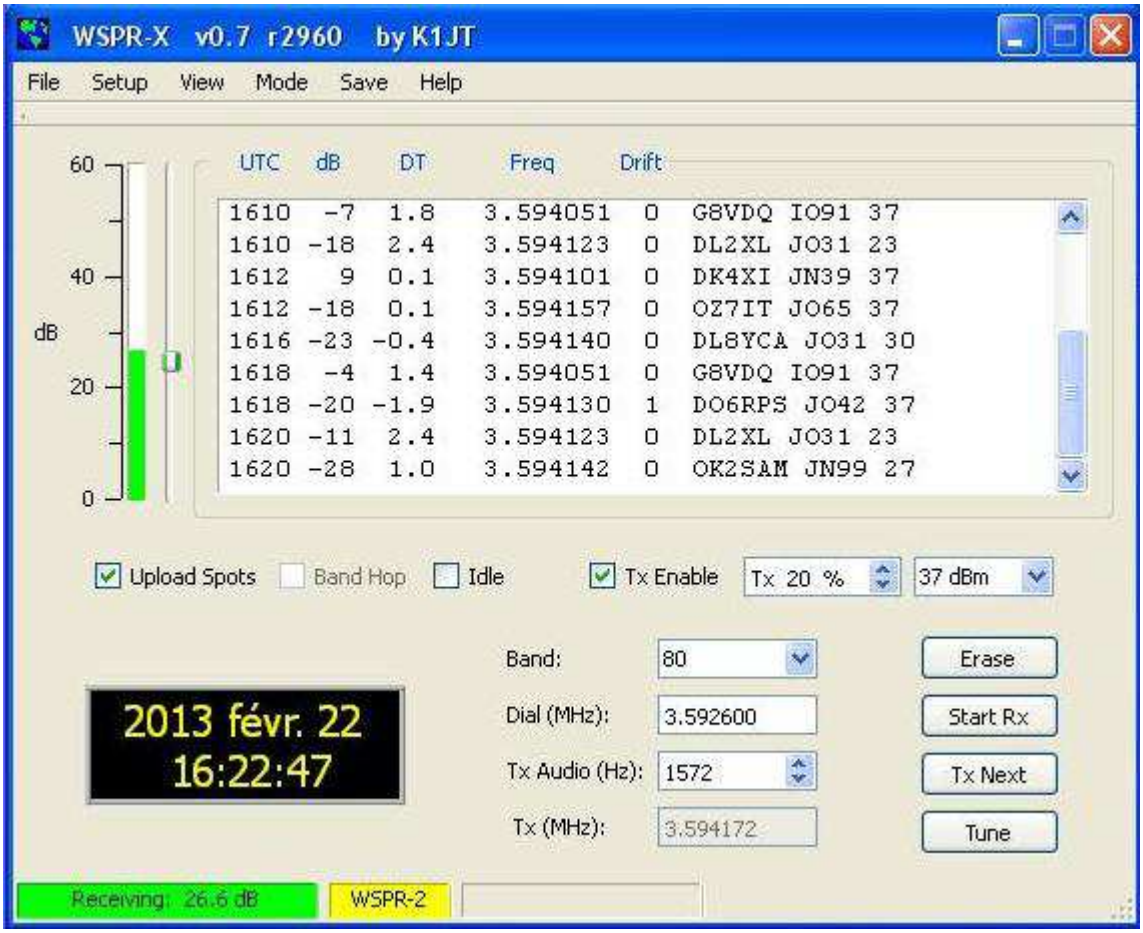
dużą. Częstotliwości 3576 i 3578 kHz leżą wprawdzie w podzakresie przewidzianym dla emisji A1A ale ponieważ jest to stosunkowo wąski wycinek i sygnały w nim spotykane są przeważnie słabe i nie powinny przeszkadzać w innych łącznościach apelujemy do kolegów o współżycie na pasmach zgodnie z duchem koleżeństwa krótkofalarskiego. Telegrafia jest przecież dozwolona w całym paśmie a nie tylko w podzakresie 3500 – 3600 kHz. Warto też w tym miejscu zauważyć, że oznaczenie A1A ma znaczenie szersze, nie ograniczające się tylko do telegrafii Morse'a.
Przebieg typowej łączności JT9 jest zasadniczo identyczny jak dla JT65, a jej czas trwania dla najkrótszej długości cyklu wynosi 4–6 minut.



Rys. 1.1. Okno główne i wskaźnik widma WSJT-X. W nowszych wersjach równolegle dekodowane są sygnały JT9 i JT65 i w polu aktywności są one odpowiednio zaznaczane symbolami @ (JT9) i # (JT65).

Sposób obsługi i korzystania z WSJT-X jest bardzo podobny do obsługi JT-65HF.
Narzędziem pomocnym w pracy emisjami JTxx jest program JT-Alert. W zależności od ustawień może on alarmowac operatora stacji w przypadku odebrania jego wywołania, stacji wołających CQ albo stacji o poszukiwanach znakach, stacji z poszukiwanych kwadratów lokatora, krajów DXCC lub stref CQ. Współpracując z WSJT-X albo z JT65-HF może on także prowadzić dziennik stacji albo pomagać w wyszukiwaniu informacji o korespondencie w spisach internetowych.
Drugim z pożytecznych narzędzi jest JTMacros – program ułatwiający korzystanie z dodatkowych tekstów dowolnych w łącznościach JT, zarządzanie nimi i ich modyfikowanie.

Drugim z eksperymentalnych wariantów powszechnie już znanej emisji jest WSPR-X (WSPR-15). Emisja ta jest przewidziana do pracy w amatorskich pasmach fal długich 2200 m, średnich 630 m i w paśmie 160 m. Czas transmisji komunikatu został tu wydłużony z 2 do 15 min. a początki cyklu wypadają zawsze na początku kwadransa czyli o 0, 15, 30 lub 45 minut po każdej godzinie. W stosunku do klasycznego wariantu WSPR (dla odróżnienia określanego też jako WSPR-2) uzyskuje się tutaj czułość o ok. 9 dB lepszą (-37 dB w przeliczeniu na pasmo SSB 2,5 kHz).
Odstęp pomiędzy tonami wynosi tylko 0,183 Hz.



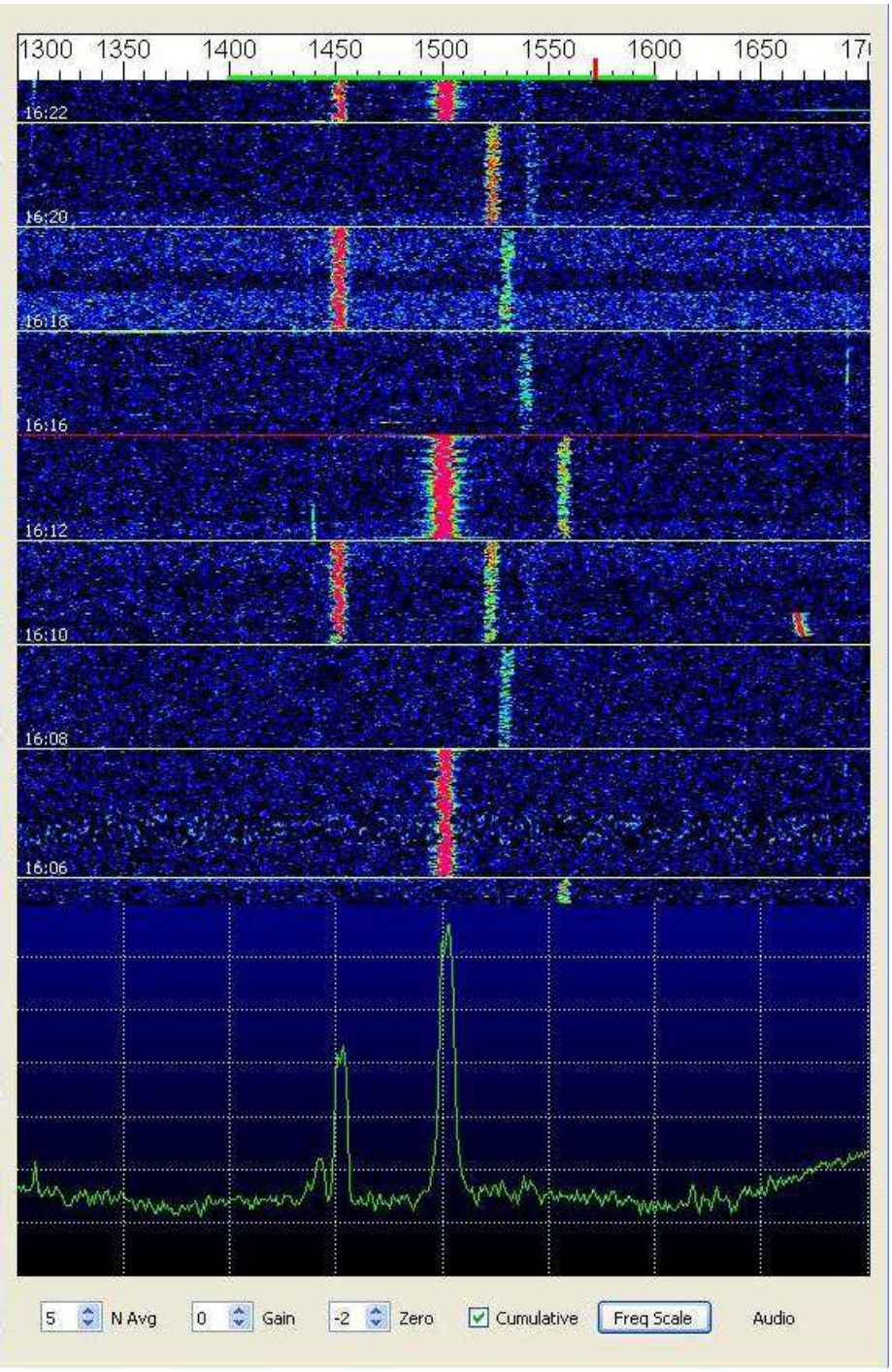
Rys. 1.2. Okno główne WSPR-X

Program WSPR-X jest dostępny w internecie pod adresem:
http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/WSPRX_08r3058.exe.
Częstotliwości pracy WSPR-15:

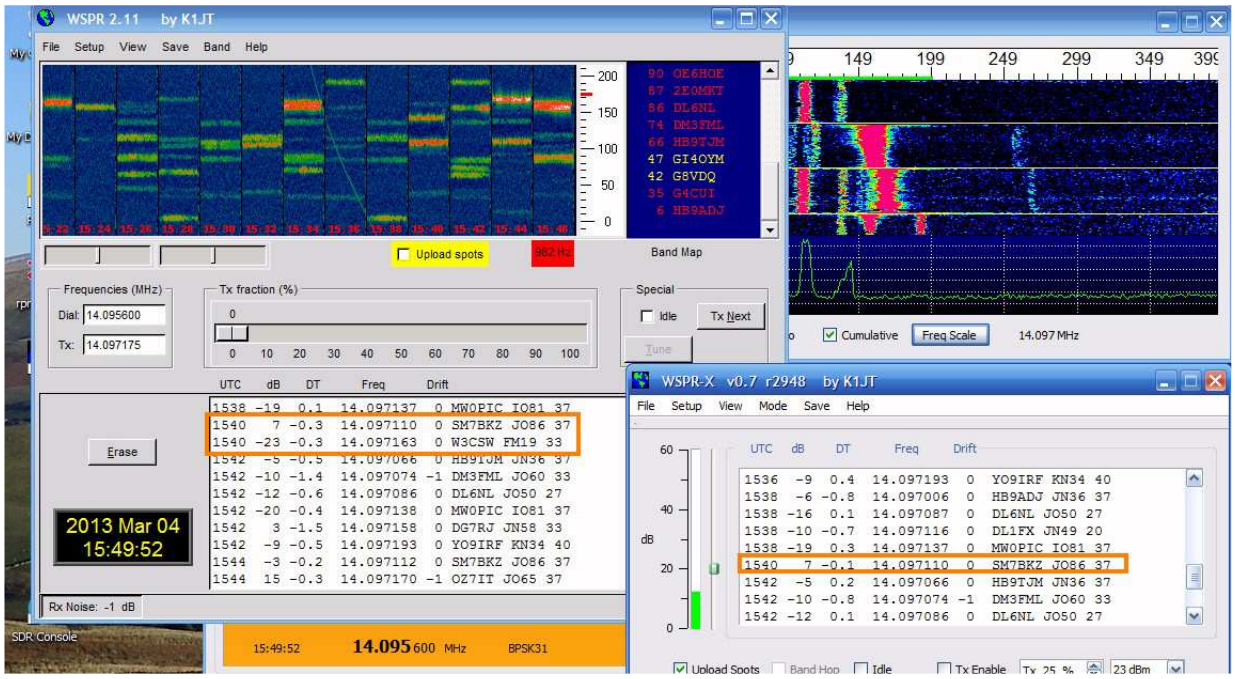
- 137,614 kHz,
- 474,2 kHz,
- W paśmie 160 m jest to wycinek o szerokosci 25 Hz powyżej wytłumionej nośnej SSB, a więc 1836,6 kHz + 1600 – 1625 Hz.

- Nie zalecane jest natomiast używanie WSPR-15 w wyższych pasmach krótkofalowych ze względu na to, że odstęp tonów wynosi 0,183 Hz , a więc jest mniejszy od zmian częstotliwości spowodowanych przez efekt Dopplera w tych pasmach w propagacji jonosferycznej.

Oprócz wersji dla systemu Windows dostępna jest też wersja dla Mac OS X.



Rys. 1.3. Wskaźnik widma WSPR-X



Rys. 1.4. Porównanie WSPR i WSPR-X

Z porównań pracy WSPR i WSPR-X dokonanych przez niektórych użytkowników w trakcie odbioru WSPR-2 wynika, że WSPR-X potrzebuje wprawdzie mniej czasu na zdekodowanie odebranych sygnałów i wyniki dla tych samych odebranych stacji pokrywają się ze sobą ale część z odbieranych stacji nie jest wogóle dekodowana a próby równoległego dekodowania nagrań dźwiękowych dają powtarzalne wyniki. Zdaniem K1JT było to związane z usunięciem eliminatora zakłóceń impulsowych z WSPR-X. Planowane jest dodanie go w nowszych wersjach programu.
Aktywności emisjami JT9 i WSPR-15 są na razie znacznie niższe aniżeli dla ich klasycznych odpowiedników JT65A i WSPR(-2). Zwłaszcza znikomym powodzeniem cieszą się wolniejsze odmiany JT9 – o czasach trwania cyklu 10 i 30 sekund.
Klasyczna wersja programu WSPR także wzbogaciła się o nowe elementy takie jak współpraca z odbiornikami i radiostacjami programowalnym (ang. SDR) i możliwość pracy wielopasmowej z automatyczną zmianą pasma w sposób losowy albo według ustalonego harmonogramu – synchronicznie z innymi stacjami na całym świecie.
Oprócz licencjonowanych krótkofalowców pracą emisją WSPR interesują się także miłośnicy radia CB.

Krzysztof Dąbrowski OE1KDA
Wiedeń
Luty 2014

Wstęp do wydania 2

W obecnym wydaniu zastąpiono tłumaczenie instrukcji do programu WSJT-X w wersji 1.0 przez tłumaczenie instrukcji dla wersji 1.6. W instrukcji dodano informacje pochodzące także z innych źródeł.

Krzysztof Dąbrowski OE1KDA
Wiedeń
7 lutego 2016

Instrukcja do programu WSJT-X w wersji 1.6

autorstwa Joe Taylora, K1JT

Wstęp

WSJT-X jest programem przeznaczonym do prowadzenia łączności krótkofalarskich przy użyciu bardzo słabych sygnałów. Nazwa jego znanego poprzednika została tu uzupełniona o literę X oznaczającą doświadczalną odmianę WSJT.
Wersja 1.6 pozwala na pracę pięciona emisjami: JT4, JT9, JT65, WSPR i Echo. Pierwsze trzy są przeznaczone do prowadzenia niezawodnych łączności przy użyciu bardzo słabych sygnałów. Występują w nich prawie identyczne struktury komunikatów i algorytmy kodowania. Emisja JT65 została opracowana w pierwszym rzędzie do pracy przez odbicia od Księżyca – EME – w pasmach ultrakrótkofalowych ale okazała się również bardzo skuteczna w łącznościach QRP z zakresie fal krótkich (JT65A). Emisja JT9 jest natomiast dostosowana do warunków łączności w amatorskich zakresach fal długich, średnich i krótkich. Charakteryzuje się ona o około 2 dB większą czułością przy szerokości pasma wynoszącej tylko 10% w stosunku do JT65A. Umożliwia to prowadzenie łączności o zasięgu światowym z mocami rzędu 1 W i przy użyciu anten o małych wymiarach. W paśmie 1 kHz może pracować równolegle kilka tuzinów stacji JT9. W JT4 występuje szereg wariantów różniących się odstępami tonów, a jest ona przeznaczona do łączności przez odbicia od Księżyca w pasmach mikrofalowych do 24 GHz włącznie. Wszystkie trzy emisje umożliwiają nawiązywanie łączności przez odbicia od Księżyca z mocami o 10 – 15 dB niższych niż dla telegrafii.
Cechą charakterytyczną wszystkich emisji WSJT jest praca w cyklach złożonych na przemian z minutowych faz nadawania i odbioru. Minimalny czas trwania QSO wynosi więc cztery do sześciu minut. Każda ze stacji nadaje dwa lub trzy komunikaty, odpowiednio naprzemian w minutach parzystych i nieparzystych.
Emisja WSPR została opracowana dla potrzeb badania warunków propagacji przy użyciu niskich mocy nadawania. Komunikaty WSP zawierają znak wywoławczy stacji, jej lokator i moc nadajnika w dBm. Są one jeszcze prawidlowo dekodowane przy stosunkach sygnału do szumu -28 dB w paśmie 2500 Hz. Meldunki o odebranych stacjach są przekazywane przez Internet do centralnej bazy danych *wsprnet.org* gdzie są one nie tylko archiwizowane ale także wyświetlane na mapach.
Tryb echa służy do wykrywania i pomiarów ech własnych sygnałów odbitych od Księżyca, nawet jeśli leżą one znacznie poniżej progu słyszalności.
WSJT-X posiada wskaźnik widma o szerokości pasma dochodzącej do 5 kHz, może sterować prawie wszystkimi używanymi obecnie modelami radiostacji i jest wyposażony w wiele pomocniczych funkcji takich jak automatyczne śledzenie efektu Dopplera w trakcie łączności EME i pomiarów własnych ech. Program pracuje pod systemami Windows, OS-X i Linuksem.
WSJT-X jest programem ogólnie dostępnym na warunkach licencji GNU, a w Internecie w witrynie *sourceforge.net* dostępny jest także jego kod źródłowy.

Zmiany w wersji 1.6

W stosunku do poprzedniej wersji (1.5) dodano:

- Emisję WSPR wraz z możliwościami synchronicznej zmiany pasm pracy i nowo opracowanym dwufazowym dekoderem mogącym dekodować sygnały zachodzące na siebie.
- Emisję JT4 (w wariantach A-G), tryb Echa i automatyczne śledzenie wpływu efektu Dopplera. Dekoder JT4 jest czulszy niż występujący w ostatnich wersjach WSJT i automatycznie uśredniający odbierane komunikaty. Program dysponuje również wariantami JT65B i JT65C ale nie zawiera czułego dekodera niezbędnego do łączności EME.
- Narzędzia niezbędne do kalibracji częstotliwościowej radiostacji z dokładnością do 1 Hz.
- Spis częstotliwości pracy dla poszczególnych emisji – dostępnych poprzez rozwijane menu pasm.
- Korekty błędów występujących w dotychczasowych wersjach biblioteki Hamlib służącej do sterowania radiostacjami.

W planach na przyszłość przewidziane jest dodanie szybkich emisji przeznaczonych do łączności przez odbicia od śladów meteorytów i łączności troposferycznych, nowej emisji JTMSK i udoskonalonego dekodera JT65 przeznaczonego do pracy w zatłoczonych pasmach KF. Planowana jest także rezygnacja z podlegającego ograniczeniom patentowym algorytmu Koetter-Vardyiego.

Wymagane wyposażenie

- Radiostacja nadawczo-odbiorcza SSB na pasma KF lub niższe wraz z odpowiednimi antenami.
- Komputer wyposażony w system operacyjny Windows, Linuks, OS-X, pracujący z częstotliwością zegarową powyżej 1,5 GHz i posiadający 200 MB wolnej pamięci.
- Monitor o rozdzielczości 1024 x 780 punktów lub większej.
- Komputer musi być wyposażony także w podsystem dźwiękowy i musi być połączony z gniazdami głośnikowym i mikrofonowym komputera w sposób identyczny jak dla innych emisji cyfrowych (PSK31 itp.). Do kluczowania nadajnika stosowane jest jak zwykle złącze szeregowe COM. Jego wyboru dokonuje się w konfiguracji programu. Można także korzystać z automatycznego kluczowania nadajnika – VOX-u o ile radiostacja jest w niego wyposażona lub ze sterowania radiostacją za pośrednictwem złącza CAT. Program może korzystać również z zewnętrznego podsystemu dźwiękowego podłączonego do złącza USB – w tym także z wbudowanego do radiostacji. Częstotliwość próbkowania systemu dźwiękowego musi wynosić 48000 Hz, a rozdzielczość 16 bitów (jakość DVD).
- Wymagane jest dokładne nastawienie czasu systemowego komputera z dokładnością do ± 1 sek. Do tego celu wygodnie jest skorzystać z programów synchronizujących czas poprzez Internet. Autor zaleca korzystaniae z *Meinberg NTP* zamiast ze standardowej funkcjonalności systemu Windows. Instrukcja instalacji programu znajduje się pod adresem *http://www.satsignal.eu/ntp/setup.html*.
  Opracowany przez F6CFE (autora MultiPSK) program Clock umożliwia także synchronizację czasu w oparciu o wzorcowe sygnały czasu nadawane radiowo np. na falach długich (stacja DCF77 lub inne). Autor nie zaleca natomiast korzystania ze standardowego wyposażenia Windows służącego do synchronizacji.

Instalacja

Windows

1) Archiwum programu jest dostępne w witrynie WSJT pod adresem *http://www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT*. W oknie głównym należy skorzystać z odnośnika WSJT a następnie na stronie WJT – z odnośnika do pobierania WSJT-X. Zaleca się, zwłaszcza w pierwszej fazie rozwoju programu zapoznawania się z treścią dziennika zmian i modyfikacji dostępnego pod adresem *http://www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/wsjtx_changelog.txt*.
2) W środowisku Windows należy wywołać pobrany plik i zastosować się do wyświetlanych na ekranie instrukcji. WSJT-X powinien być zainstalowany w oddzielnym katalogu o dowolnej nazwie. K1JT proponuje przykładowo katalog *C:\WSJTX* zamiast standardowego *C:\Program Files\WSJTX*. Wszystkie pliki należące do zainstalowanego programu są zawarte w tym katalogu lub w jego katalogach podrzędnych. Do usunięcia programu należy posłużyć się jego własnym programem dezinstalacyjnym lub programem dezinstalacyjnym systemu Windows.
3) Dzienniki i inne pliki zawierające dane robocze znajdują się w katalogu *C:\Users\<nazwa użytkownika>\AppData\LocalWSJT-X*.
4) Po pierwszym uruchomieniu programu należy dokonać jego konfiguracji posługując się menu „**Setup | Configuration**” („Ustawienia | Konfiguracja”). Do podstawowych parametrów konfiguracyjnych należą (jak to pokazano na ilustracji poniżej) znak wywoławczy i lokator stacji a następnie parametry związane ze stosowanym sprzętem (zwłaszcza w przypadku jego sterowania przez WSJT-X). Wielu użytkowników korzysta z innych znanych już programów sterujących dlatego też WSJT-X oferuje jedynie podstawowe funkcje sterownicze.
   Zasadniczo dla WSJT-X najważniejsze są znajomość częstotliwości pracy i możliwość przełączania nadawanie-odbiór. W najprostszym przypadku wystarczy ustawienie okresu odpytywania częstotliwości (ang. *Polling interval*) na 0 co oznacza brak zapytań. Program może wprawdzie dostroić radiostację do ustawionej w nim częstotliwości ale nie dostaje informacji o ewentualnych późniejszych jej przestrojeniach. Dla większości przypadków zalecane jest ustawienie okresu kilku (np. 1 – 3) sekund. Często wymagane jest do tego celu przeprowadzenie kilku prób i ewentualne zapoznanie się z instrukcją sprzętu.
   Autor zaleca dodatkowo włączenie radiostacji, układów pośredniczących i jej połączenie z komputerem przed uruchomieniem programu, a ich wyłączenie dopiero po jego zamknięciu ze względu na zmniejszenie ryzyka ewentualnego uszkodzenia.
5) Do sprawdzenia prawidłowości połączenia z radiostacją i jej sterowania służą przyciski „**Test CAT Control**” („Sprawdź sterowanie CAT”) i „**Test PTT**” („Sprawdź kluczowanie nadajnika). Przycisk „**Cancel**” („Zignoruj zmiany”) służy jak zwykle do zamknięcia okna bez zapisania zmian, a „**OK**” do potwierdzenia zapisanych zmian i zamknięcia okna.
6) WSJT-X wymaga częstotliwości próbkowania 48 kHz. Ustawienia podsystemu dźwiękowego pod systemam Windows można sprawdzić i w razie potrzeby zmodyfikować w panelu sterowania Windows.

Linuks

Dla dystrybucji Debiana, Ubuntu i opartych na Debianie:

- Wersja 32-bitowa: *wsjtx_1.6.0_i386.deb*
  - Instalacja: *sudo dpkg –i wsjtx_1.6.0_i386.deb*
  - Dezinstalacja: *sudo dpkg –P wsjtx*
- Wersja 64-bitowa: *wsjtx_1.6.0_amd64.deb*
  - Instalacja: *sudo dpkg –i wsjtx_1.6.0_amd64.deb*
  - Dezinstalacja: *sudo dpkg –P wsjtx.*

Konieczne mogą być także dodatkowe polecenia podawane w oknie terminalowym:
sudo apt-get install libqt5multimedia5-plugins libqt5serialport5
sudo apt-get install libfftw3-single3.

Dla Ubuntu 15.04, podobnych i nowszych dystrybucji także:
sudo apt-get install libqt5opengl5.
Dla dystrybucji Fedora, Red Hat i innych opartych o rpm:

- Wersja 32-bitowa: *wsjtx-1.6.0-i686.rpm*
  - Instalacja: *sudo rpm –i wsjtx-1.6.0-i686.rpm*
  - Dezinstalacja: *sudo rpm –e wsjtx*
- Wersja 64-bitowa: *wsjtx-1.6.0-x86_64.rpm*
  - Instalacja: *sudo rpm –i wsjtx-1.6.0-x86_64.rpm*
  - Dezinstalacja: *sudo rpm –e wsjtx*

Konieczne może być także dodatkowe polecenie podane w oknie terminalowym:
sudo yum install fftw-libs-single qt5-qtmultimedia qt5-qtserialport

Instalacja dekodera KVASD

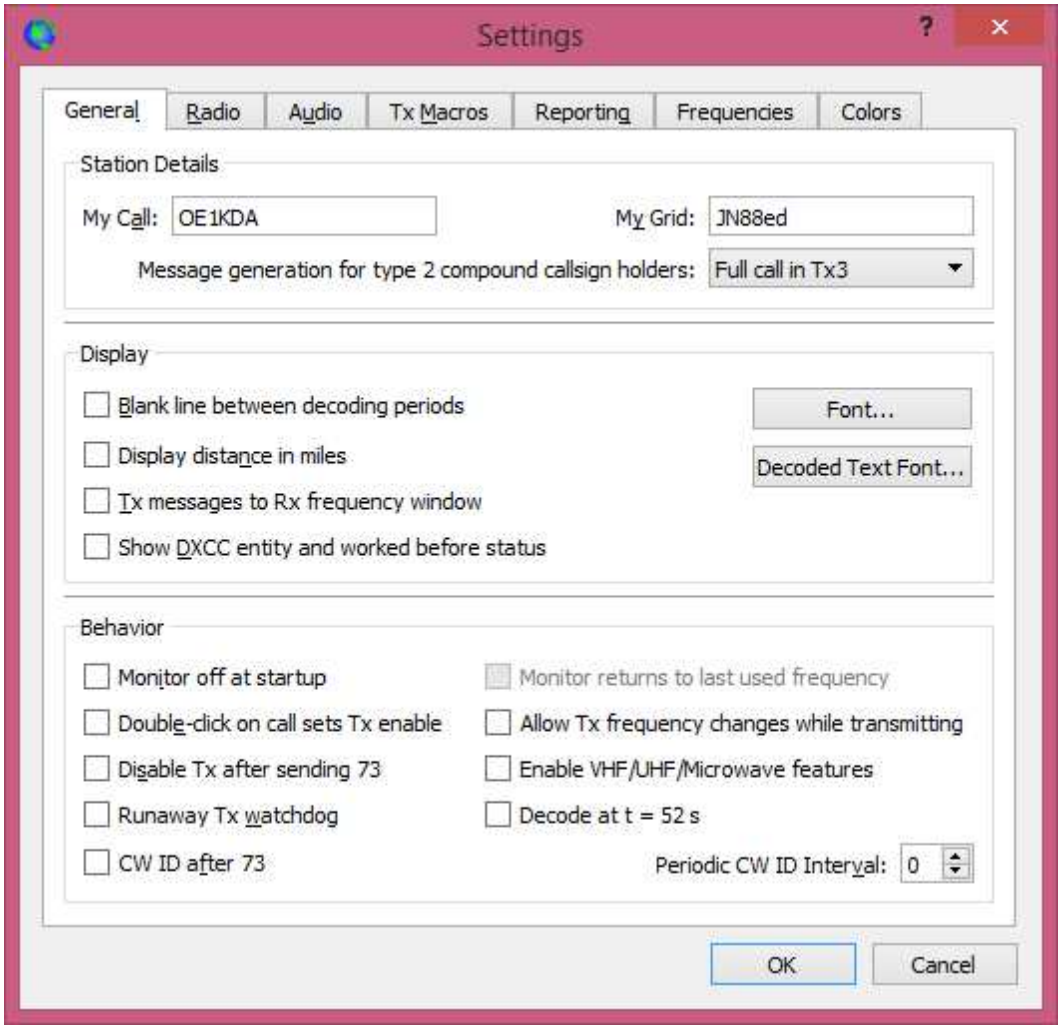
Wersja programu dla Linuksa wymaga dodatkowo instalacji programu KVASD będącego dekoderem kodu Reed-Solomona (63,12) opartego na algorytmie Koetter-Vardyiego. Użytkownicy Ubuntu i innych dystrybucji opartych na Debianie muszą w tym celu podać w oknie terminalowym następujące polecenia:
sudo add-apt-repository ppa:ki7mt/kvasd-installer
sudo apt-get update
sudo apt-get install kvasd-installer
kvasd-installer
Na zakończenie instalacji na ekranie powinien zostać wyświetlony komunikat:
*KVASD version 1.12 –Decode test *** PASSED ***.*
Ten sam komunikat jest wyświetlany po wywołaniu zainstalowanego dekodera za pomocą polecenia
kvasd -v
Pod większością wersji Linuksa (łącznie z wersjami dla procesorów ARM) instalacja polega na pobraniu, rozpakowaniu u wywołaniu narzędzi zawartych w archiwum *kvasd-installer*. Konieczne może być uprzednie zainstalowanie następujących standardowych programów: *autoconf, awk, bash, dialog, libgfortran, svn*.
W celu zainstalowania dekodera należy pobrać archiwum w formacie tar, zapisać je w oddzielnym katalogu i podać w oknie terminalowym następujące polecenia:
tar xzf kvasd-installer-1.12.14.tar.gz
cd kvasd-installer-1.12.14
./autogen.sh
sudo make install
kvasd-installer
Na zakończenie instalacji na ekranie powinien wyświetlić się komunikat:
*KVASD version 1.12 –Decode test *** PASSED ***.*

System OS X Macintosha

Dla wersji OS X 10.7 należy pobrać plik wsjtx-1.6.0-Darwin.dmg, zapisać go na pulpicie i wywołać przez dwukrotne naciśnięcie myszą. Należy także zapoznać się z informacjami dotyczącymi instalacji zawartymi w pliku *ReadMe*. Użytkownicy korzystający ze starszej, uprzednio zainstalowanej wersji mogą zachować ją zmieniając nazwę katalogu, w którym sie znajduje z WSJT-X przykładowo na WSJT-X_1.5. Następnie można już kontynuować instalację. Po jej zakończeniu należy dwukrotnie nacisnąć na program *kvasd-installer* w celu zainstalowania dekodera kvasd w katalogu WSJT-X.
W celu skonfigurowania systemu dźwiękowego tak aby pracował on sterofonicznie z rozdzielczością 16 bitów i częstotliwością próbkowania 48 kHz należy posłużyć się programem *Audio MIDI Setup*.
W ustawieniach systemowych („System Preferences”) należy wybrać także zewnętrzne źródło synchronizacji czasu systemowego.
W celu usunięcia WSJT-X należy przeciągnąć go do kosza.

Konfiguracja

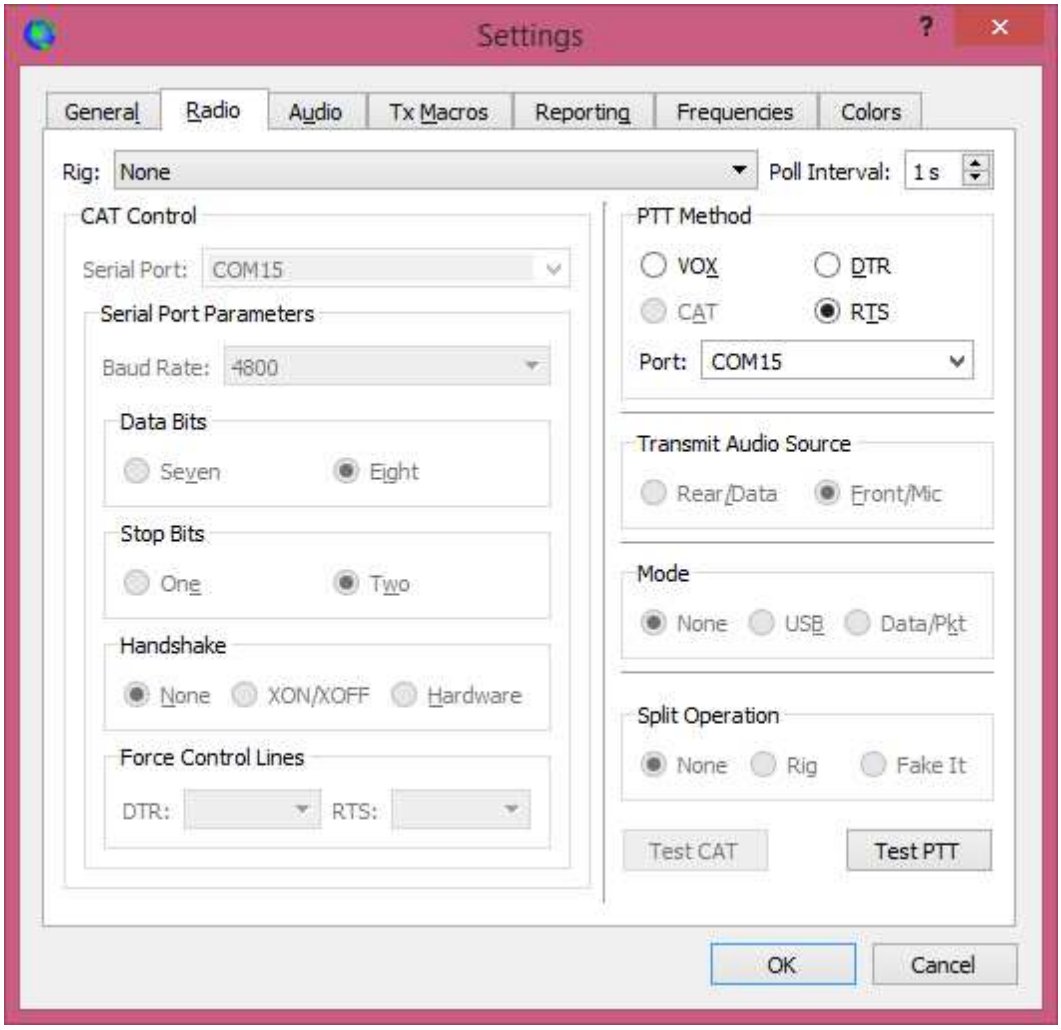
W wersji dla systemu Windows okno konfuguracyjne jest otwierane za pomocą punktu „Settings” („Ustawienia”) z menu „File” („Plik”) lub za pomocą klawisza funkcyjnego F2. W wersji dla OS X należy wybrać w menu pozycję „Preferences” („Ustawienia”) lub posłużyć się kombinacją klawiszy „Cmd+”. Okno konfiguracyjne zawiera siedem, omówionych dalej, zakładek.



Rys. 3.1. Zakładka ogólna

W zakładce ogólnej na początek konieczne jest wprowadzenie własnego znaku wywoławczego (w polu „My Call”) i lokatora (w polu „My Grid”). W przypadku używania znaków łamanych należy zapoznać się z informacjami zawartymi w punkcie im poświęconym.
Większość pozostałych pól może zachować stan domyślny daletego też zostaną omówione jedynie najważniejsze z nich.
W ramce „Display” („Wyświetlanie”) zaznaczenie pola „Blank line between decoding periods” („Pusta linia pomiędzy odcinkami minutowymi”) powoduje optyczne rozdzielenie poszczególnych odcinków minutowych.
W ramce „Behavoiur” („Sposób pracy”) zaznaczenie pola „Monitor off at start up” („Wyłączenie dekodowania po uruchomieniu programu”) powoduje, że program nie dekoduje i nie wyświetla odebranych sygnałów do czasu naciśniecia przez operatora przyciski „Monitor” na ekranie. Domyślnie wyświetlanie i dekodowanie jest włączone i tylko w niektórych sytuacjach wygodne jest jego wyłączenie.
Zaznaczenie pola „Double click on call sets TX Enable” powoduje, że po dwukrotnym naciśnięciu któregoś z odebranych znaków uruchamiane jest nadawanie. W przeciwnym przypadku należy nadawanie włączyć ręcznie naciskając przycisk „Tx Enable” w oknie głównym programu.

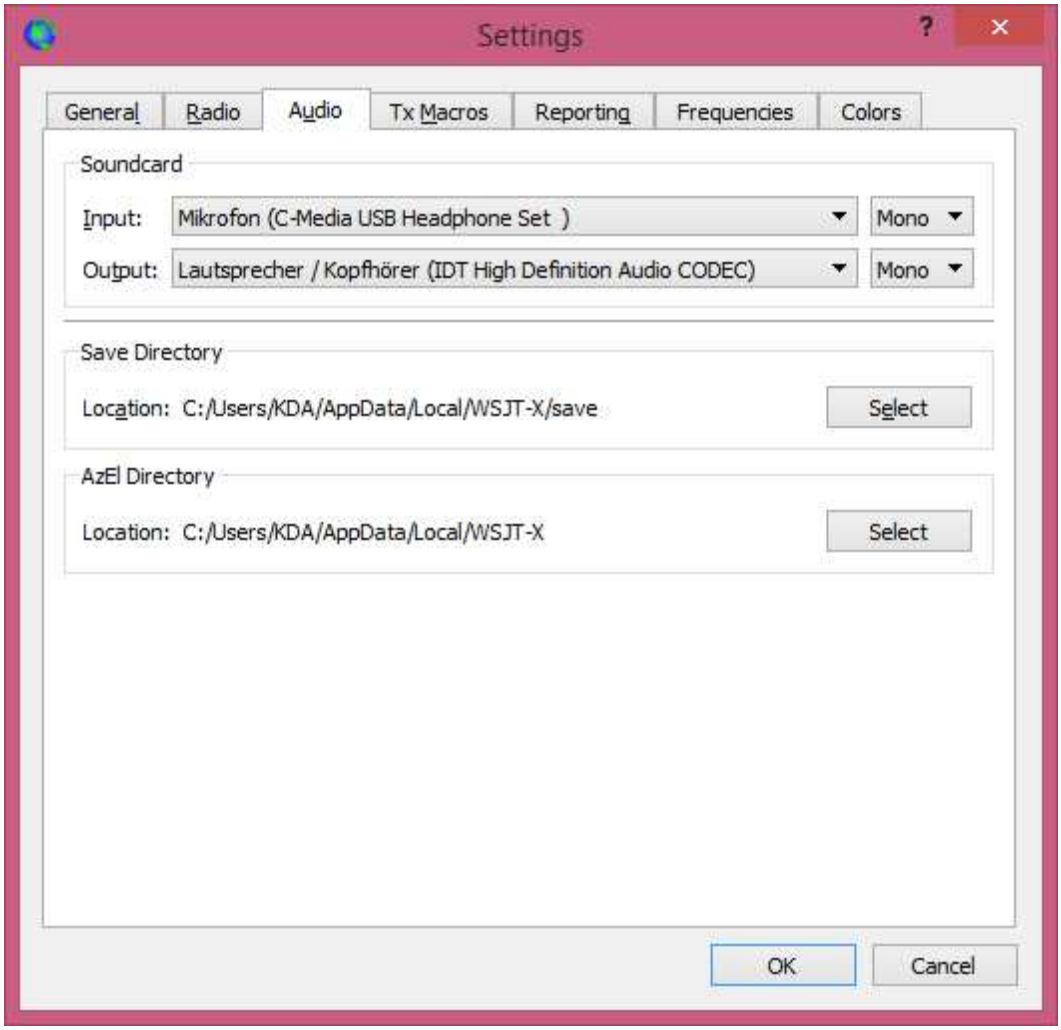
Pole „Disable Tx after sending 73” powoduje natomiast po jego zaznaczeniu automatyczne wyłączenie nadawania po zadaniu komunikatu zawierającego 73. W przeciwnym przypadku należy nadawanie wyłączyć ręcznie aby program nie powtarzał tego komunikatu wielokrotnie.
Zaznaczenie pola „Runaway Tx watchdog” powoduje natomiast automatyczne wyłączenie wielokrotnego powtarzania tego samego komunikatu.



Rys. 3.2. Zakładka radiostacji

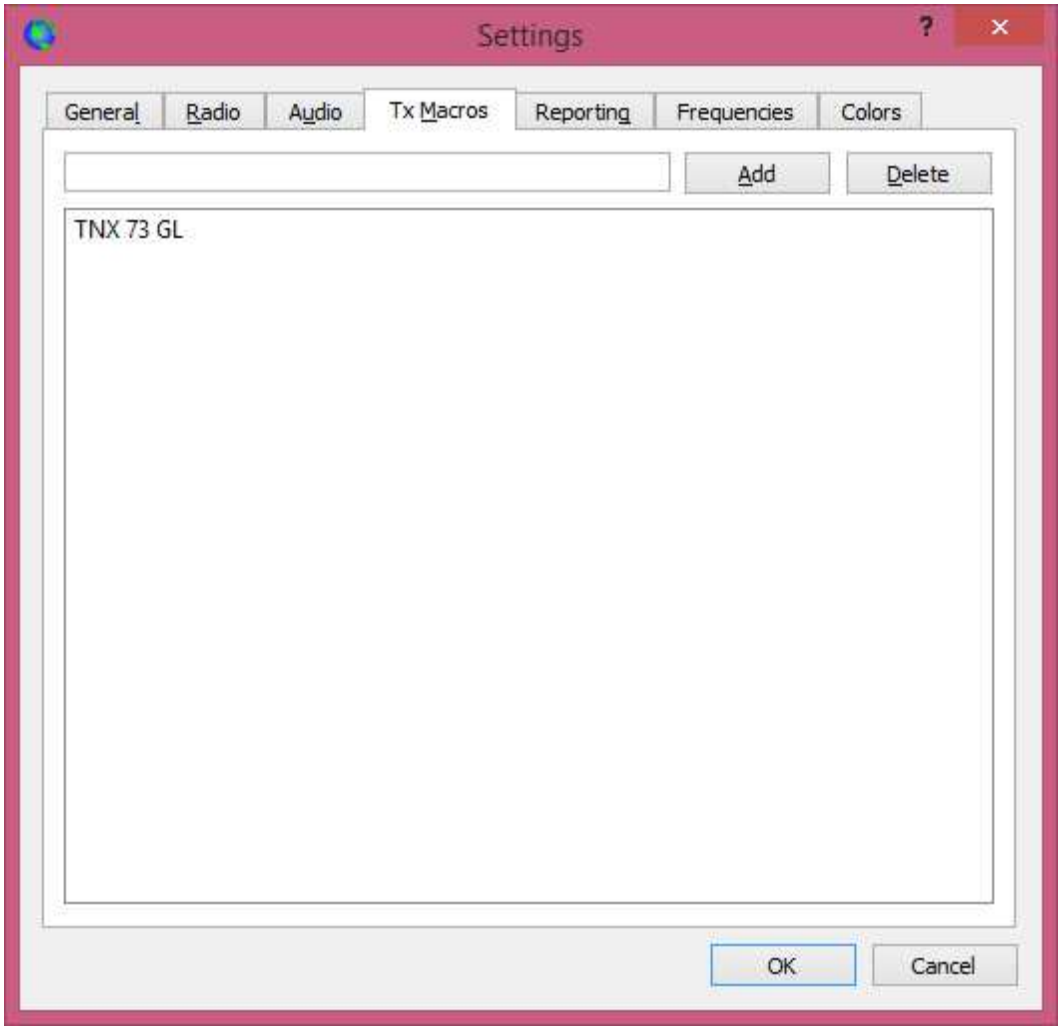
WSJT-X posiada funkcję sterowania najważniejszymi (z punktu widzenia jego pracy) funkcjami radiostaji za pośrednictwem złącza CAT. Korzystanie z tych możliwości nie jest konieczne ponieważ operator może sterować radiostacją za pomocą innego wygodniejszego dla niego programu (takiego jak „DX Lab Suite Commander”, „Ham Radio Deluxe”, „Hamlib NET rigctl”, „OmniRig” lub programu fabrycznego), a na dodatek w praktyce sprowadza się to do dostrojenia sprzętu do jednej standardowej częstotliwości w każdym paśmie, po uprzednim wybraniu emisji SSB z górną wstęgą i odpowiedniego do tego filtru p.cz.
W przypadku rezygnacji ze zdalnego sterowania sprzętu przez WSJT-X w polu „Rig” („Sprzęt”) należy pozostawić domyslną wartość „None” i na tym się sprawa kończy. Pozostaje jedynie wybranie w ramce „PTT Method” („Sposób kluczowania N-O”) złącza szeregowego COM do kluczowania nadajnika i w nim sygnału DTR lub RTS albo kluczowania automatycznego VOX. W przypadku korzystania ze zdalnego sterowania możliwe jest również kluczowanie za pomocą rozkazów CAT.
W ramce „Transmit Radio Source” („Źródło nadawanego sygnału”) można w zależności od używanego gniazdka w radiostacji podać gniazdko miktofonowe („Front/Mic.”) lub danych („Rear/Data”).
W ramce „Mode” („Sposób transmisji”) podawane jest w zależności od sytuacji ustawienie SSB lub transmisji danych w radiostacji. Może to być istotne wtedy, gdy od wyboru tego trybu zależy też wybór

filtru w radiostacji. Pozycja „None” oznacza, że sprawa jest nieistotna dla WSJT-X. W ramce „Split operation” możliwy jest wybór pracy z różniącymi się od siebie częstotliwościami nadawania i odbioru przy ewentualnym wykorzystaniu VFO-A i VFO-B radiostacji. Może to pozwolić przykładowo na skorzystanie z dogodniejszej kombinacji filtrów lub innych parametrów radiostacji. Pozycja „Rig” powoduje przełączanie VFO w radiostacji, „Fake it” – symulację za pomocą przestrajania przez program, a „None” – nie korzystanie z tej możliwości.
Po wybraniu sposobu kluczowania nadajnika warto połączyć komputer z radiostacją, włączyć ją i wypróbować przełączanie nadawanie-odbiór (N-O) naciskając na ekranie przycisk „Test PTT” – raz w celu przejścia na nadawanie i ponownie w celu powrotu do odbioru.
Natomiast w przypadku korzystania ze zdalnego sterowania za pośrednictwem jednego z wymienionych powyżej programów należy wybrać go z rozwijanej listy w polu „Rig”, a w przypadku bezpośredniego sterowania przez WSJT-X należy wybrać z niej model radiostacji. W wyświetlającym się w takiej sytuacji polu „Network Server” nie należy nic wpisywać dla programu pracującego na tym samym komputerze, a jedynie w sytuacji gdy program sterujacy pracuje na innym komputerze dostępnym przez sieć lokalną należy podać jego nazwę.
W polu „Poll interval” należy wybrać odstęp czasu między kolejnymi odpytaniami stanu radiostacji przez komputer. W większości sytuacji i modeli praktycznym odstępem jest 1 – 3 sekundy.
Zdalne sterowanie radiostacji przez WSJT-X wymaga wybrania w ramce „CAT Control” używanego do tego celu złącza szeregowego COM i w znajdujących się poniżej ramkach parametrów łączności takich jak szybkość transmisji, liczbę bitów danych i bitów stopu, a także sposobu synchronizacji transmisji „Handshake” („None” – bez, XON/XOFF – programowego, „Hardware” – sprzętowego RTS/DTR). Przycisk „Test CAT” służy do sprawdzenia komunikacji komputera z radiostacją.



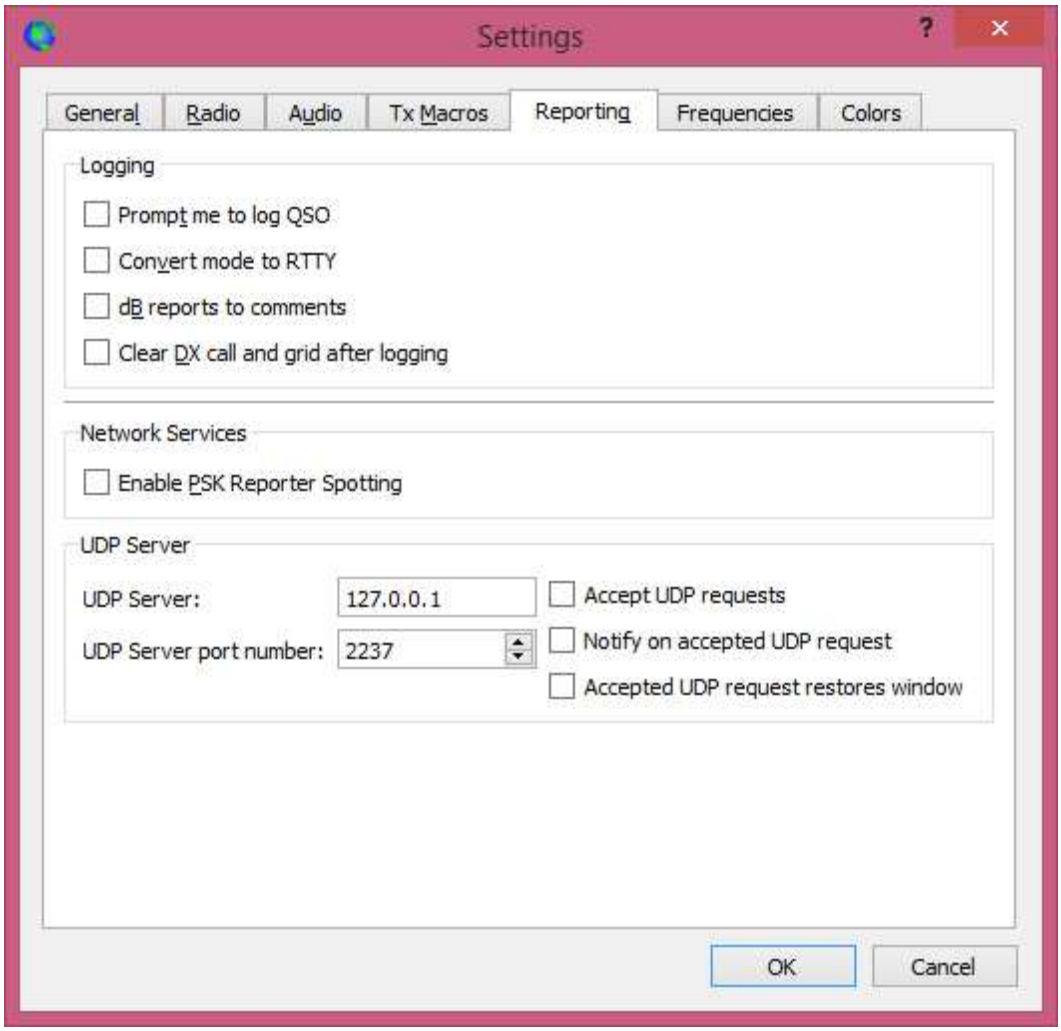
Rys. 3. 3. Zakładka systemu dźwiękowego

Na zakładce systemu dźwiękowego („Audio”, rys. 3.3) wybierany jest system dźwiękowy używany przez program. Wyboru oddzielnie dla kanału wejściowego (odbiorczego) i wyjściowego (nadawczego) dokonuje się z rozwijanych spisów odpowiednio w polach „Input” i „Output”. W najczęściej występującej sytuacji komputer jest wyposażony tylko w jeden podsystem dźwiekowy i jego wybór jest czystą formalnością, ale w sytuacjach wyposażenia go w większą liczbę systemów wewnętrznych lub zewnętrznych (np. USB) należy dokładnie zorientować się przed dokonaniem wyboru aby program korzystał z systemu rzeczywiście połączonego z radiostacją. Nieprawidłowy wybór uniemożliwi odbiór, nadawanie albo obie czynności ale nie grozi uszkodzeniem sprzętu. Rozwijane spisy z napisami „Mono” umożliwiają wybór stereofonicznego kanału lewego albo prawego co może być pożyteczne w niektórych przypadkach.
Wybierając podsystem dźwiękowy używany domyślnie przez system operacyjny należy wyłączyć wszystkie dźwięki i sygnalizacje systemowe, aby nie były one transmitowane przez radio.
Podsystem dźwiękowy musi być skonfigurowany tak, aby pracował z częstotliwością próbkowania 48 kHz w trybie 16-bitowym.
W ramce „Save Directory WSJT-X” wybierany jest katalog, w którym program zapisuje zarejestrowane sygnały dźwiękowe. Przycisk „Select” służy do zmiany katalogu, ale pzreważnie można pozostawić katalog domyślny. Analogicznie ramka „AzEL directory” służy do wyboru (za pomocą przycisku „Select”) katalogu zawierającego plik *azel.dat*, w którym zapisane są współrzędne Słońca i Księżyca. Z danych tych mogą korzystać inne programy np. sterujące obracaniem anten lub obliczające wpływ efektu Dopplera na danej trasie. Zawartość pliku jest aktualizowana w rytmie sekundowym.



Rys. 3.4. Zakładka tekstów

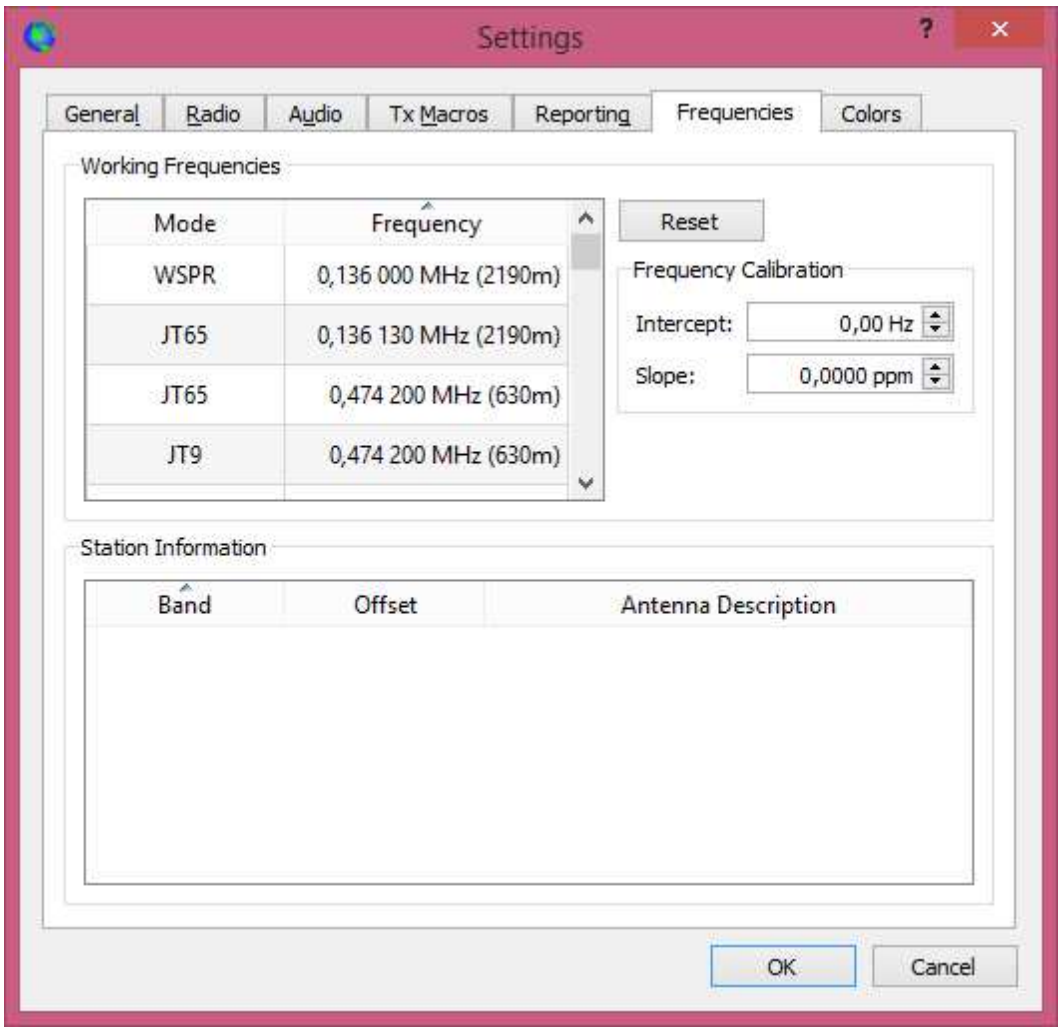
W zakładce tekstów („Tx Macros”) zapisane są teksty przygotowane do wykorzystania w komunikacie dowolnym w trakcie łączności. Naciśnięcie pola tekstów dowolnych w oknie głównym programu powoduje otwarcie pomocniczego okienka prezentującego wszystkie te teksty do szybkiego wyboru. Długość tekstów jest ograniczona przez protokół do 13 znaków alfanumerycznych, dlatego też często są w nich wykorzystywane różnego rodzaju skróty. Kolejność tekstów w spisie można zmienić przeciągając je myszą w górę lub w dół.
W celu dodania nowego tekstu należy wpisać go do pola u góry ramki i naciśnięcia przycisku „Dodaj” (Add”).
W celu usunięcia tekstu ze spisu należy zaznaczyć go myszą w spisie i nacisnąć przycisk „Delete” („Usuń”).



Rys. 3.5. Zakładka meldunków internetowych

W zakładce meldunków internetowych w ramce „Logging” („Zapis w dzienniku stacji”) pole „Prompt me to log QSO” włącza przyponinanie o konieczności zapisu łączności w dzienniku, pole „Convert mode to RTTY” powoduje, że emisja zostanie zapisana w dzienniku jako RTTY, pole „dB reports to comments” powoduje zapisanie raportów w dB w rubryce komentarzy a zaznaczenie pola „Clear DX Call and grid after logging” powoduje skasowanie zawartości pól znaku korespondenta i jego lokatora po zapisaniu łączności w dzienniku.
Ramka pn. „Usługi sieciowe” („Network services”) zawiera pole włączające meldowanie odebranych stacji do internetowego serwera *pskreporter.info*.
W ramce „UDP server” podawany jest adres internetowy IP i kanał logiczny do kontaktu z programem odbierającym (lokalnie) dane z WSJT-X, przykładem takiego programu jest „JTAlert”. Dla programu

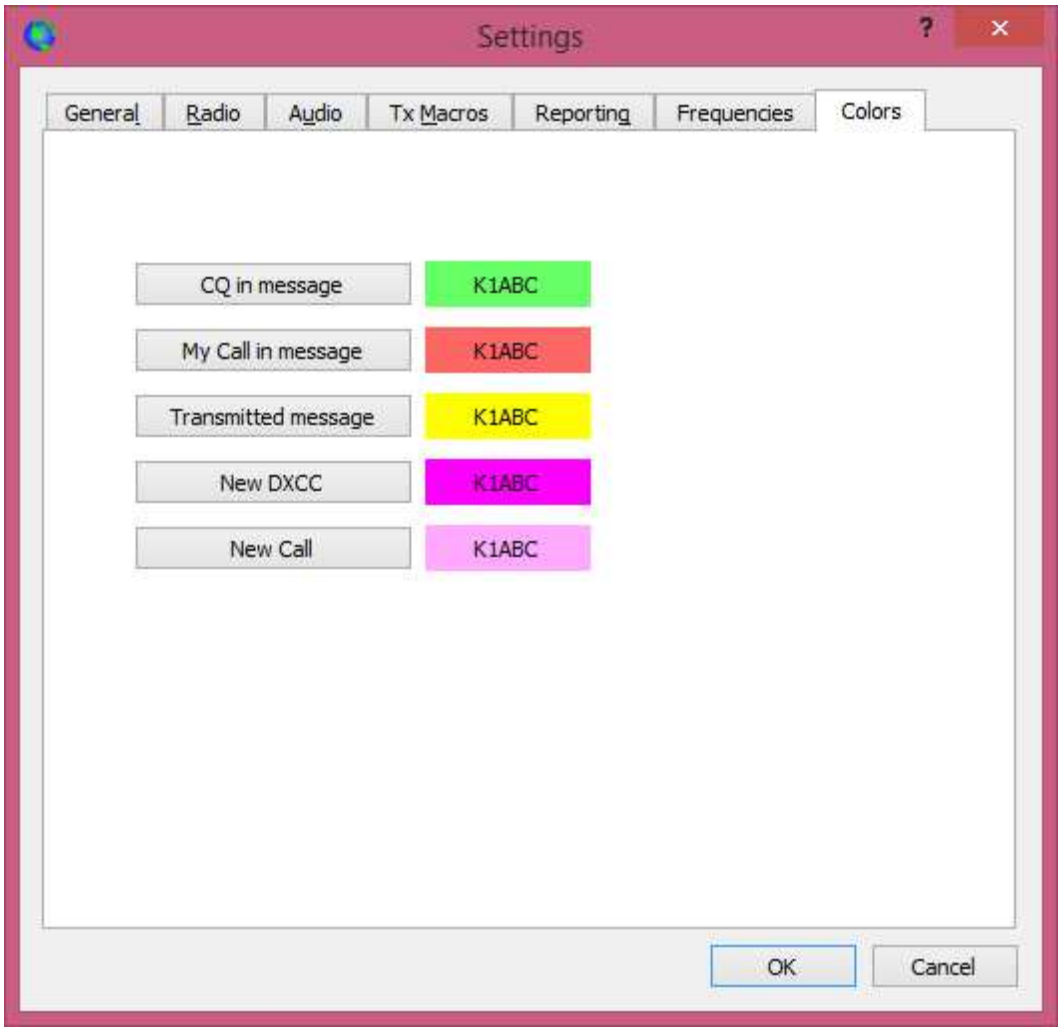
pracującego na tym samym komputerze podawany jest adres 127.0.0.1. Numer kanału logicznego („UDP port”) należy sprawdzić w instrukcji tego programu.



Rys. 3.6. Zakładka częstotliwości

Zakładka częstotliwości zawiera spis zalecanych obecnie częstotliwości pracy emisjami JT65 i JT9. Podane są częstotliwości wytłumionej nośnej SSB czyli częstotliwości wyświetlane na skali radiostacji. W celu modyfikacji spisu należy w pożądanym polu wpisać nową częstotliwość i potwierdzić zmianę klawiszem „Enter” na klawiaturze komputera. Wpis jest automatycznie formatowany i uzupełniany o oznaczenie pasma.
W celu dodania nowego wpisu należy spis nacisnąć w dowolnym miejscu prawym klawiszem myszy i w menu kontekstowym wybrać pozycję „Insert” („Dodaj”). W polu dialogowym należy wpisać częstotliwość w MHz i wybrać oznaczenie emisji albo pozostawić wolne miejsce. Na zakończenie należy nacisnąć przycisk OK. Spis nie jest ograniczony do jednej częstotliwości dla każdego pasma – może ich być dowolnie więcej.
W celu skasowania należy wybrać wpis i w menu kontekstowym wybrać pozycję „Skasuj” („Delete”). Przycisk „Reset” powoduje przywrócenie pierwotnej zawartości tabeli.
W przypadku skalibrowania skali radiostacji w oparciu o sygnał WWV lub inny wzorcowy sygnał można w ramce kalibracji („Frequency calibration”) wpisać zmierzone współczynniki A (w polu „Intercept”) i B (w polu „Slope”) występujące we wzorze:
Odchyłka częstotliwości = A + B * f, gdzie
odchyłka i wsp. A są podane w Hz, częstotliwość w MHz, a B jest współczynnikiem w skali 10^{-6}.
Wpisanie poprawek powoduje wysyłanie do radiostacji skorygowanych wartości częstotliwości i prawidłowe wyświetlanie odebranych od niej na ekranie.

W polu informacji o stacji można wpisać pasmo, różnicę częstotliwości i dane anteny. Informacje o antenie są dodawane do komunikatów odbioru wysyłanych do serwera Pskreporter. Różnice częstotliwości mają znaczenie w przypadku korzystania z transwerterów i odpowiadają częstotliwości ich heterodyny. Dodanie informacji o częstotliwości pracy może odbyć się przez zaznaczenie częstotliwości w oknie programu, naciśnięcie kombinacji CTRL A w celu ich zaznaczenia i przeciągnięcie do pola informacji o stacji. Zawartości linii w polu informacji można duplikować przeciągając je do nowych linii. Po wprowadzeniu wszystkich pożądanych zmian należy nacisnąć przycisk OK.



Rys. 3.7. Zakładka kolorów

Zakładka kolorów umożliwia zmianę kolorów tła, na którym wyświetlane są poszczególne rodzaje informacji na ekranie, przykładowo domyślnie wywołania CQ sąpodświetlone na zielono a odebrane komunikaty zawierające znak własnej stacji – na czerwono. W celu zmiany koloru tła należy nacisnąć przycisk danego rodzaju komunikatu i wybrać nowy kolor. Na początek można pozostawić tła domyślne.

Ustawienia radiostacji

Poziom szumów odbiornika

W celu ustawienia poziomu szumów tła należy:

- Nacisnąć przycisk „Monitor” o ile nie jest on podświetlony na zielono, aby rozpocząć odbiór i dekodowanie sygnałów.
- Należy nastawić emisję SSB lub transmisję danych i wybrać górną wstęgę boczną („USB” lub „USB Data”).
- Używając regulatora siły głosu w odbiorniku i ewentualnie także regulacji siły sygnału w mikserze Windows należy ustawić poziom szumów tła przy braku sygnałów odbieranych na około 30 dB (na skali po lewej dolnej stronie okna głównego). Zalecane jest wyłączenie ARW w odbiorniku lub zmniejszenie wzmocnienia w.cz. odbiornika tak, aby ARW nie musiała jeszcze reagować. W razie potrzeby można także skorygować ustawienie suwaka w pobliżu skali dB ale warto pamiętać, że największy zakres dynamiki uzyskuje się gdy suwak nie jest zbyt oddalony od położenia środkowego.

Szerokość pasma przenoszenia i dostrojenie odbiornika

- W miarę możliwości (zależnie od wyposażenia odbiornika) należy włączyć filtr o jak największej szerokości pasma, nawet do 5 kHz. Umożliwia to wyświetlanie na wskaźniku widma podzakresów JT65 i JT9 razem, przynajmniej w większości pasm amatorskich. Szerokie pasmo przenoszenia może być także przydatne w pasmach UKF gdzie sygnały JT65 i JT4 zajmują szersze podzakresy.
- Odbiorniki posiadające standardowe filtry o maksymalnej szerokości ok. 2,7 kHz pozwoją, w zależności od częstotliwości dostrojenia pokrycie pełnego podzakresu dla jednej z emisji (JT65 lub JT9) i części podzakresu dla drugiej z nich.
- Można oczywiście także skoncentrować się tylko na jednej wybranej emisji i dostroić odbiornik np. do częstotliwości 14076 kHz dla JT65 albo do 14078 kHz dla JT9. Obecnie częstotliwości dostrojenia – wytłumionej nośnej SSB – dla JT9 leżą o 2 kHz powyżej częstotliwości dla emisji JT65.

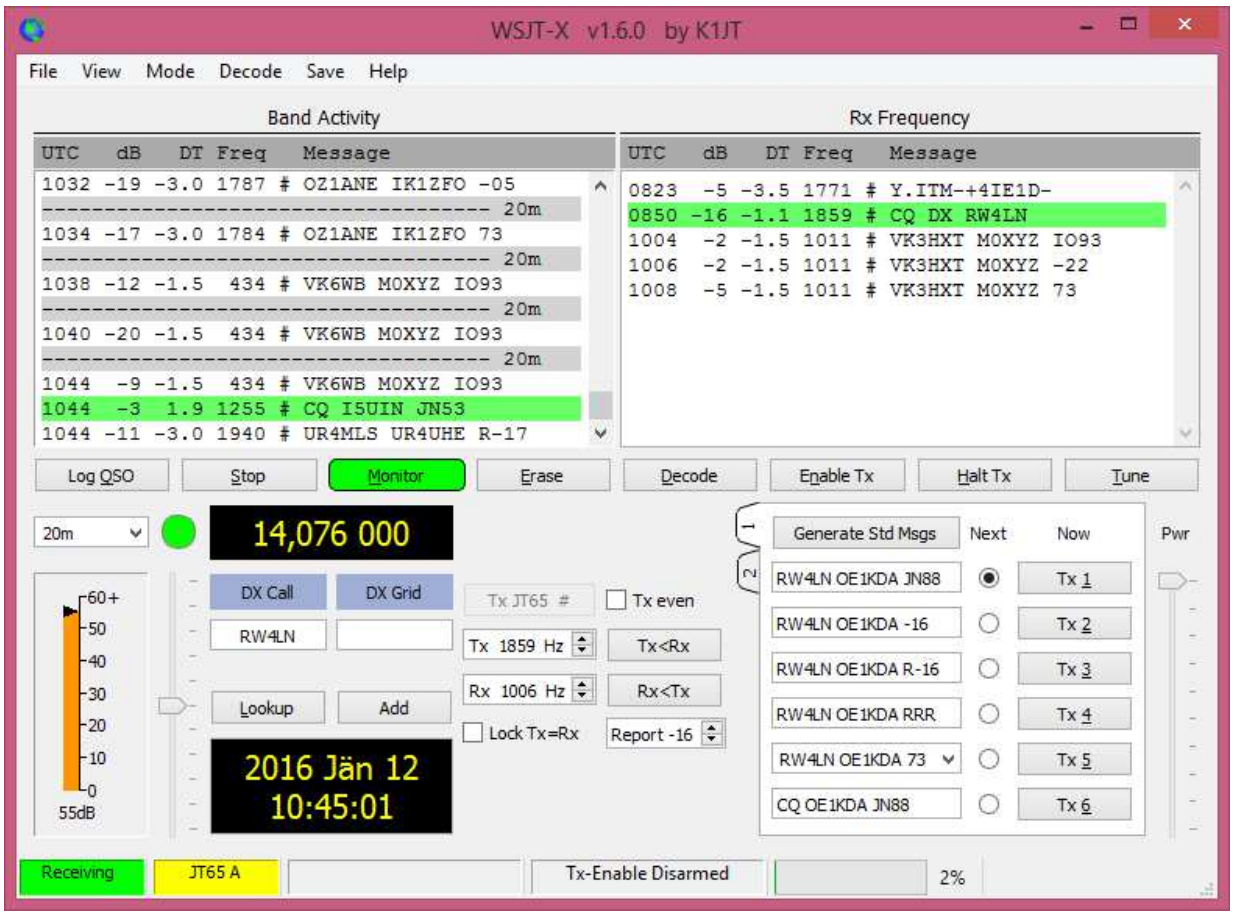
Poziom wymodulowania nadajnika

W celu ustawienia prawidłowego poziomu modulacji należy:

- Nacisnąć przycisk strojenia („Tune”) w oknie głównym programu, co powoduje przejście na nadawanie ciągłego tonu akustycznego.
- Odsłuchując ton na odbiorniku kontrolnym (lub poprzez funkcję monitora w radiostacji) należy sprawdzić czy ton jest czysty bez stuków, poślizgów i innych zakłóceń.
- Następnie należy otworzyć mikser wyjściowy systemu operacyjnego i zmniejszać poziom sygnału do czasu kiedy moc nadawanego sygnału spadnie o około 10%.
- Zamiast tego można obniżyć poziom sygnału modulującego za pomocą suwaka „Pwr” znajdującego się po prawej stronie okna głównego WSJT-X.
- Po zakończeniu regulacji należy nacisnąć ponownie przycisk strojenia („Tune”) w celu zakończenia nadawania.

<u>Uwaga:</u>
Windows Vista i następne wersje nieprawidłowo konfigurują kodeki typu PCM2900 (firmy Texas Instruments) zawarte w wielu modelach radiostacji posiadających własny podsystem dźwiękowy. Ustawiany jest poziom sygnału na wejściu mikrofonowym zamiast na wejściu linii. W przypadku gdy radiostacja jest wyposażona w kodek tego typu należy w mieszaczu ustawić poziom sygnału mikrofonowego na 0 dB.

Łączności emisjami JT na falach krótkich



Rys. 5.1. Okno główne WSJT-X

Ustawienia w oknie głównym

- Na początek należy nacisnąć przycisk „Stop” aby zatrzymać odbiór i dekodowanie sygnałów jeżeli przycisk monitora jest podświetlony na zielono. Brak podświetlenia oznacza, że program nie odbiera i nie dekoduje danych. O tym czy program rozpoczyna odbiór zaraz po uruchomieniu decydują opisane wcześniej ustawienia konfiguracyjne.
- Następnie należy w menu emisji („Mode”) wybrać emisję JT9 a w menu „Decode” („Dekodowanie”) tryb dekodowania dogłębnego („Deep”).
- Częstotliwości nadawania i odbioru należy ustawić na 1224 Hz. Zmiany częstotliwości w polach Tx i Rx można dokonywać naciskając myszą strzałki w górę lub w dół widoczne po prawej stronie pól albo naciskając na klawiaturze komputera klawisze strzałek w górę lub w dół. Naciskanie klawiszy „Pgup” („Strona w górę”) lub „Pg Dwn” („Strona w dół”) powoduje zmiany częstotliwości w większych krokach.
- Pod przyciskiem „Decode” znajdują się występy zakładek o numerach 1 i 2. Zakladki te zawierają zestawy komunikatów używanych w trakcie łączności uporządkowane na dwa sposoby.

Ustawienia w oknie widma

W oknie widma należy:

- Ustawić rozdzielczość („Bins/Pixel”) na 4,
- W polu „JT65nnnn JT9” – 2500 Hz,

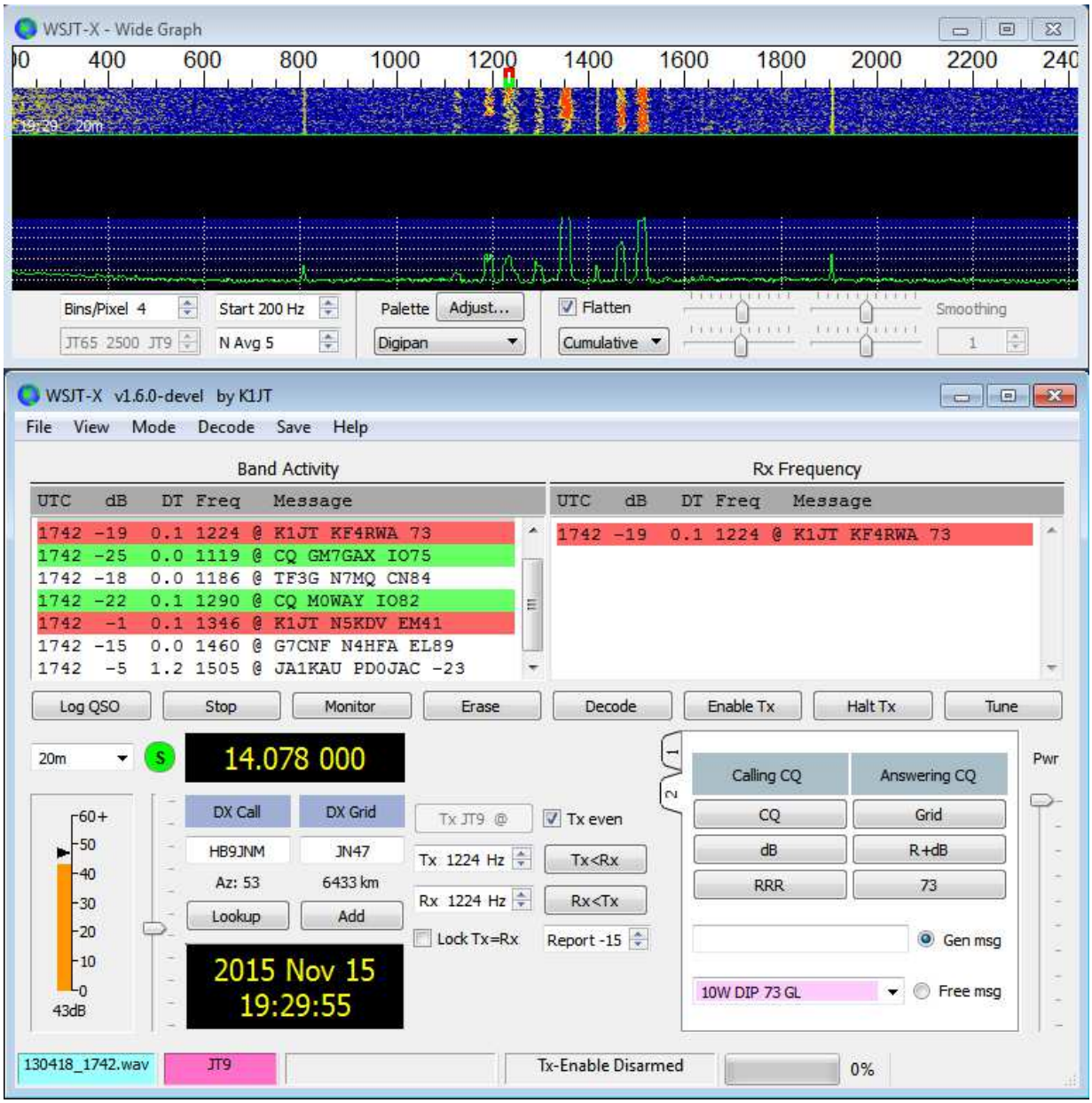
- Częstotliwość początkową w polu „Start” należy ustawić na 200 Hz,
- Liczbę uśrednianych próbek w polu „N Avg” należy nastawić na 5,
- Skalę kolorów na początek – na skalę „Digipan” (w przyszłości można ją zawsze dopasować do własnych upodobań),
- Zaznaczyć pole „Flatten” („Wygładzanie”),
- Wybrać tryb kumulacji danych („Cumulative),
- Suwaki kontrastu („Gain”) i poziomu tła („Zero”) ustawić w położeniu środkowym,
- Za pomocą myszy ustawić szerokość okna tak aby wyświetlała się w nim wartość 2400 Hz jako górna granica skali.

JT9

W trakcie pierwszych prób polegających na odtworzeniu zapisanego pliku dźwiękowego należy w konfiguracji w miejsce własnego znaku wpisać znak K1JT.
Następnie poprzez menu „**File**” | „**Open**” („Plik” | „Otwórz”) należy przejść do katalogu ...*\Save\Samples* w głównym katalogu WSJT-X i otworzyć przykładowe nagranie dźwiękowe *130418_1742.wav*. Nazwa pliku jest wyświetlana w dolnej linii informacyjnej po lewej stronie. W tej samej linii na środku wyświetlana jest wybrana emisja a obok niej poziom odbieranych szumów.
W trakcie odtwarzania pliku w oknach programu powinny się wyświetlać odbierane sygnały jak to pokazano na ilustracji 5.2.
Pod koniec minutowego odcinka czasu następuje dekodowanie sygnałów. Zachodzi ono dwuetapowo. W pierwszym etapie dekodowane są sygnały na ustawionej w oknie częstotliwości odbioru (w tym przypadku 1224 Hz), sygnalizowanej przez zielony znacznik w oknie widma. Zdekodowane teksty pojawiają się zarówno w polu prawym (tekstów na częstotliwości odbioru) jak i w polu prawym aktywności w całym odbieranym paśmie. Następnie dekodowane są wszystkie pozostałe sygnały znajdujące się w odbieranym paśmie. Czerwony znacznik w oknie widma leży na częstotliwości nadawania (w tym przypadku równej częstotliwości odbioru).
W podanym próbnym pliku zarejestrowane zostało 7 sygnałów JT9 i wszystkie są prawidłowo dekodowalne. Plik został nagrany pod koniec łączności KF4RWA z K1JT dlatego też jego pożegnanie 73 jest wyświetlane w prawym polu. W polu lewym oprócz niego wyświetlane są teksty komunikatów wszystkich pozostałych odebranych stacji.
Domyślnie wywołania CQ są wyświetlane na zielonym tle, a komunikaty zawierające własny znak stacji podany w konfiguracji (w tym przykładzie K1JT) – na czerwono. Zmiany kolorów tła dokonuje się w zakładce kolorów w konfiguracji.
W trakcie próbnego odbioru danych z pliku operator może zapoznać się z elementami i możliwościami obsługi programu a także ich wpływem na przebieg jego pracy.
W trakcie takich prób daje się zaobserwować następujące przypadki:

- Dwukrotne naciśnięcie myszą na jedną z podświetlonych na zielono linii powoduje:
  - Znak i lokator stacji nadającej wywołanie są kopiowane do pól „DX Call” i „DX Grid”,
  - Program tworzy automatycznie komunikaty niezbędne dla minimalnego QSO,
  - Pole minut parzystych „Tx Even” jest odpowiednio zaznaczane lub nie, tak aby transmisja odpowiedzi nastąpiła w minucie, w której korespondent może ją odebrać (parzystej lub nieparzystej odwrotnie do jego cyklu nadawania),
  - Znaczniki częstotliwości nadawania i odbioru w oknie widma są przesuwane na częstotliwość pracy korespondenta,
  - Zaznaczone zostaje pole „Gen Msg” („generated message”) u dołu po prawej stronie okna,
  - Jeśli w konfiguracji zostało zaznaczone pole „Double click on call sets Tx Enable” („Dwukrotne naciśnięcie na znak włącza nadawanie”) przycisk „Enable Tx” zostaje podświetlony i program automatycznie rozpoczyna nadawanie w odpowiednim momencie.
- Podwójne naciśnięcie na zdekodowany komunikat „K1JT N5KDV EM41” daje zasadniczo podobne rezultaty jak w poprzednim kroku z tą tylko różnicą, że czerwony znacznik częstotliwości nadawania nie zmienia położenia. Komunikaty takie są albo odpowiedzią na własne wywołanie albo pochodzą od stacji dołączających się do właśnie kończonego QSO i dlatego częstotliwość nadawania najczęściej nie powinna ulec zmianie,

- Przyciśnięcie klawisza CTRL w trakcie naciskania myszą zdekodowanej linii powoduje jednoczesną zmianę częstotliwości nadawania i odbioru. To samo można wymusić zaznaczając pole „Lock Tx=Rx”,



Rys. 5.2. Odbiór i dekodowanie stacji zapisanych w przykładowym pliku

- Podwójne naciśnięcie na pożegnanie KF4RWA w lewym lub prawym polu powoduje automatyczne utworzenie komunikatu pożegnalnego „KF4RWA K1JT 72” i wybranie go jako następnego do transmisji. Zamiast tego można nadać komunikat o dowolnej treści lub następne wywołanie CQ,
- Naciśnięcie myszą w dowolnym miejscu na wskaźnik wodospadowy powoduje przesunięcie tam zielonego wskaźnika odbioru,
- Naciśnięcie myszą na wskaźnik wodospadowy przy równoczesnym naciśnieciu i przytrzymaniu klawisza CTRL (lub inaczej – w kombinacji z klawiszem CTRL) powoduje jednoczesną zmianę częstotliwości nadawania i odbioru.
- Podwójne naciśnięcie na sygnał na wskaźniku wodospadowym powoduje nie tylko przesunięcie tam zielonego wskaźnika częstotliwości odbioru ale również rozpoczęcie w tym miejscu

wąskopasmowego dekodowania sygnału. Zdekodowany tekst jest wyświetlany tylko w polu po prawej stronie.

- Podwójne naciśnięcie sygnału w kombinacji z klawiszem CTRL powoduje przesunięcie na tą częstotliwość wskaźników nadawania i odbioru i rozpoczęcie wąskopasmowego dekodowania jak powyżej,
- Przycisk „Erase” powoduje skasowanie zawartości prawego pola,
- Podwójne naciśnięcie przycisku „Erase” powoduje skasowanie zawartości obydwu pól.

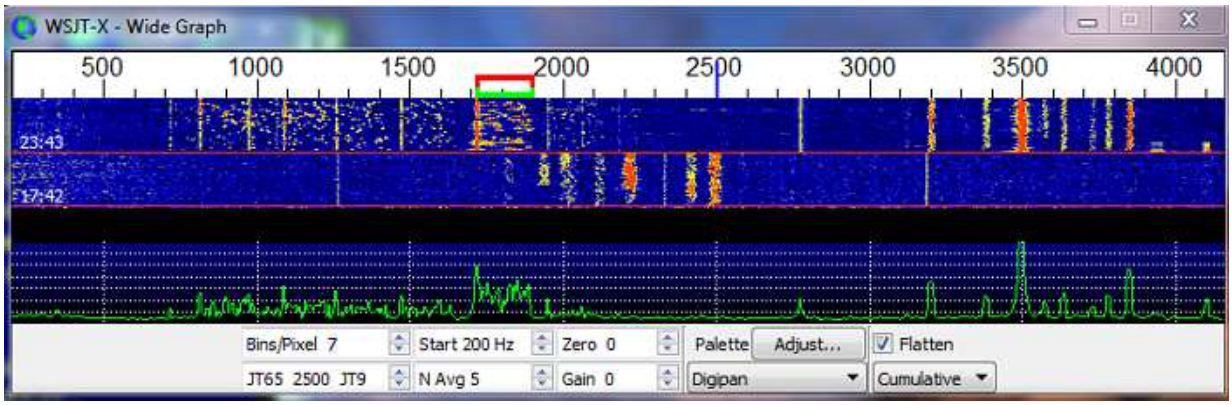
JT9 + JT65

Ustawienia w oknie głównym:

- W menu emisji należy wybrać pozycję JT9+JT65,
- Przycisk rodzaju emisji – „Mode” – należy nacisnąć tak, aby wyświetlił się na nim napis „Tx J65”, a częstotliwości nadawania i odbioru należy ustawić na 1718 Hz,
- Przycisk kasowania „Erase” należy nacisnąć dwukrotnie, aby skasować zawartość obydwu pól tekstowych.

Ustawienia w oknie widma:

- Nastawić rozdzielczość „Bins/Pixel” na 7,
- Nastawić myszą szerokość okna tak, aby na skali była widoczna górna częstotliwość 4000 Hz,
- Otworzyć plik nagrania ...*\save\samples\130610_2343.wav*.



Rys. 5.3. Okno widma w trakcie odtwarzania pliku

Widoczny na skali niebieski znacznik odgranicza podzakresy JT65 i JT9. Jego położenie jest ustawiane w polu „JT65 nnnn JT9”. Najwygodniej zrobić to za pomocą widocznych po prawej stronie strzałek. Przy ustawieniu kumulacyjnego trybu wyświetlania („Cumulative”) sygnałów na wodospadzie sygnały JT9 mają kształt zbliżony do prostokątnego. Ton synchronizacji nie wyróżnia się w takim stopniu jak dla JT65. Umownie jako częstotliwość sygnału JT przyjmuje się jego dolną częstotliwość odpowiadającą tonowi synchronizacji.
Przykładowe nagranie zawiera 17 dekodowalnych sygnałów obu emisji: 9 JT65 (oznaczonych krzyżykiem # w polach zdekodowanych tekstów) i 8 JT9 (oznaczonych znakiem @). Na szybkich wielordzeniowych komputerach dekodery obu emisji pracują równolegle i zdekodowane teksty są ze sobą przemieszane.
W polu tekstów z całego podzakresu („Band activity”) wyświetlane są zdekodowane teksty wszystkich stacji, natomiast w prawym („Rx Frequency”) tylko stacji pracujących na wybranej częstotliwości odbioru.

Band Activity

UTC	dB	DT	Freq		Message
2343	-1	0.6	1718	#	BG THX JOE 73
2343	-20	0.3	718	#	VE6WQ SQ2NIJ -14
2343	-6	0.3	815	#	KK4DSD W7VP -16
2343	-10	0.5	975	#	CQ DL7ACA JO40
2343	-8	0.8	1089	#	N2SU W0JMW R-14
2343	-11	0.8	1259	#	YV6BFE F6GUU R-08
2343	-9	1.7	1471	#	VA3UG F1HMR 73
2343	-14	1.3	1951	#	RA3Y VE3NLS 73
2343	-9	0.3	3196	@	WB8QPG IZ0MIT -11
2343	-18	1.0	3372	@	KK4HEG KE0CO CN87
2343	-20	0.4	2065	#	K2OI AJ4UU R-20
2343	14	0.1	3491	@	CQ AG4M EM75
2343	-20	-1.4	3567	@	CQ TA4A KM37
2343	-16	0.2	3627	@	CT1FBK IK5YZT R+02
2343	-23	0.3	3721	@	KF5SLN KB1SUA FN42
2343	-17	0.1	3774	@	CQ M0ABA JO01
2343	-2	0.2	3843	@	EI3HGB DD2EE JO31

Rx Frequency

UTC	dB	DT	Freq		Message
2343	-1	0.6	1718	#	BG THX JOE 73

Rys. 5.4. Pola zdekodowanych tekstów

Opisane powyżej funkcje myszy działają identycznie i w tym przypadku. Program sam rozpoznaje rodzaj emisji sygnału wybranego we wskaźniku wodospadowym i nastawia ją dla nadawania niezależnie od tego czy sygnał znajduje się po „właściwej” stronie niebieskiego znacznika oddzielającego podzakresy JT65 i JT9. Wybierając sygnał JT65 należy naciskać na jego ton synchronizacji widoczny po jego lewej stronie.

- Naciskając dwukrotnie wodospad w pobliżu częstotliwości 815 Hz wybiera się sygnał JT65 nadawany przez stację W7VP. Zdekodowany komunikat jest wyświetlany w prawym polu tekstowym. Pomiędzy kolumnami czasu UTC i częstotliwości „Freq” znajduje się kolumna zatytułowana „dB”, w której wyświetlany jest zmierzony stosunek sygnału do szumu, a w kolumnie „DT” wyświetlana jest różnica czasu pomiędzy czasem odebranego sygnału i zegarem komputera.

UTC	dB	DT	Freq	Mode	Message
2343	-7	0.3	815	#	KK4DSD W7VP -16

- Analogicznie przez naciśnięcie wodospadu w okolicach częstotliwości 3196 Hz wybierany jest sygnał JT9 pochodzący od stacji IZ0MIT

UTC	dB	DT	Freq	Mode	Message
2343	-7	0.3	3196	@	WB8QPG IZ0MIT -11

- Po przewinięciu wstecz zawartości pola ogólnego należy znaleźć wywołanie „CQ DL7ACA JO40” i nacisnąć linię dwukrotnie myszą. Program automatycznie wybiera emisję JT65 i dostraja się do odbioru i nadawania na 975 Hz. Jeżeli w konfiguracji zaznaczone było pole „Double click on call sets Tx Enable” („Podwójne naciśnięcie znaku uruchamia transmisję”) program sam przygotowuje się do rozpoczęcia QSO z DL7ACA.
- Podwójne naciśnięcie wywołania „CQ TA4A KM37” powoduje dostrojenie się programu do częstotliwości 3567 Hz, przełączenie na emisję JT9 i przygotowanie się programu do łączności z tą stacją.

Nie zmieniając skali w oknie widma należy ponownie otworzyć poprzedni plik nagrania *...\save\samples\130418_1742.wav*. Plik ten został nagrany przy użyciu w odbiorniku węższego filtru

i zawiera wyłącznie sygnały w zakresie 200 – 2400 Hz. Dla równoległej pracy obydwoma emisjami należy włączyć filtr o możliwie najszerszym paśmie przenoszenia np. 4000 Hz. W przypadku gdy odbiornik posiada jedynie filtry o paśmie ok. 2,7 kHz odbierane sygnały wyglądają podobnie jak w tym przykładzie. Warto wówczas powrócić do rozdzielczości i szerokości okna wodospadu z poprzedniego przykładu odbioru. Po zmianie ustawień wodospadu należy ponownie wywołać ten sam plik nagrania w celu odświeżenia zawartości okna.
Plik zawiera wyłącznie sygnały emisji JT9 więc aby zostały one prawidłowo zdekodowane przy ustawieniu w menu emisji „JT65+JT9” należy niebieski znacznik rozgraniczający podzakresy przesunąć na częstotliwość 1000 Hz lub nawet niższą.

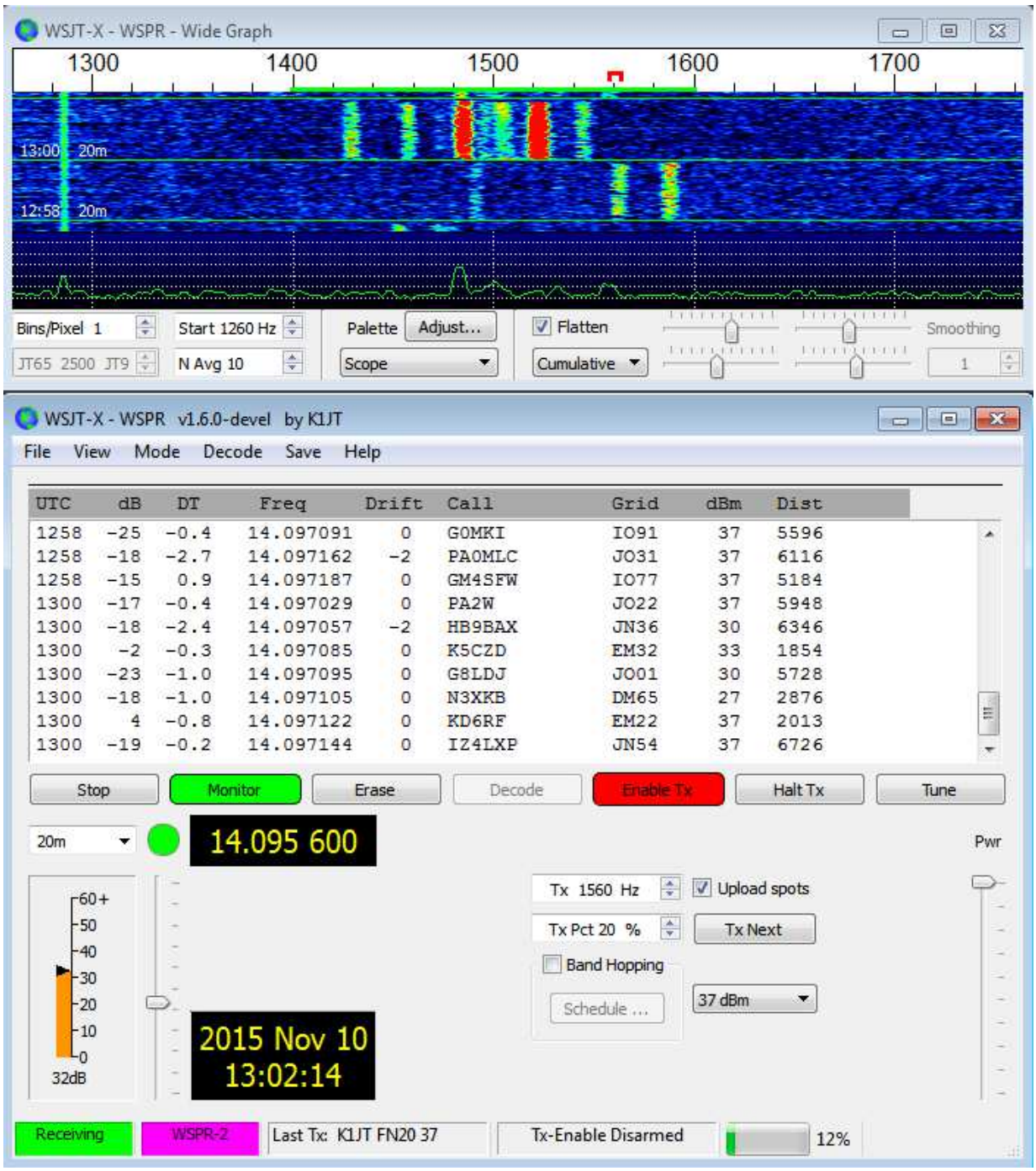
Elementy regulacyjne w oknie widma:

- Pole „Start” określa dolną granicę skali. Ze względu na zakres częstotliwości przenoszony przez filtry p.cz. odbiorników praktycznymi wartościami są 200–300 Hz,
- Pole rozdzielczości „Bins/Pixel” decyduje natomiast o górnej granicy skali,
- U dołu okna znajdują się też suwaki służące do nastawienia kontrastu i poziomu zerowego wskaźnika wodospadowego (suwaki u góry) i amplitudowego wskaźnika widma (dolna linia suwaków). Suwaki te domyślnie znajdują się w położeniu środkowym i przeważnie nie wymagają znacznego przesunięcia. W trakcie regulacji można usunąć zaznaczenia z pola „Flatten”. Po każdej zmianie ustawień warto wywołać ponownie plik nagrań aby zaobserwować wpływ zmian.

Po zakończeniu ćwiczeń należy pamiętać o wprowadzeniu do pola „**My Call**” własnego znaku wywoławczego w miejsce K1JT.

Emisja WSPR

- Do pracy emisją WSPR należy wybrać ją w menu emisji („Mode”). Wygląd okna głównego programu ulega zmianie. Usuwane są wszystkie zbędne w tym przypadku elementy obsługi.
- Okno widma należy konfigurować tak jak to pokazano na ilustracji 5.5. Wymiary okien zmienia się przeciągając ich krawędzie myszą.



Rys. 6.1. Okna programu w trakcie pracy emisją WSPR

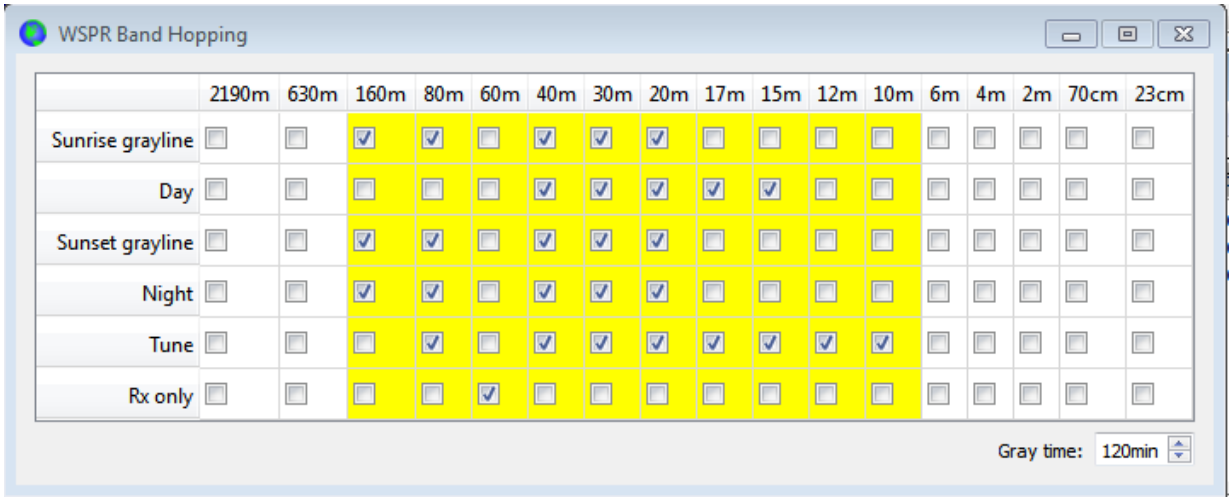
- Przed rozpoczęciem pracy należy ustawić w programie właściwe pasmo i dostroić radiostację do częstotliwości WSPR w nim (przykładowo 10,1387 MHz).
- W celu rozpoczęcia odbioru należy nacisnąć przycisk „Monitor”.

- W polu „Tx Pct” należy wybrać stosunek czasu nadawania do całości w % identycznie jak w przypadku programu WSPR i nacisnąć przycisk „Enable Tx”. Ustawiony współczynnik wypełnienia dla czasu nadawania jest wartością średnią, a rzeczywiste odstępy czasu pomiędzy dwuminutowymi odcinkami nadawania ulegają losowym zmianom. Konieczne jest też wybranie mocy nadawania z rozwijanej listy.

Praca wielopasmowa

Tryb pracy emisją WSPR umożliwia na automatyczne badanie warunków propagacji w różnych pasmach pod warunkiem dysponowania sprzętem zdalnie sterowanym przez złącze CAT. Skoordynowana zmiana pasm pozwala znacznej liczbie stacji rozsianych na całym świecie na uporządkowaną zmianę pasm, tak aby zwiększyć prawdopodobieństwo wykrycia nieznanych tras propagacji.

- W celu włączenia automatyki zmiany pasm należy zaznaczyć pole „Band hoppig” („Przełączanie pasm”) w głównym oknie programu.
- Naciśnięcie przycisku rozkładu pracy („Schedule”) powoduje otwarcie okna rozkładu pracy wielopasmowej (rys. 6.2). W oknie tym można wybrać zestawy pasm dla poszczególnych pór doby i sytuacji, zależnie oczywiście od własnego wyposażenia radiowego i antenowego.



Rys. 6.2. Rozkład pracy wielopasmowej

- Zmiana pasma następuje po upływie 2-minutowego odcinka czasu. Preferencje pasm określa się w poniższej tabeli w ramach 20 minutowego okresu czasu.

Band:	**160**	**80**	**60**	**40**	**30**	**20**	**17**	**15**	**12**	**10**
UTC minute:	00	02	04	06	08	10	12	14	16	18
	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58

Rys. 6.3. Rozkład minutowy pracy wielopasmowej

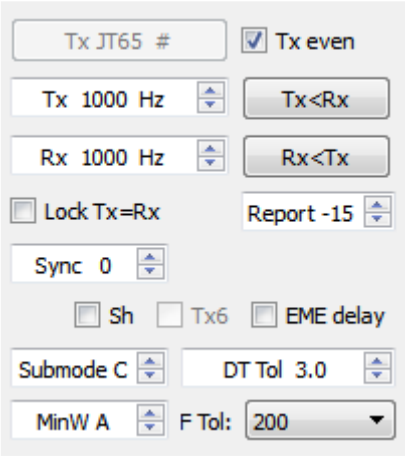
- Pasma zadeklarowane jako aktywne ale nie wymienione w tabeli są wybierane losowo. Zaznaczenie pasma w wierszu strojenia („Tune”) powoduje, że program nadaje przez kilka sekund po przejściu na to pasmo niemodulowaną nośną jeszcze przed rozpoczęciem normalnej transmisji. Umożliwia to automatycznym skrzynkom antenowym na dostrojenie anteny do nowego pasma pracy.

- Zależnie od wyposażenia stacji zmiana pasma pracy może wymagać dodatkowych czynności poza przestrojeniem radiostacji, j.np. przełączenie anteny. Program sprawdza po dokonaniu zmiany pasma obecność plików *user_hardware.bat*, *user_hardware.cmd*, *user_hardware.exe* lub *user_hardware* w katalogu roboczym i i próbuje wykonac polecenie user_hardware nnn. Litery nnn są oznaczeniem pasma w m. Użytkownik musi sam przygotować odpowiedni program, plik wsadowy lub skrypt dokonujący niezbędnych przełączeń sprzętu.

Praca w pasmach UKF

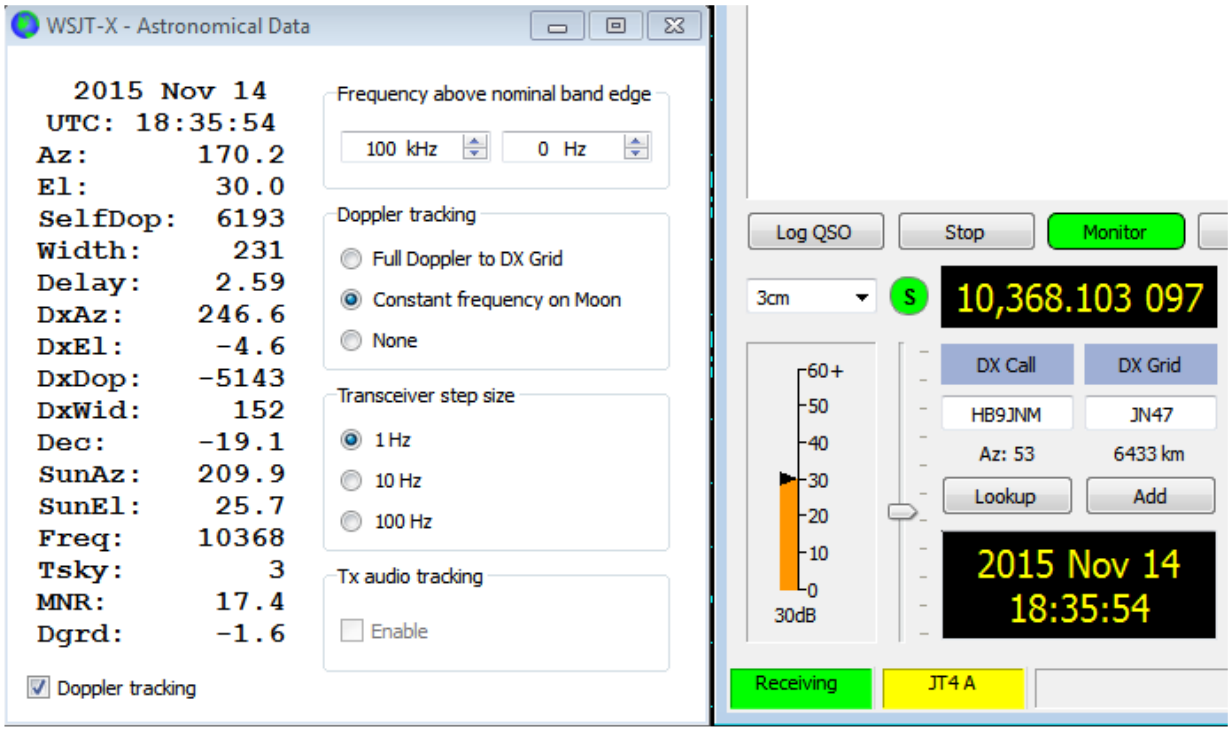
Wersja 1.6.0 jest pierwszą wersją WSJT-X zawierającą funkcje przydatne szczególnie w pracy na UKF-ie i w wyższych zakresach. Należą do nich emisja JT4 opracowana specjalnie dla łączności EME na mikrofalach, Echo – dla śledzenia i pomiarów własnych ech odbitych od powierzchni Ksieżyca i automatyczne śledzenie i korekta wpływu efektu Dopplera na trasach księżycowych. Dokładność obliczeń lest lepsza niż 1 Hz w paśmie 10 GHz. Warianty JT65B i JT65C dostępne w WSJT-X nie są jeszcze w pełni przystosowane do potrzeb łączności księżycowych.

- W celu włączenia funkcji związanych z pracą w wyższych pasmach należy w zakładce ogólnej w konfiguracji zaznaczyć pole „Enable VHF/UHF/Microwave features" („Włącz funkcje związane z pracą w wyższych pasmach"),
- Operatorzy zamierzający pracować przez odbicia od Ksieżyca powinni także zaznaczyć pole „Decode at t = 52 s" („Dekoduj w 52-giej sekundzie") aby program uwzględniał opóźnienie sygnału na trasie,
- Korzystanie z automatycznej korekcji efektu Dopplera wymaga także zaznaczenia pola „Allow Tx frequency changes while transmitting" („Dopuść zmiany częstotliwości w trakcie nadawania") i na zakładce radiostacji dodatkowo „Split operation" („Różne częstotliwości nadawania i odbioru"). W tym polu należy wybrać albo pozycję „Rig" (przełączanie VFO w radiostacji) albo „Fake it" (symulacja w programie). Konieczne może być doświadczalne sprawdzenie, która z obu możliwości powinna być zastosowana dla posiadanego sprzętu.
  Uwaga:
  Nie wszystkie modele radiostacji dopuszczają ich przestrajanie w trakcie nadawania. Do modeli, w których jest to mozliwe należą mi.in. IC-735, IC-756 Pro II, IC-910-H, FT-847, TS-2000 (z oprogramowaniem fabrycznym w wersji 9), Flex-1500 i 5000, HPSDR, Anan-10, Anan-100 i KX-3.
- Wygląd głównego okna programu ulega zmianie przez dodanie niezbędnych do tych celów elementów obsługi. Środkową część okna w trakcie pracy emisją JT4 pokazano na ilustracji 7.1.



Rys. 7.1. Środek okna głównego w trakcie pracy emisją JT4

- W menu wyświetlania („View") należy zaznaczyć punkt „Astronomical Data" („Współrzedne astronomiczne") co powoduje otwarcie dodatkowego okna zawierającego współrzędne Księżyca i dane związane z wpływem i korektą efektu Dopplera. Prawa część okna widocznego na ilustracji 7.2 jest wyświetlana po zaznaczeniu pola „Doppler tracking" („Śledzenie wpływu efektu Dopplera").



Rys. 7.2. Okno współrzędnych Księżyca.

W ramce śledzenia wpływu efektu Dopplera („Doppler tracking”) użytkownik może wybrać jedną z dwóch możliwości:

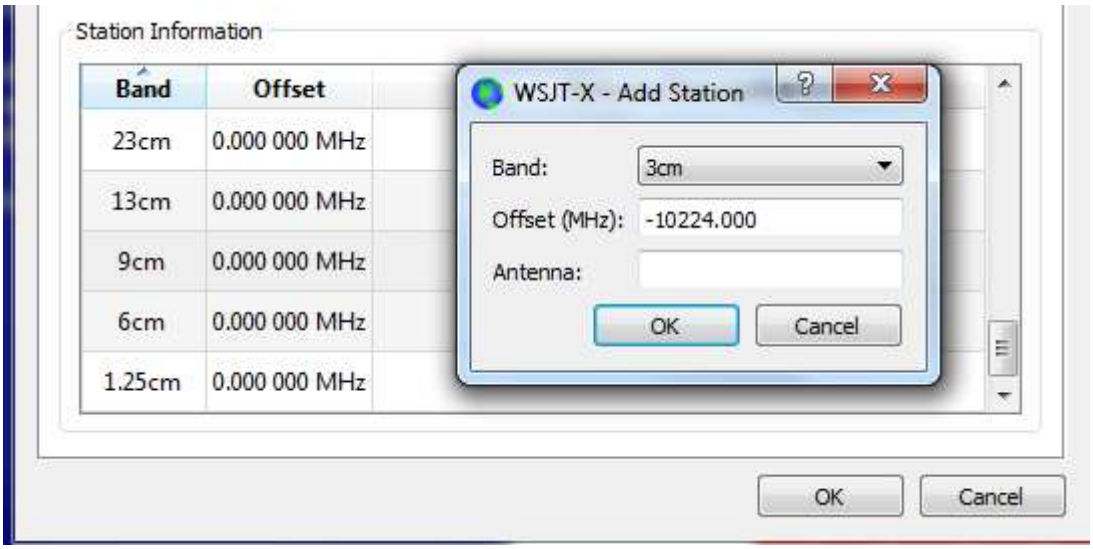
- „Full Doppler to DX Grid” („Pełna kompensata efektu Dopplera u korespondenta”) – dogodna gdy korespondent nie posiada własnych możliwości kompensaty lub z nich nie korzysta,
- „Constant frequency on Moon” („Zachowanie stałej częstotliwości na powierzchni Księżyca”) – kompensata wpływu efektu Dopplera jedynie na trasie prowadzącej do Księżyca. W sytuacji gdy partner korzysta z tej samej możliwości uzyskuje się pełną kompensatę. Również inne stacje będą odbierać obu partnerów bez konieczności ręcznych korekt dostrojenia. Teoretyczna stacja znajdująca się na powierzchni Księżyca odbierałaby sygnały na częstotliwości nominalnej.
- W opisanym powyżej przykładzie gdy przy wyborze częstotliwości o 100 kHz powyżej dolnej granicy pasma, a więc 10368,100 MHz dla pasma 3 cm dla własnego echa występuje przesunięcie Dopplera +6193 Hz na pełnej trasie co odpowiada +3096,5 Hz na jednym odcinku częstotliwość odbioru jest nastawiona na 10.360.103097 Hz, a w momencie rozpoczęcia transmisji częstotliwość leży 3096,5 Hz poniżej nominalnej.
- Pola po prawej stronie u góry okna danych astronomicznych służą do ustawienia częstotliwości pracy w stosunku do dolnej granicy pasma oddzielnie w kHz i Hz. Rzeczywista częstotliwość pracy jest sumą obu tych wartości.

Łączność EME emisją JT4

W celu prowadzenia łączności należy:

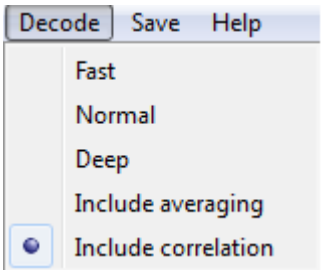
- Wybrać emisję JT4 z menu emisji („Mode’),
- Wybrać pożądany wariant emisji JT4. Decyduje to odstępach częstotliwości tonów sygnału. W wyższych pasmach należy korzystać z wariantów noszących wyższe oznaczenia i dzięki większym odstępom tonów dopuszczających wyższe odchyłki Dopplera, przykładowo w paśmie 10 GHz stosowany jest standardowo wariant JT4F.
- Korzystanie z transwertera wymaga podania odpowiedniej różnicy częstotliwości pomiędzy częstotliwością pracy, a wartością wyświetlaną na radiostacji (odpowiadającej częstotliwości heterodyny transwertera). Różnicę tą podaje się w zakładce częstotliwości w konfiguracji

programu. Przykładowo dla radiostacji pracującej w paśmie 144 MHz i transwertera z pasma 10 GHz na 144 MHz różnica częstotliwości wynosi
144,000 – 10368,000 MHz = 10224,000 MHz.
Jeżeli pasmo to jest już wpisane do tabeli częstotliwości, konieczna może być jedynie korekta zawartej tam różnicy. Wymaga to dwukrotnego naciśnięcia myszą na pole różnicy („Offset”). Przy braku pasma w spisie należy je dodać w sposób opisany w rozdziale poświęconym konfiguracji.



Rys. 7.3. Korekta różnicy częstotliwości przemiany transwertera

- Dekoder JT4 zawarty w WSJT-X posiada dodatkowe możliwości uśredniania kolejnych transmisji i korzystania z korelacji sygnałów zwane również dekodowaniem „Dogłębnym” („Deep search”).
- W trakcie pracy emisją JT4 menu dekodowania posiada dodatkowe punkty włączania uśredniania i włączania korelacji ale w obecnej wersji dekoder pracuje tak, jak gdyby zawsze był wybrany punkt „Include correlation” (korzystanie z korelecji).



Rys. 7.4. Menu dekodowania

Standardowo JT4 w trakcie łączności EME korzysta z komunikatów w krótkim formacie. W celu włączenia ich automatycznego przygotowywania należy w oknie głównym zaznaczyć pole „Sh”.

Tryb echa

Tryb echa pozwala na dokonywanie czułych pomiarów własnych ech odbitych od Księżyca nawet wtedy gdy sygnały są niesłyszalne. Do jego włączenia służy punkt „Echo” w menu emisji. W celu przeprowadzenia pomiaru należy skierować antenę w kierunku Księżyca, wybrać wolną częstotliwość i nacisnąć przycisk „Tx Enable”. W trakcie następujących po tym 6-sekundowych cykli program:

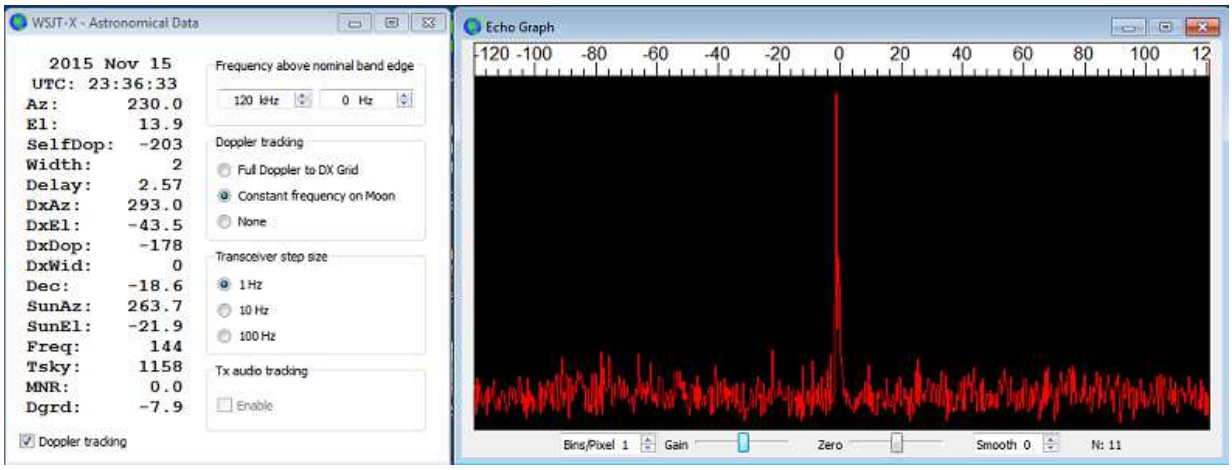
- Nadaje ton o stałej częstotliwości 1500 Hz w czasie 2,3 sekundy,

- Odczekuje około 0,2 sekundy na echo,
- W ciągu następnych 2,3 sekundy rejestruje odbierane echo,
- Analizuje i uśrednia sygnał po czym wyświetla wynik.
- Powraca do początku pętli.

W celu wykonania ciągu pomiarów należy:

- Wybrać punkt „Echo” z menu emisji („Mode”),
- W oknie współrzędnych astronomicznych zaznaczyć śledzenie wpływu efektu Dopplera („Doppler tracking”) i kompensację tak, żeby otrzymać stałą częstotliwość na powierzchni Księżyca („Constant frequency on the Moon”),
- Nastawić względną częstotliwość pracy w górnych polach „Frequency above nominal band edge” po prawej stronie okna, do zmiany wartości wygodnie jest posłużyć się strzałkami widocznymi po prawej stronie pól,
- Upewnić się, że radiostacja jest ustawiona do pracy z odstępem częstotliwości nadawania i odbioru (w ramce „Split” wybrana albo pozycja „Rig” albo „Fake it” jak to opisano poprzednio),
- Nacisnąć przycisk nadawania „Enable Tx” co zapoczątkowuje serię 6-sekundowych cykli.

WSJT-X kompensuje automatycznmie wpływ efektu Dopplera, tak że odbierane echo jest wyświetlane w pobliżu środka okna ech („Echo Graph”) jak to widać na ilustracji 7.5.



Rys. 7.5. Odbierane echo

Prowadzenie łączności

Komunikaty standardowe

Przyjęło się już od dawna, że minimalne uznawane za ważne QSO musi zawierać znaki obu korespondentów, wymianę raportów lub innych ważnych informacji i potwierdzenia. WSJT-X ułatwia prowadzenie takich minimalnych łączności dzięki korzystaniu z krótkich odpowiednio sformatowanych komunikatów. Najlepsze wyniki uzyskuje się korzystając z nich i z przyjętych standardowych procedur.

	Stacja 1	stacja 2
1.	CQ OE1KDA JN88	
2.		OE1KDA SP8DXZ KO00
3.	SP8DXZ OE1KDA -19	
4.		OE1KDA SP8DXZ R-22
5.	SP8DXZ OE1KDA RRR	
6.		OE1KDA SP8DXZ 73

Kolejne teksty mogą być nadawane jedynie wówczas gdy poprzednie zostały bezbłędnie odebrane, a jeśli nie zostały poprawnie odebrane należy je powtarzać aż do skutku.
Standardowe komunikaty zawierają dwa znaki wywoławcze uczestniczących stacji (lub CQ, QRZ albo DE i pojedyńczy znak), po nich lokator stacji nadającej, raport lub potwierdzenie RRR albo końcowe 73.
Komunikaty takie są komprymowane i kodowane w sposób zapewniajacy ich skuteczną i niezawodną wymianę. W postaci nieskomprymowanej, tak jak są wyświetlane na ekranie, komunikaty mogą zawierać do 22 znaków alfanumerycznych. Raporty odbioru zawierają stosunek sygnału do szumu w odniesieniu do standardowego pasma przenoszenia 2,5 kHz.
Przykładowo w komunikacie nr 3 OE1KDA informuje SP8DXZ, że odbiera jego sygnał na poziomie -19 dB w stosunku do szumu w przeliczeniu na pasmo 2,5 kHz, a w komunikacie nr 4 SP8DXZ potwierdza odbiór raportu i informuje, że odbiera OE1KDA na poziomie -22 dB. Więszość operatorów może usłyszeć sygnał o poziomie około -15 dB na używanej skali. Na wskaźniku wodospadowym widoczne są sygnały o poziomach przekraczających -26 dB. Raporty JT65 mogą leżeć w zakresie -30 – -1 dB, a dla wartości powyżej -10 dB następuje ich pewne spłaszczenie. Raporty dla JT9 leżą w zakresie -50 – +49 dB w dla silnych sygnałów dają pewniejsze wyniki. Progi dekodowania leżą w pobliżu -23 dB dla JT4, -24 dB dla JT65 i -26 dB dla JT9.

Komunikaty dowolne

Komunikaty dowolne, czyli nie związane sztywnymi formatami obowiązującymi w pozostałych, mogą zawierać treści takie jak „TNX ROBERT 73” lub „5W VERT 73 GL”, zapytania, prośby o przejście na inne pasmo i emisję (np. na fonię), a ich długość jest ograniczona do 13 znaków alfanumerycznych łącznie ze znakami odstępu (identycznie jak w JT65). Występują one często zamiast komunikatu nr 6 i nadają łączności bardziej przyjacielski charakter. Czasami wymienianych jest nawet kilka takich komunikatów, ale zasadniczo JT4, JT9 i JT65 nie są emisjami przewidzianymi i nadającymi się do prowadzenia dłuższych pogawędek.

Znaki złożone

Znaki złożone, np. łamane, takie jak xx/K1ABC lub K1ABC/x mogą być traktowane przez program na dwa różne sposoby.

Komunikaty zawierające znaki złożone pierwszego rodzaju

Spis 350 najbardziej znanych prefiksów i sufiksów jest wywoływany z menu pomocy. Pojedyńczy złożony znak wywoławczy zawierający jeden z elementów spisu może występować zamiast trzeciego składnika komunikatu (takiego jak lokator, raport, RRR lub 73).

Poniżej podano przykłady prawidłowych komunikatów zawierających znaki złożone pierwszego rodzaju:
CQ SP/OE1KDA
CQ OE1KDA/4
SP/OE1KDA SP8DXZ
SP8DXZ OE1KDA/4
Komunikaty zawierające znaki złożone pierwszego rodzaju nie mogą składać się z trzech elementów (słów) dlatego też podane poniżej komunikaty są nieprawidłowe. Należy nadawać je bez trzeciego elementu:
SP/OE1KDA SP8DXZ -22
SP8DXZ OE1KDA/4 73
QSO zawierające znaki złożone pierwszego rodzaju może przebiegać jak następuje

	Stacja 1	**stacja 2**
1.	CQ SP/OE1KDA	
2.		SP/OE1KDA SP8DXZ
3.	SP8DXZ OE1KDA -19	
4.		OE1KDA SP8DXZ R-22
5.	SP8DXZ OE1KDA RRR	
6.		OE1KDA SP8DXZ 73

Znaki w pełnej postaci są tutaj nadawane jedynie w pierwszym i drugim komunikacie (pierwszym u każdego z korespondentów), a w następnych używane są znaki bez dodatków i standardowe formaty wiadomości.
W przykładach założono, że łamane znaki stacji OE1KDA są zawarte w wymienionym spisie.

Komunikaty zawierające znaki złożone drugiego rodzaju

Prefiksy i sufiksy stacji nie zawarte w wymienionym spisie są traktowane jako znaki złożone drugiego rodzaju. Znaki takie mogą występować jedynie na drugiej pozycji w komunikatach dwu- lub trój-elementowych. Pierwszym słowem (elementem) komunikatu musi być CQ, DE lub QRZ.
Prefiksy mogą mieć długość 1 – 4 znaków, a sufiksy 1 – 3. Trzecie słowo może zawierać lokator, raport, RRR lub 73.
Przykładami ważnych komunikatów są:
CQ OE/SP8DXZ JN88
QRZ OE1KDA/VE6 DO33
DE OE/SP8DXZ JN77
DE OE/SP8DXZ -22
DE OE/SP8DXZ R-22
DE OE/SP8DXZ RRR
DE OE/SP8DXZ 73
W każdym z tych przykładów znak złożony jest traktowany jako znak drugiego rodzaju ponieważ jego prefiks albo sufiks nie są zawarte w spisie i nie kwalifikują się przez to do traktowania jak znaki pierwszego rodzaju. Komunikaty zawierające znaki drugiego rodzaju nie mogą zawierać dwóch znaków wywoławczych.

Uwaga:
W trakcie transmisji nadawany komunikat jest wyświetlany na żółtym tle u dołu okna w linii informacyjnej dokładnie tak, jak go otrzyma korespondent. Warto sprawdzić, czy jest on zgodny z tym co chcemy mu przekazać.
QSO zawierające znaki złożone drugiego rodzaju może przebiegać zgodnie z poniższymi przykładami:

	Stacja 1	stacja 2
1.	CQ OE1KDA/EU KO33	
2.		OE1KDA SP8DXZ KO00
3.	SP8DXZ OE1KDA -19	
4.		OE1KDA SP8DXZ R-22
5.	SP8DXZ OE1KDA RRR	
6.		OE1KDA/EU 73

	Stacja 1	stacja 2
1.	CQ OE1KDA JN88	
2.		DE SP8DXZ/TF IP25
3.	SP8DXZ OE1KDA -19	
4.		OE1KDA SP8DXZ R-22
5.	SP8DXZ OE1KDA RRR	
6.		DE SP8DXZ/TF 73

Operatorzy używają znaku złożonego w wywołaniach CQ i ewentualnie także w pożegnaniu 73.
W pozostałych komunikatach występują znaki bez dodatków dzięki czemu mają one standardowy format.
Operatorzy używający znaków łamanych mogą wypróbować zaznaczenie pola „Message generation for type 2 compound callsign holders” w zakładce ogólnej konfiguracji („Tworzenie komunikatów dla operatorów korzystających ze znaków złożonych drugiego rodzaju”). Program przygotowuje komunikaty najlepiej odpowiadające wymogom takiej sytuacji.

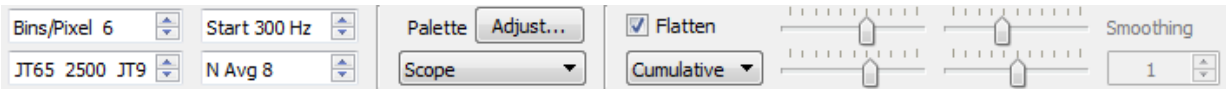
Wyjście w eter

Przed rozpoczęciem pracy w eterze emisjami udostępnianymi przez WSJT-X konieczne jest zapoznanie się z niniejszą instrukcją i upewnienie się że:

- w konfiguracji podany jest właściwy znak wywoławczy i prawidłowy lokator stacji,
- kluczowanie nadajnika (PTT) i sterowanie CAT są należycie skonfigurowane i pracują prawidłowo (o ile operator z nich korzysta),
- czas systemowy jest ustawiony z dokładnością do ±1 sekundy,
- w radiostacji została wybrana górna wstęga boczna (USB),
- Pasmo przenoszenia filtru p.cz. jest najszersze z dostępnych (najlepiej nawet do 5 kHz) i należycie dostrojone do pasma emisji JT,
- moc nadajnika została dostatecznie zredukowana. Praca emisjami JT4, JT9 i JT65 nie wymaga dużych mocy nadawania. Regułą są moce z zakresu QRP, a w każdym razie nie przekraczające 50 W. Dzięki obniżeniu mocy wyjściowej osiągana jest lepsza liniowość i mniejsze zniekształcenia nadawanego sygnału. Sprawa ta jest zasadniczo mniej istotna w przypadku emisji JT65 czy JT9 ponieważ w danym momencie nadawany jest tylko jeden ton, ale wiele emisji cyfrowych posługuje się bardziej złożonymi sygnałami. Sygnały JT9 i JT65 mają stałą amplitudę w odróżnieniu od telegrafii lub fonii SSB i dlatego zmniejszenie mocy nadawania oznacza mniejsze prawdopodobieństwo przegrzania się stopnia mocy. Dotyczy to również takich emisji o stałej amplitudzie jak RTTY, MFSK16 czy Olivia.

Elementy obsługi na ekranie

Okno widma



Rys. 9.1. Elementy regulacyjne w oknie widma

U dołu okna widma znajdują się elementy regulacyjne przedstawione na ilustracji 9.1. Poza polem znacznika rozdzielającego podzakresy emisji JT9 i JT65 („JT65 nnnn JT9”) nie mają one wpływu na przebieg dekodowania, a ich funkcje dotyczą jedynie wyświetlania sygnałów w oknie.
Są to:

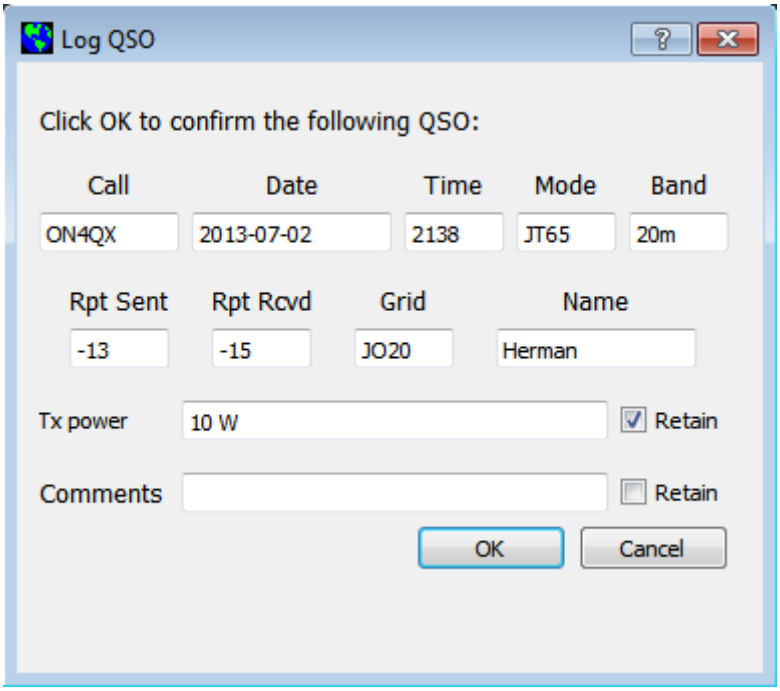
- Pole „Bins/Pixel” (liczba elementarnych pasm częstotliwości na punkt obrazu) służące do nastawiania rozdzielczości wskaźników. Największej rozdzielczości odpowiada wartość 1 ale oznacza to również najwęższy wyświetlany w oknie zakres częstotliwości. Praktycznymi wartościami przy niezbyt rozdętych rozmiarach okna są 2 – 8. Zmiana rozdzielczości decyduje o górnej granicy skali.
- „JT65 nnnn JT9” służy do ustawienia granicy pomiędzy podzakresami emisji JT65 i JT9 sygnalizowanej przez niebieski znacznik na skali częstotliwości w trybie dekodowania obu emisji „JT9+JT65”. Dekoder poszukuje sygnałów JT65 w całym paśmie ale, sygnałów JT9 – jedynie powyżej ustalonej w ten sposób granicy.
- „Start nnn Hz” – ustala dolną granicę skali częstotliwości. Najlepiej aby była ona zbliżona do dolnej granicy pasma przenoszonego przez filtr p.cz.
- „N Avg” – ustala liczbę wyników obliczeń FFT uśrednianych przed odświeżeniem danych na ekranie. W normalnych warunkach pracy emisjami JT9 i JT65 praktyczną wartością jest 5, ale operator może spróbować przyspieszyć lub spowolnić wskaźnik eksperymentując z innymi wartościami.
- Pole „Palette” zawiera rozwijany spis palet kolorów dla wskaźnika wodospadowego – do wyboru w zależności od upodobań operatora.
- Przycisk „Adjust” („Dopasuj”) pozwala na utworzenie własnej palety w specjalnie w tym celu otwieranym oknie.
- Pole „Flatten” służy do włączenia kompensacji pochylenia lub nierówności wskazań na wskaźniku wodospadowym. Prawidłowe działanie funkcji wymaga ograniczenia pasma częstotliwości do używanej części podzakresu.
- W polu „Current/Cumulative/Linear Average” dokonuje się wyboru trybu wyświetlania danych na wskaźniku amplitudowo-częstotliwościowym. W wariancie danych bieżących („Current”) wyświetlane są wyniki uśrednionych N wyników (liczba ustalana jest w polu „N Avg”). Dane skumulowane („Cumulative) oznaczają uśrednienie wyników obliczeń FFT od początku bieżącej minuty. Wariant liniowy „Linear Average” jest przydatny w pracy emisją JT4 szczególne w przypadku korzystania z krótkich komunikatów.
- Cztery suwaki służą do regulacji poziomu zerowego i kontrastu dla wskaźnika wodospadowego (górny rząd) i amplitudowego (dolny). Najczęściej wystarczająco dobre są ustawienia w pobliżu położenia środkowego, ale zależy to od wybranej palety i upodobań operatora.
- Wygładzanie („Smoothing”) jest aktywne jedynie w przypadku wybrania uśredniania liniowego „Linear Average”. Ułatwia to zauważenie słabych sygnałów EME rozmytych w wyniku efektu Dopplera na szerokość większą niż kilka Hz.

Okno główne

Rys. 9.2. Przyciski w oknie głównym

Poniżej pól tekstowych w oknie głównym znajduje się pasek przycisków.

- Przycisk „**Log QSO**” powoduje otwarcie okna dialogowego zawierającego podstatowe informacje o właśnie zkończonym QSO. Użytkownik może w nim skorygować wprowadzone przez program dane lub je uzupełnić. Wprowadzone dane są jak zwykle potwierdzane za pomocą przycisku „**OK**”.
  Po zaznaczeniu w konfiguracji punktu „**Prompt me to log QSO**” („Przypomnij o zapisaniu QSO”) okno dialogowe jest otwierane automatycznie po nadaniu „73” lub komunikatu o dowolnej treści.

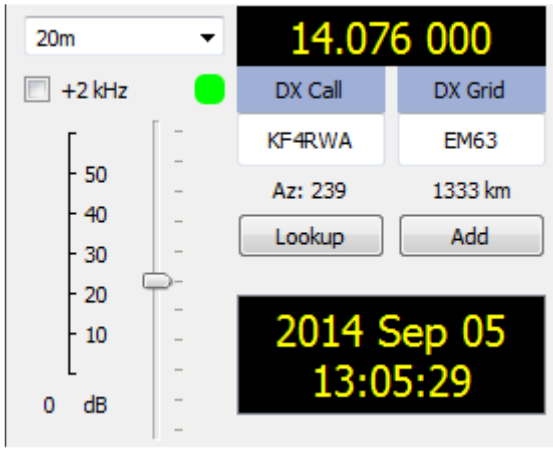


Rys. 9.3. Okno dziennika stacji

- Przycisk „**Stop**” wstrzymuje odbiór i dekodowanie bieżących danych co pozwala na ich analizę lub odtworzenie wcześniejszych nagrań.
- Przycisk „**Monitor**” służy do powrotu do standardowego trybu odbioru i dekodowania. W trakcie odbioru przycisk przyjmuje kolor zielony. W przypadku korzystania ze zdalnego sterowania przez złącze CAT wyłączenie monitora przerywa połączenie komputera z radiostacją. Jeżeli w zakładce ogólnej w konfiguracji zaznaczone jest pole „Monitor returns to last used frequency” (”Włączenie monitora powoduje powrót do ostatnio używanej częstotliwości”) po ponownym włączeniu monitora program powraca do ostatniej częstotliwości pracy.
- „**Erase**” powoduje po naciśnięciu kasowanie pola tekstów QSO, a po podwójnym naciśnięciu – obu pól tekstowych.
- „**Decode**” powoduje powtórzenie dekodowania sygnału odebranego na częstotliwości zaznaczonej zielonym znacznikiem na skali (częstotliwości QSO). Dekodowane są dane pochodzące z ostatniego cyklu odbioru. Naciśnięcie przycisku w kombinacji z klawiszem dużych liter (ang. „*Shift*”) powoduje dekodowanie danych w całym zakresie ograniczonym częstotliwościami **fMin** i **fMax**.

- „**Enable Tx**” powoduje włączenie atumatycznego cyklu nadawania i odbioru. Po włączeniu funkcji przycisk przyjmuje kolor czerwony. Transmisja komunikatu rozpoczyna się we właściwym momencie – z początkiem parzystej lub nieparzystej minuty w zależności od wyboru w oknie głównym. Po przekroczeniu 24 sekundy danej minuty nadawanie rozpoczyna się w następnym pasującym odcinku.
- „**Halt Tx**” powoduje przerwanie bieżącej transmisji i wyłączenie automatycznego cyklu transmisji.
- „**Tune**” (”Strojenie”) powoduje nadawanie niemodulowanej nośnej na częstotliwości zaznaczonej czerwonym znacznikiem na skali co ułatwia przykładowo strojenie obwodów dopasowujących antenę („skrzynki antenowej”) lub pomiary. Jego powtórne naciśnięcie kończy nadawanie.

W lewej dolnej części okna głównego znajdują się pola i elementy związane z bieżącą datą i godziną, częstotliwością pracy, poziomem sygnału m.cz. i danymi korespondenta (znak, lokator, odległość i azymut).



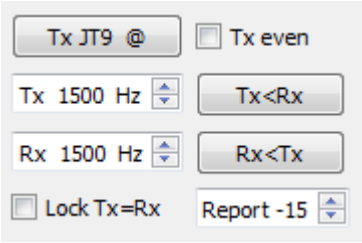
Rys. 9.4. Elementy u dołu po lewej stronie

- Znajdująca się ponad wskaźnikiem poziomu rozwijana lista ułatwia wybór pasma pracy. Częstotliwość pracy jest nastawiana automatycznie na podaną w konfiguracji w zakładce „**Setup**” | „**Configuration**” | „**Frequencies**” („Ustawienia„ | „Konfiguracja” | „Częstotliwości”). W przypadku korzystania ze zdalnego sterowania przez złącze CAT obok niego wyświetlany jest czerwony sygnalizator dla łączności dwustronnej między programem i radiostacją lub pomarańczowy dla łączności jedynie w kierunku od komputera do radiostacji. Operatorzy nie korzystający ze zdalnego sterowania muszą ręcznie dostroić radiostację.
- Możliwe jest także wpisanie częstotliwości w MHz lub oznaczenia pasma w standardowym formacie ADIF np. 630 m, 20 m lub 70 cm. Wybór pasma za pomocą oznaczenia jest możliwy tylko wówczas gdy w konfiguracji podana jest co najmniej jedna częstotliwość robocza w nim leżąca. W przypadku podania kilku częstotliwości wyświetlana jest pierwsza z nich.
- W przypadku korzystania ze zdalnego sterowania w zielonym polu wyświetlana jest litera S w trybie pracy z różnymi częstotliwościami nadawania i odbioru („Split”).

Wiele modeli radiostacji Icoma nie pozwala na odczyt intormacji o pracy z odstępem częstotliwości, aktualnie używanym VFO lub samym odstępie częstotliwości, co uniemożliwia współpracę WSJT-X z nimi w tym trybie.

- Jeżeli znany jest lokator korespondenta program wyświetla odległość i kierunek do niego.
- Program może także prowadzić własną bazę danych znaków i lokatorów korespondentów dla ułatwiena w przyszłej pracy. Przycisk „**Add**” („Dodaj”) powoduje dopisanie bieżących danych do bazy a przycisk „**Lookup**” („Szukaj”) – wywołanie z niej lokatora dla podanego znaku stacji. Baza danych jest przydatna w sytuacjach gdy liczba stacji jest niedużą i ulega tylko niewielkim zmianom, j.np. stracji pracujących EME.

W środkowej dolnej części okna znajdują się dalsze pola pomocne w prowadzeniu łączności.

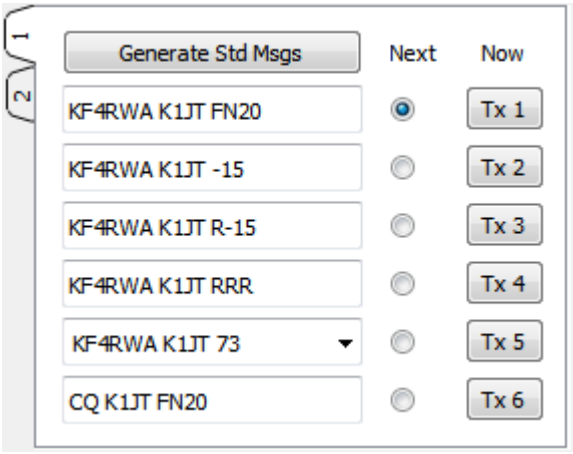


Rys. 9.5. Elementy u dołu po środku okna

- Pole „**Tx even**” po zaznaczeniu powoduje transmisję o parzystych minutach. Po usunięciu zaznaczenia transmisja odbywa się w minutach nieparzystych. Po podwójnym naciśnięciu na jeden z odebranych komunikatów właściwy wybór jest dokonywany automatycznie.
- Częstotliwość podnośnej m.cz. jest wyświetlana w polu poniżej „**Tx +xxxx**” i może być zmieniana w nim za pomocą strzałek w górę i w dół. Również i ona jest ustawiana automatycznie po podwójnym naciśnięciu linii tekstu. Rzeczywista częstotliwość nadawania sygnału synchronizacji czyli najniższa częstotliwość sygnału JT9 lub JT65 jest sumą częstotliwości wskazywanej na skali radiostacji (częstotliwości wytłumionej nośnej) i podanej tutaj częstotliwości m.cz.
- Przycisk „Tx<Rx” powoduje przestrojenie częstotliwości nadawania na częstotliwość odbioru, a przycisk „Rx<Tx” – odwrotnie. Natomiast przycisk „Lock **Tx=Rx**” powoduje stałe dostrojenie częstotliwości nadawania do częstotliwości odbioru.
  Stałe zrównanie częstotliwości nadawania i odbioru powoduje ciągłą zmianę czętotliwości własnej transmisji i zasadniczo nie jest zalecane. Jest to nawet uważane za złą praktykę operatorską.
- W polu „**Report**” ustawia się, a właściwie koryguje wpisany automatycznie przez program raport dla korespondenta posługując się strzałkami po jego prawej stronie. Zakres dopuszczalnych raportów rozciąga się od -50 dB do +49 dB. Większość podawanych w JT9 raportów leży w zakresie -26 – +10 dB. Górną granicą raportów dla JT65 jest -1 dB.

Raporty powyżej -5 dB wskazują na konieczność zmniejszenia mocy nadawania. Są to przecież emisje dla bardzo słabych sygnałów.

Po prawej stronie u dołu znajdują się dwie zakładki z elementami pomocnymi w tworzeniu i modyfikowaniu komunikatów.



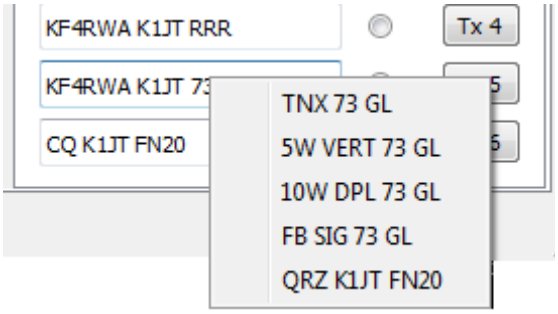
Rys. 9.6. Zakładki komunikatów

Zakładka pierwsza zawiera pola tekstowe, sygnalizatory wybranego komunikatu i przyciski nadawania dla 6 podstawowych rodzajów komunikatów w stylu znanym z dotychczasowych programów. Komuni-

katy tworzone są po naciśnięciu przycisku „**Generate Std Msgs**” („Utwórz standardowe komunikaty”) u góry zakładki lub po podwójnym naciśnięciu wybranej linii zdekodowanego tekstu.

- Obok pól znajdują się przyciski w stylu „radiowym” służące do wybrania komunikatu przeznaczonego do nadania w najbliższym cyklu transmisji (w kolumnie „**Next**” – „Następny”).
- Przyciski „**Tx...**” w kolumnie „**Now**” („Teraz”) pozwalają na natychmiastowe nadanie wybranego komunikatu – można w ten sposób wymusić nadawanie danego komunikatu nawet tuż po rozpoczęciu się cyklu np. gdy omyłkowo nadawany jest komunikat niewłaściwy dla danej fazy łączności. Prawdopodobieństwo właściwego zdekodowania komunikatu przez korespondenta jest jednak niższe aniżeli w przypadku transmisji treści w pełnym cyklu ale zmiana w trakcie pierwszych 10 sekund cyklu przeważnie nie zmniejsza go znacząco.
- Operator może dowolnie zmieniać treść przygotowanych przez program komunikatów pod warunkiem przestrzegania ich formatu i długości.
- Naciśnięcie prawym klawiszem myszy na pole nr 5 (przewidziane dla dowolnych tekstów) powoduje wyświetlenie przygotowanych wcześniej i zapisanych w konfiguracji „**Setup**” | „**Configuration**” | „**Tx Macros**” („Ustawienia” | „Konfiguracja” | „Teksty do nadania”) komunikatów tego rodzaju. W przypadku zmodyfikowania tekstu można dopisać go do spisu w konfiguracji przez naciśnięcie klawisza „Enter”.

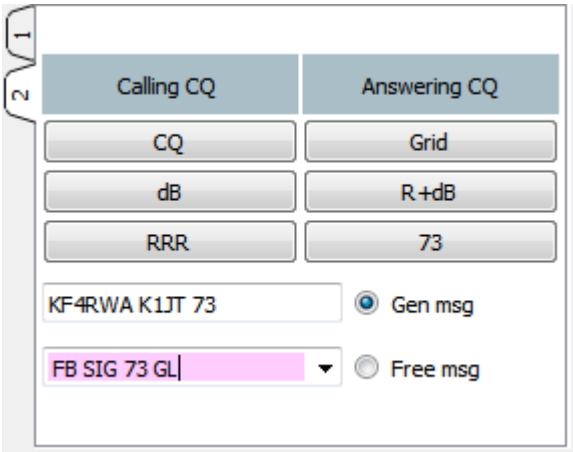
Przykład komunikatów przedstawia ilustracja 9.7.



Rys. 9.7. Komunikaty dowolne

W celu wybrania komunikatu należy nacisnąć go lewym klawiszem myszy.

Drugą z zakładek przedstawia rys. 9.8.

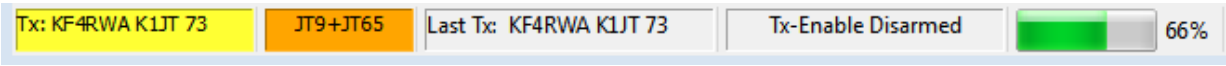


Rys. 9.8. Druga zakładka komunikatów

- Elementy w zakładce są ułożone w dwóch kolumnach, tak że operator wywołujący CQ naciska po kolei od góry do dołu przyciski z kolumny lewej, a operator odpowiadający na wywołanaie – przyciski z kolumny prawej.

- Naciśnięcie przycisku powoduje wpisanie treści komunikatu do pola „**Gen msg**” („Komunikaty utworzone automatycznie”). Naciśnięcie w trakcie transmisji powoduje zmianę nadawanego komunikatu.
- Do pola „**Free msg**” („Komunikat dowolny”) można wpisać dowolny tekst o długości nie przekracającej 13 znaków alfanumerycznych (liter i cyfr). Naciśnięcie prawym klawiszem myszy na to pole wywołuje spis przygotowanych tekstów jak na poprzedniej zakładce.

U dołu głównego okna programu znajduje się linia informacyjna zwana też paskiem lub linią stanu.



Rys. 9.9. Dolna linia informacyjna

Linia zawiera pola informujące o stanie pracy programu (odbiór, nadawany tekst, strojenie lub nazwa odtwarzanego pliku), wybranym rodzaju emisji, treści ostatnio nadanego komunikatu, informację o tym czy dwukrotne naciśnięcie na znak korespondenta automatycznie uruchamia nadawanie (przez zaznaczenie pola „Double-click on call sets Tx Enable” w zakładce ogólnej w konfiguracji) i zielony pasek postępu cyklu minutowego.

Menu

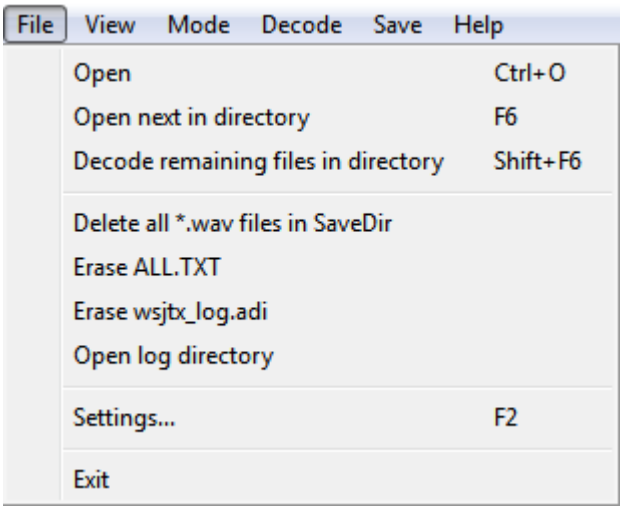
Menu programu zawierają wywołania funkcji potrzebnych w konfiguracji i pracy programu. Dobrze jest zapoznać się z nimi zawczasu i sprawdzić praktycznie ich skutki. W większości przypadków nazwy i opisy są dostatecznie zrozumiałe i nie wymagają szczegółowych objaśnień. Znaczenie wielu punktów jest zbliżone lub identyczne z ich odpowiednikami w WSJT (można się z nimi zapoznać w tomie 2 „Techniki słabych sygnałów”). Dla wielu punktów po prawej stronie podane są kombinacje klawiszy służące do ich szybkiego wywołania.

Menu WSJT-X

Rys. 9.10. Menu „WSJT-X”

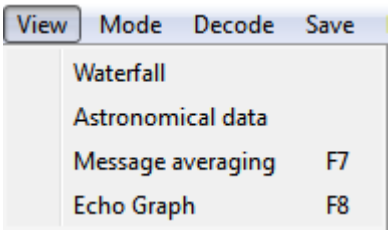
Menu „WSJT-X” występuje tylko w wersji dla OS-X i zawiera najważniejsze punkty związane z pracą i konfiguracją programu. Punkt służący do wywołania konfiguracji nosi tutaj nazwę „Preferencies”) a punkt „About WSJT-X” występujący w innych wersjach w menu pomocy wyświetla informacje o programie i jego wersji.

Menu „File” („Plik”)



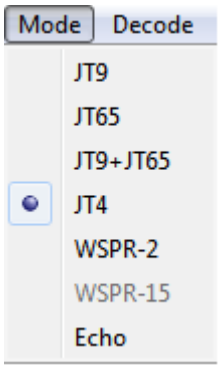
Rys. 9.11. Zarządzanie plikami nagrań, dziennikiem pracy i wywołanie konfiguracji

Menu „View” („Wyświetlanie”)



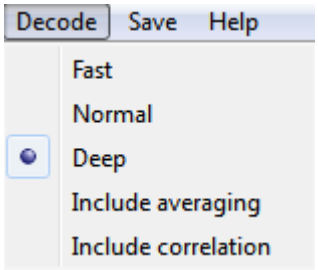
Rys. 9.12. Wybór wyświetlanych okien

Menu “Mode” (“Emisje”)



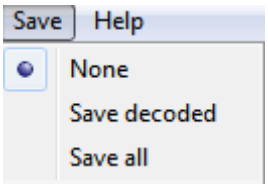
Rys. 9.13. Wybór emisji

Menu „Decode” („Dekodowanie”)



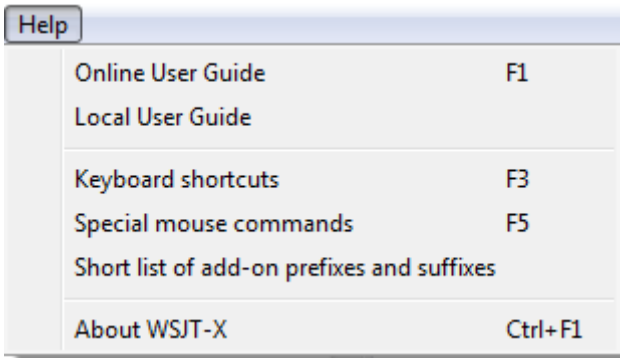
Rys. 9.14. Wybór trybu dekodowania z pozycjami dekodowania szybkiego, zwykłego lub dogłębnego. Znaczenie pozycji uśredniania i korelacji opisano w tekście

Menu „Save” („Zapis”)



Rys. 9.15. Menu zapisu z pozycjami zapisu wszystkiego, zdekodowanych tekstów lub całkowitego wyłączenia

Menu „Help” („Pomoc”)



Rys. 9.16

Znaczenie klawiszy i ich kombinacji (F3)

F1 – Wyświetlenie instrukcji w przeglądarce internetowej.
Ctrl+F1 – Wyświetlenie informacji o programie i jego wersji.
F2 – Otwarcie okna konfiguracji („**Setup**” | „**Configuration**”).
F3 – Wyświetlenie spisu znaczeń klawiszy i ich kombinacji.
F4 – Skasowanie zawartości pól znaku i lokatora korespondenta („**Dx Call**” i „**DX Grid**”) i pól komunikatów 1 – 5.
Alt+F4 – Zakończenie pracy programu.
F5 – Wyświetlenie spisu specjalnych funkcji myszy.
F6 – Otwarcie następnego pliku w katalogu (np. pliku dźwiękowego do odtworzenia i zdekodowania).
„Duże”+F6 – Zdekodowanie wszystkich pozostałych plików w katalogu.
F11 – Przestrojenie częstotliwości odbioru (Rx) w dół o 1 Hz.

Ctrl+F11 – Przestrojenie częstotliwości nadawania i odbioru (Tx i Rx) w dół o 1 Hz.
F12 – Przestrojenie częstotliwości odbioru w górę o 1 Hz.
Ctrl+F12 – Przestrojenie częstotliwości nadawania i odbioru w górę o 1 Hz.
Alt+1–6 – Wybranie do bieżącej transmisji komunikatu o podanym na zakładce 1 numerze.
Ctrl+1-6 – Wybranie komunikatu o podanym numerze do następnej transmisji
Alt+D – Ponowne zdekodowanie sygnału na częstotliwości QSO.
„Duże”+D – Zdekodowanie wszystkich sygnałów i wpisanie wyników do obu pól tekstowych.
Alt+E – Skasowanie tekstów („**Erase**”).
Ctrl+F – Modyfikacja zawartości pola tekstu dowolnego.
Alt+G – Utworzenie standardowych komunikatów.
Alt+H – Przerwanie nadawania („**Halt Tx**”).
Ctrl+L – Poszukiwanie znaku w bazie danych i utworzenie standardowych komunikatów.
Alt+M – Włączenie odbioru i dekodowania („**Monitor**”).
Alt+N – Włączenie automatycznego nadawania („**Enable Tx**”).
Alt+Q – Zapis QSO w dzienniku („**Log QSO**”).
Alt+S – Wstrzymanie odbioru i dekodowania („**Stop**”).
Alt+T – Strojenie („**Tune**”).
Alt+V – Zapis ostatnio nagrywanego pliku *.*wav*.

Funkcje myszy (F5)

Obszar lub element	Funkcja
Wskaźnik wodospadowy	Zmiana częstotliwości odbioru, Podwójne naciśnięcie – zmiana częstotliwości odbioru i zdekodowanie sygnału na niej, Ctrl+naciśnięcie – zmiana częstotliwości nadawania i odbioru, Ctrl+podwójne naciśnięcie – zmiana częstotliwości nadawania i odbioru i zdekodowanie sygnału znajdującego się tam.
Zdekodowany tekst	Podwójne naciśnięcie powoduje wpisanie drugiego znaku do pola „**Dx Call**” i lokatora stacji do pola „**Dx Grid**”; zmianę częstotliwości nadawania i odbioru na częstotliwość zdekodowanego sygnału; utworzenie standardowych komunikatów ze znakiem tej stacji. Jeżeli pierwszy ze znaków wywoławczych jest znakiem własnym operatora zmiana częstotliwość nadawania jest zmieniana tylko w kombinacji naciskania myszą z klawiszem Ctrl.
Przycisk kasowania („**Erase**”)	Naciśnięcie powoduje skasowanie zawartości pola tekstów QSO, Podwójne naciśnięcie powoduje skasowanie obu pól zawierających zdekodowane teksty.
Pole komunikatu nr 5 („**Tx 5**”)	Naciśnięcie prawym klawiszem myszy powoduje wyświetlenie przygotowanych uprzednio tekstów.

Prowadzenie dziennika stacji

WSJT-X prowadzi dziennik stacji zapisując dane QSO w formacie CSV w pliku *wsjtx.log* i w formacie ADIF w pliku *wsjtx_log.adi*. Pliki te mogą być bezpośrednio wykorzystywane przez inne znane programy prowadzące dzienniki stacji lub otwierane w arkuszach kalkulacyjnych (np. Excelu).
Katalog, w którym umieszczane są pliki dziennika zależy od systemu operacyjnego dlatego też WSJT-X oferuje możliwość otwarcia tego katalogu za pomocą punktu „Open log directory" zawartego w menu „File" („Plik").
Bardziej rozbudowane możliwości w tej dziedzinie oferuje progam JT-ALERT-X, który może automatycznie przekazywać dane do takich programów jak „Ham Radio Deluxe" (HRD), „DX Lab Suite" i „Log4OM".
Znajdujący się na zakładce ogólnej w konfiguracji punkt „Show DXCC entity and worked before status" powoduje wyświetlanie informacji o kraju (jednostce) DXCC, z której pracuje dana stacja i czy jest to piewsza łączność z nią jest dużym ułatwieniem dla wszystkich nie korzystających lub nie mogących korzystać z „JT-ALERT-X". „JT-ALERT-X" jest dostępny tylko dla systemu operacyjnego Windows. Informacje te są wyświetlane w oknie aktywności w całym podzakresie, przy czym nazwa kraju może być w miarę potrzeby skrócona. Informacja o tym czy jest to nowa stacja czy nie polega na wyświetleniu dodatkowego znaku na kolorowym tle:

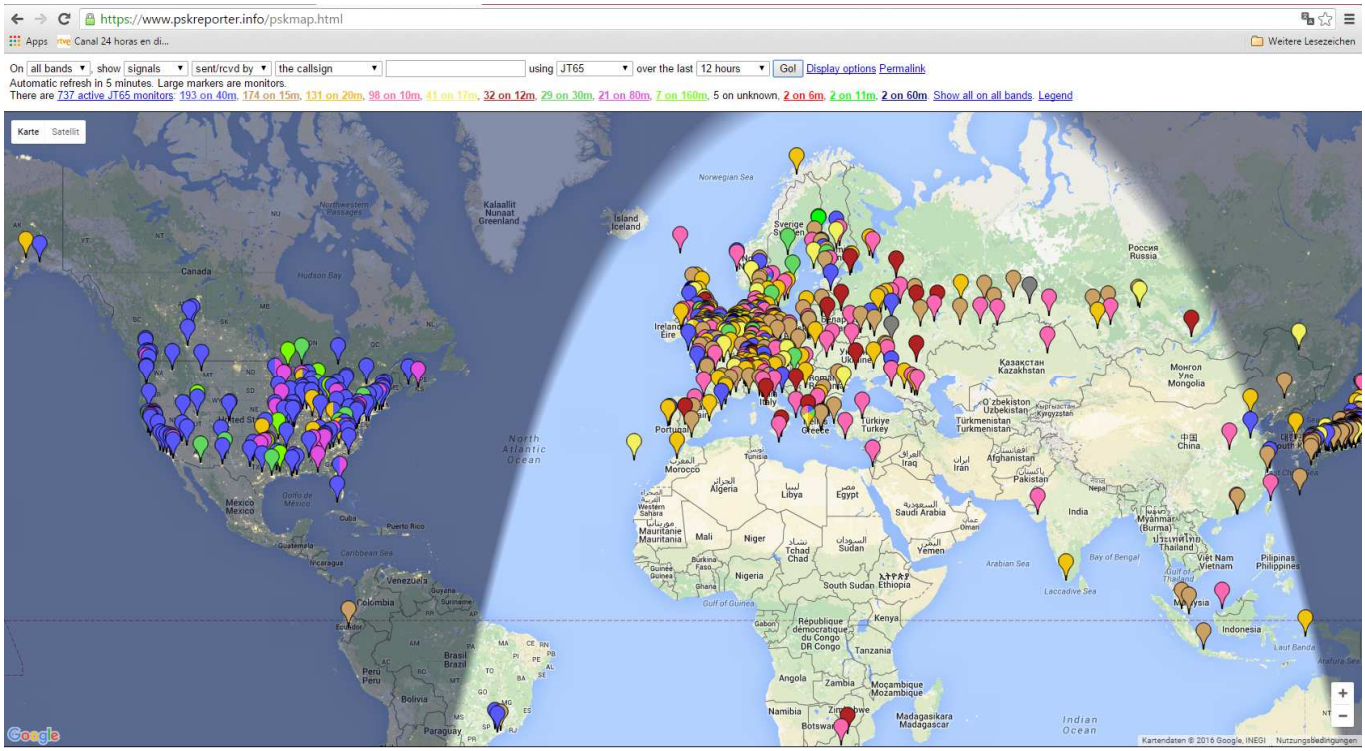
- Tło intensywnie czerwone i wykrzyknik oznaczają nowy kraj,
- Tło jasnoróżowe i tytła (tylda) oznaczają odbycie wcześniejszej łączności z tym krajem DXCC ale nie z tą samą stacją,
- Tło zielone oznacza bez dodatkowego znaku wcześniejszą łączność z tą samą stacją.

Program nie rozróżnia tutaj emisji ale rozróżnia poszczególne pasma amatorskie.
Informacja o krajach (jednostkach) DXCC jest zawarta w bazie danych *cty.dat*. Aktualne wersje pliku można pobrać z witryny internetowej *www.country-files.com/cty*. Wersja domyślna bazy danych *cty.dat* jest wprawdzie wbudowana do programu ale jeśli w katalogu „logs" znajduje się nowsza wersja pobrana z internetu program korzysta z niej zamiast ze spisu domyślnego.
Plik dziennika wsjtx_log.adi jest uzupełniany za każdym razem kiedy wpisywana jest do niego nowa łączność. Skasowanie go spowoduje utratę możliwości odróżnienia nowych stacji od już wcześniej „zrobionych".
Plik ten można uzupełnić eksportując dane z innych programów prowadzących dzienniki ale można go też całkowicie zastąpić tymi danymi.
Usunięcie zaznaczenia pola „Show DXCC entity and worked before status" i ponowne jego zaznaczenie powoduje ponowne wczytanie dziennika przez WSJT-X, co w przypadku obszernych plików może na pewien czas spowolnić pracę programu.

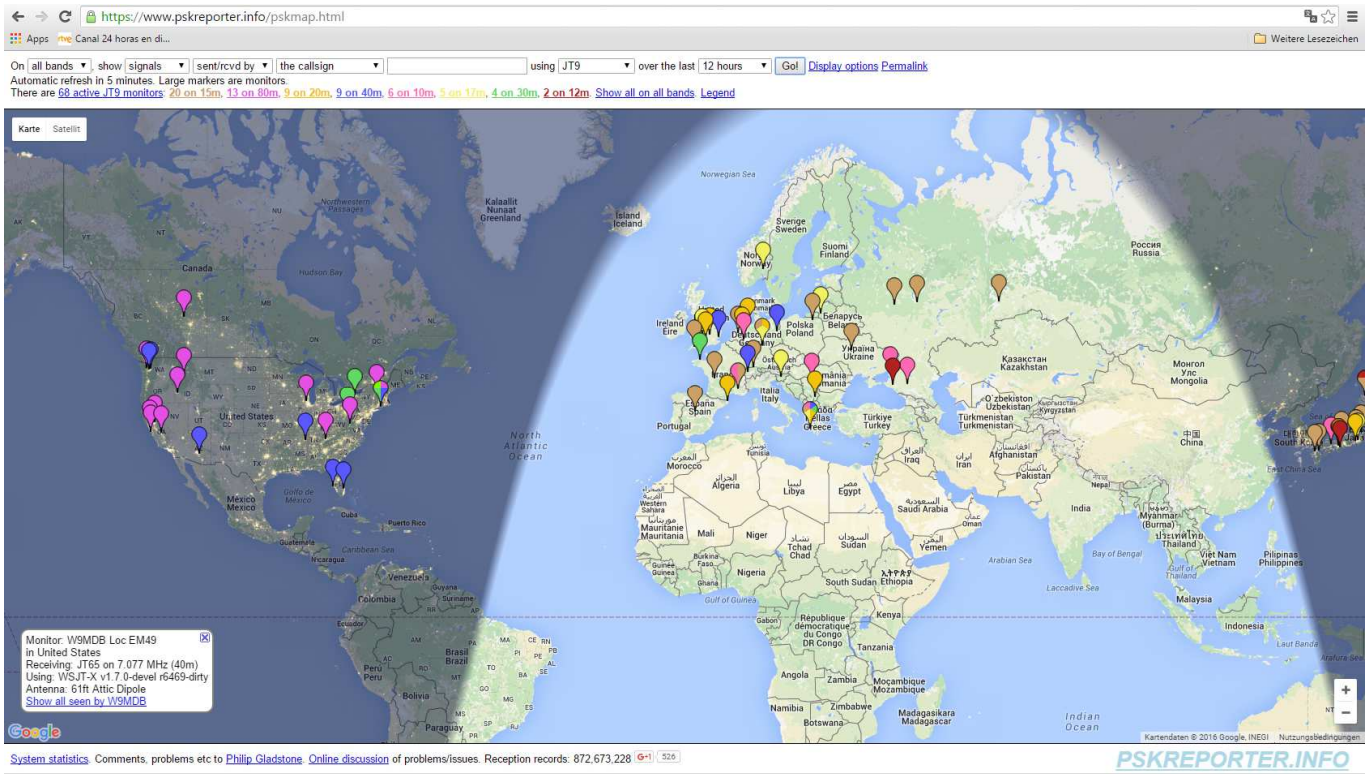
Współpraca z innymi programami

WSJT-X może ściśle współpracować z niektórymi innymi programami:

- Współpraca z programami „DX Lab Suite” (*www.dxlabsuite.com*) i „Ham Radio Deluxe” (*www.hrdsoftwarellc.com*) została opisana w rozdziale poświęconym zdalnemu sterowaniu radiostacją,
- „PSK Reporter” autorstwa Philippa Gladsone jest serwerem internetowym zbierającym raporty odbioru nadsyłane przez różne programy służące do pracy emisjami cyfrowymi w tym także przez WSJT-X. Informacje te są wyświetlane prawie na bieżąco na mapie świata i w postaci różnych statystyk. Użytkownik może korzystać z różnych możliwości filtrowania danych np. pod względem rodzaju emisji, pasm i czasu. Poprzez zmianę skali mapy możliwy jest wybór jej interesującej części. Przykład mapy prezentującej stacje JT65 odebrane w ciągu ostatnich 12 godzin w różnych pasmach amatorskich przedstawiono na rys. 11.1. Każdemu z pasm odpowiada inny kolor. O jakości danych decyduje liczba stacji nadsyłających meldunki, czyli dobra wola operatorów, którzy zdecydowali się na włączenie tej funkcji u siebie. Mapa jest dostępna w Internecie pod adresem *http://pskreporter.info/pskmap.html*. Wyświetlane w Internecie dane dotyczą wielu różnych amatorskich emisji cyfrowych i nie ograniczają się wyłącznie do JT9 i JT65



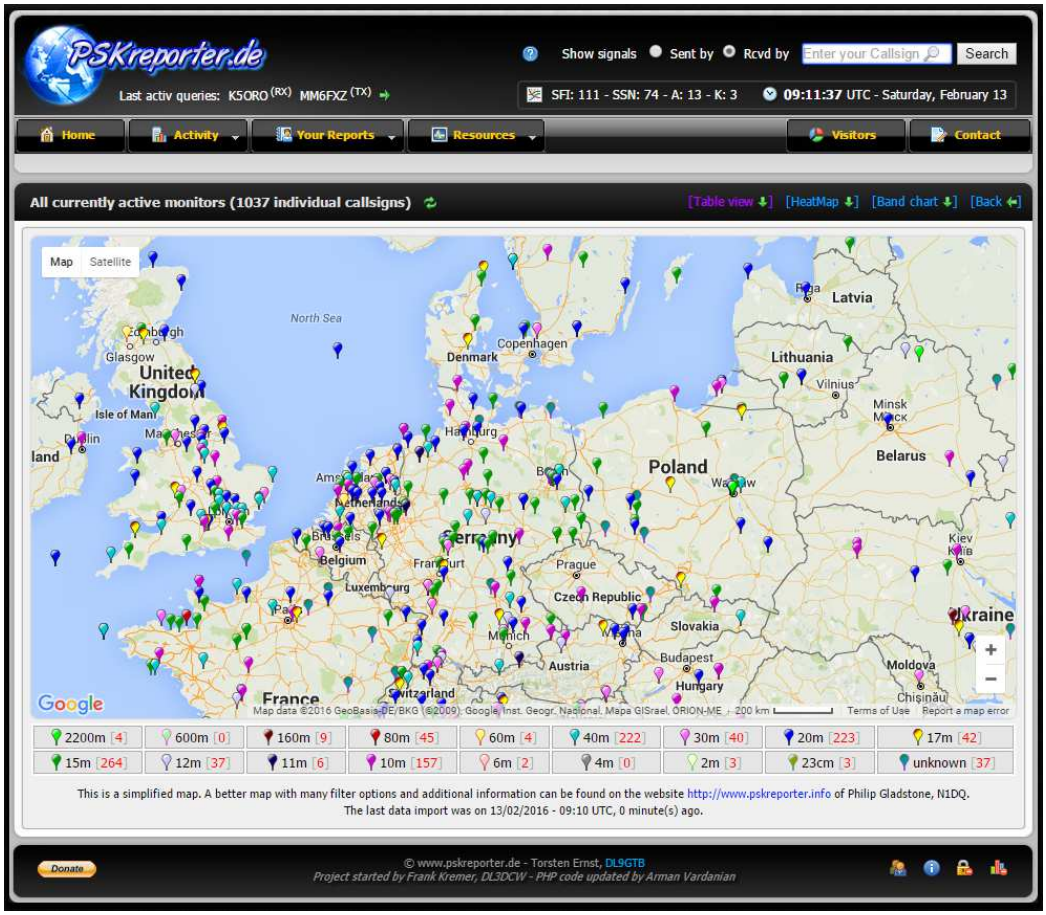
Rys. 11.1. Mapa świata z meldunkami dotyczącymi stacji JT65 pracujących w różnych pasmach w dniu 13 lutego 2016 r. w czasie ostatnich 12 godzin



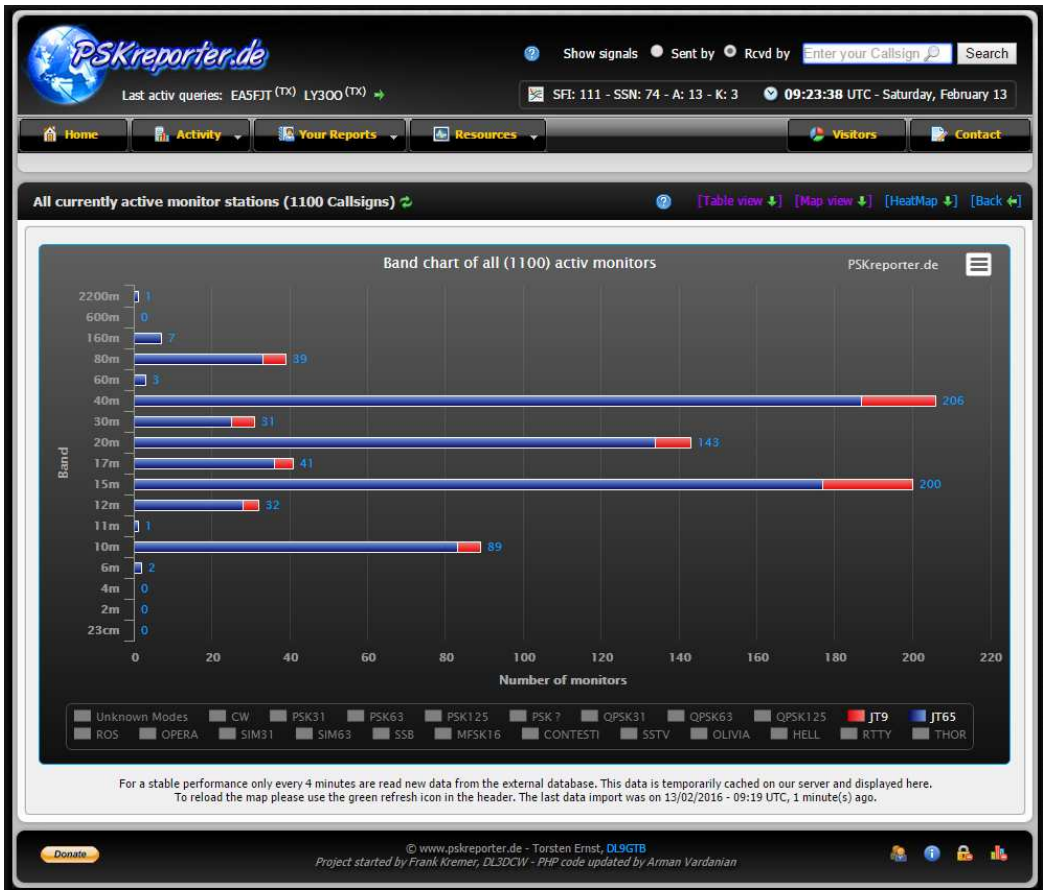
Rys. 11.2. Mapa świata z meldunkami dotyczącymi stacji JT9 pracujących w różnych pasmach w dniu 13 lutego 2016 r. w czasie ostatnich 12 godzin

Wiele interesujących informacji zawiera także witryna *www.pskreporter.de*. Jako przykład na ilustracji 11.3 przedstawiono mapę stacji obserwujących pasma w środkowej części Europy przed południem w dniu 13 lutego 2016 r. Skalę i wycinek mapy można oczywiście dowolnie zmieniać w zależności od potrzeb. Pamiętając o tym, że raporty odbioru nadsyłają stacje amatorskie pracujące właśnie tym rodzajem emisji mozna na ich podstawie wyrobić sobie obraz aktywności na emisjach cyfrowych w danym czasie, przesłuchać odpowiednie wycinki pasm lub samemu nadać wywołanie. Dane dotyczą większości stosowanych w pasmach amatorskich emisji cyfrowych, a nie tylko JT9 i JT65.
Aktywność stacji pracujących wieloma emisjami cyfrowymi, z podziałem na pasma lub emisje, można obserwować także w witrynie *http://hamspots.net*.

- „JT-ALERT-X” (*http://hamappshamspots.net*) autorstwa VK3AMA jest dostępny wyłącznie w wersji dla Windows. Program oferuje wiele pożytecznych funkcji j.np. automatyczny zapis danych QSO w dziennikach innych programów, alarmy optyczne i akustyczne w zależności od ostalonych wcześniej warunków (np. nowa jednostka DXCC) i wygodny dostęp do niektórych serwisów internetowych.



Rys. 11.3. Stacje obserwacyjne na mapie *pskreporter.de*



Rys. 11.4. Wykres aktywności stacji obserwacyjnych JT9 (czerwone części słupków) i JT65 (niebieskie części) w dniu 13 II 2016 r. z podziałem na pasma

Rys. 11.2. Okno JT-ALERT-X

- „AlarmeJT” autorstwa F5JMH jest natomiast dostępny wyłącznie w wersji dla Linuksa. Program prowadzi własny dziennik na podstawie danych otrzymanych z WSJT-X i alarmuje optycznie przy odbiorze nowych jednostek DXCC albo nowych kwadratów w danym paśmie albo przy wystąpieniu innych ustalonych warunków.

Różnice dla poszczególnych systemów operacyjnych

W zależności od systemu operacyjnego (Windows, Linuks, OS-X) występują pewne różnice dotyczące niektórych funkcji i ustawień WSJT-X.
Mogą to być przykładowo nazwy plików lub ścieżki dostępu do nich:

- Windows
  Konfiguracja
  %LOCALAPPDATA%\WSJT-X\WSJT-X.ini
  Dzienniki
  %LOCALAPPDATA%\WSJT-X\
  Domyślny katalog rejestracji
  %LOCALAPPDATA%\WSJT-X\save\
- Windows w przypadku korzystania z „--rig-name=xxx”
  Konfiguracja
  %LOCALAPPDATA%\WSJT-X - xxx
  Dzienniki
  %LOCALAPPDATA%\WSJT-X - xxx\WSJT-X - xxx.ini
- Linuks
  Konfiguracja
  ~/.config/WSJT-X.ini
  Dzienniki
  ~/.local/share/WSJT-X/
  Domyślny katalog rejestracji
  ~/.local/share/WSJT-X/save/
- Linuks w przypadku korzystania z „--rig-name=xxx”
  Dzienniki
  ~/.local/share/WSJT-X - xxx/
  Domyślny katalog rejestracji
  ~/.config/WSJT-x - xxx.ini
- Macintosh
  Konfiguracja
  ~/Library/Preferences/WSJT-X.ini
  Dzienniki
  ~/Library/Application Support/WSJT-X/
  Domyślny katalog rejestracji
  ~/Library/Application Support/WSJT-X/save/
- Macintosh, w przypadku korzystania z „--rig-name=xxx”
  Dzienniki
  ~/Library/Application Support/WSJT-X - xxx/
  Domyslny katalog rejestracji
  ~/Library/Preferences/WSJT-X - xxx.ini

Porady

- Filtr o zbyt stromych zboczach leżących w paśmie wyświetlanym może spowodować postrzępienie wyświetlanych sygnałów w przypadku nie zaznaczenia pola wygładzania („Flatten”). Aby uniknąc tego efektu mozna zastosować filtr p.cz. o szerszym paśmie przenoszenia albo zawęzić wyświetlany wycinek pasma zwiększając rozdzielczość (zmniejszając liczbę w polu „Bins/Pixel”) albo też zmniejszyć szerokość okna widma. Można także skorygować położenie charakterystyki przenoszenia filtru p.cz. aby leżała bliżej środka interesującego podzakresu.
- W celu uruchomienia kilku instancji programu równolegle należy wywołać go w oknie wiersza poleceń dodając w każdym wywołaniu jednoznaczny identyfikator jak to pokazano w poniższych przykładach. Pozwala to na rozdzielenie plików konfiguracyjnych i zarejestrowanych danych dla każdej z instancji WSJT-X.
  wsjtx --rig-name=TS2000
  wsjtx --rig-name=FT847
- W programie „OmniRig” występuje błąd objawiający się po naciśnięciu przycisku „Test CAT”. Należy zrezygnować z korzystania z tej funkcji.
- W trakcie równoległej pracy WSJT-X z „Ham Radio Deluxe” po wywołaniu jego dziennika lub DM780 w zdalnym sterowaniu radiostacji występują opóźnienia nawet do 20 sekund. Jest to znany błąd HRD, który z pewnością zostanie usunięty w przyszłych wersjach.
- Jeżeli po uruchomieniu programu pod Ubuntu 1.04 linia menu znika z ekranu można ją przywrócić na standardowej pozycji za pomocą polecenia
  sudo apt-get remove appmenu-qt5

- Schematy układów sprzęgających komputer z radiostacją są wielokrotnie przytaczane w literaturze, m.in. w innych tomach „Biblioteki polskiego krótkofalowca”. Wszyscy, którzy z różnych względów nie mogą lub nie chcą sami konstruować takich układów i lutować kabli mogą skorzystać z gotowych urządzeń fabrycznych. Najprostsze z nich zawierają transformatory lub optoizolatory zapewniające galwaniczną izolację komputera od radiostacji, ewentualne potencjometry pozwalające na ustawienie właściwych poziomów sygnałów oraz tranzystor wykonawczy albo optoizolator służące do kluczowania nadajnika. Bardziej rozbudowane układy posiadają własny podsystem dźwiękowy i komunikują się z komputerem za pośrednictwem złącza USB. Do rozpowszechnionych modeli należą”USB Interface III” firmy „MicroHAM” i „SignaLink” firmy „Tigertronic”. Po ich podłączeniu do komputera system operacyjny instaluje automatycznie potrzebne sterowniki, ale może być też konieczne zainstalowanie dodatkowego oprogramowania związanego np. z kluczowaniem nadajnika. Po zainstalowaniu oprogramowania nazwy tych zewnętrznych systemów dźwiękowych pojawiają się w spisie urządzeń dźwiękowych zarówno systemu operacyjnego jak i korzystających z nich programów, w tym WSJT-X. W ich nazwach często występuje oznaczenie USB, co może pomóc w ich identyfikacji.
  Układy te są połączone z komputerem jedynie kablem USB, a z radiostacją za pomocą kabla danych lub kabli mikrofonowego i głośnikowego co w pewnym stopniu upraszcza połączenia i zmniejsza plątaninę kabli.
  Również niektóre modele radiostacji posiadają wbudowane podsystemy dźwiękowe przeznaczone do pracy emisjami cyfrowymi, przykładem może być IC-7200. Radiostacje te wymagają przeważnie połączenia z komputerem jedynie za pomocą kabla USB.
  Oczywiście wszystkie te rozwiązania służą do pracy wszystkimi rodzajami emisji cyfrowych, a nie tylko emisjami WSJT.
- Poziom wymodulowania nadajnika należy ustawić tak aby automatyczna regulacja mocy nadawania (ALC) jeszcze wogóle nie reagowała albo jej wskazania znajdowały się w zakresie podanym w instrukcji lub zaznaczonym na mierniku jako bezpieczny.
- Użytkownicy radiostacji nie wyposażonych we wskaźnik ALC mogą skorzystać z następującego sposobu dobrania właściwego poziomu modulacji. Poziom sygnału modulującego z komputera należy najpierw zwiększać aż do czasu gdy moc nadajnika przestaje rosnąć. Następnie należy zmniejszyć go tak, aby moc nadawana spadła do 50% tej wartości.

- Czułość wejścia mikrofonowego jest na tyle duża, że jest ono przewidziane dla sygnałów o niskim poziomie i łatwo je przesterować sygnałami pochodzącymi z komputera. Wymaga to znacznego ograniczenia ich poziomu w mikserze komputera albo regulatorem w układzie (swego rodzaju modemie) łączącym komputer z radiostacją. Jeżeli radiostacja jest wyposażona w gniazdo danych lepiej jest korzystać z niego, ponieważ wejście to jest przystosowane do większych poziomów sygnałów, co zmniejsza niebezpieczeństwo przesterowania. Również poziom sygnałów z odbiornika jest stały i dzięki temu wystarczy raz należycie ustawić czułość wejścia komputerowego.
- Niezależnie od używanego wejścia poziom wymodulowania należy ograniczyć do minimalnego zapewniającego pożądaną moc nadawania.
- JT65, JT9 i w ogóle prawie wszystkie emisje cyfrowe wymagają wyłączenia wszelkiego rodzaju procesorów mowy i ograniczników jej poziomu.
- Żaden z powyższych sposobów uniknięcia przesterowań nie gwarantuje pełnej czystości nadawanego sygnału ale znacznie zwiększa jej prawdopodobieństwo.
- Oprócz nadmiernej odchyłki czasu, o czym była mowa w poprzednich rozdziałach dalszą przyczyną trudności w dekodowaniu odbieranych sygnałów może być przesterowanie wejścia komputera i powstające w wyniku tego zniekształcenia. W przypadku zaobserwowania w oknie widma wielu niezdekodowanych sygnałów stacji warto upewnić się czy nie jest to spowodowane nadmiernym sygnałem podawanym z odbiornika zmniejszając jego poziom gałką siły głosu (w przypadku korzystania z gniazda słuchawkowego albo głośnikowego) albo regulatorem w modemie. Przesterowanie wejścia komputera może być także przyczyną błędnego wrażenia jakoby odbierane sygnały były nieczyste i zniekształcone np. w wyniku przesterowania nadajnika u odbieranej stacji.
- Również przestrajanie odbiornika może uniemożliwić dekodowanie stacji, dlatego też po dostrojeniu go do właściwej częstotliwości nie należy korygować dostrojenia ani główną gałką strojenia ani gałką strojenia różnicowego (RIT). Radiostacje starszych typów (nie wyposażone w TCXO itp.) warto wygrzać przez około 20–30 minut przed rozpoczęciem pracy emisjami JT, tak aby częstotliwość heterodyny i VFO zdążyła się ustabilizować.
- W celu uniknięcia niepotrzebnych zakłóceń w eterze należy wyłączyć wszelkie sygnały dźwiękowe systemu operacyjnego i zapowiedzi jeżeli użytkownik korzysta z komputera wyposażonego tylko w jeden system dźwiękowy, co jest najczęściej występującą sytuacją. W przypadku wyposażenia w więcej niż jeden podsystem dźwiękowy należy upewnić się w konfiguracji systemu, że sygnalizacja dźwiękowa systemu operacyjnego nie jest kierowana na system używany w łącznościach i w razie potrzeby skorygować ustawienia w panelu sterowania (dla Windows, lub w odpowiednich miejscach dla innych systemów operacyjnych).
- W przypadku wyposażenia komputera w więcej niż jeden podsystem dźwiękowy należy też dokładnie sprawdzić czy w konfiguracji WSJT-X lub innych programów wykorzystywanych do łączności emisjami JT albo innymi emisami cyfrowymi został wybrany właściwy podsystem dźwiękowy. Błędny wybór w konfiguracji nie grozi wprawdzie żadnymi uszkodzeniami ale oznacza brak odbioru lub transmisji sygnałów i powoduje stratę czasu na poszukiwanie przyczyn tego stanu rzeczy.
- Przed skorzystaniem ze zdalnego sterowania radiostacji przez WSJT-X konieczne jest sprawdzenie w menu radiostacji ustawień łączności tzn. szybkości transmisji, rodzaju bitu parzystości i liczby bitów stopu a także sposobu synchronizacji transmisji (ang. *handshake*). W większości modeli można sprawdzić to w odpowiednich punktach menu, a jeżeli parametry te nie były dotąd zmieniane przez operatora i zachowały wartości domyślne, wartości te można sprawdzić także w instrukcji obsługi. Jedną z często stosowanych domyślnie szybkości transmisji jest 9600 bit/s. Bit parzystości występuje jedynie wówczas, gdy nadawanych jest 7 bitów danych użytkowych.
- Użytkownicy starszych i słabszych modeli komputerów powinni w menu dekodowania wybrać pozycję „Fast” („Dekodowanie szybkie”). Daje to mniejsze obciążenie komputera kosztem ewentualnego pominięcia niektórych stacji, ale dzięki temu proces dekodowania kończy się na czas i nie powoduje straty najbliższego odcinka czasowego w trakcie łączności. Na wszystkich nowszych i szybszych komputerach dobrze sprawdza się normalny tryb dekodowania (punkt „Normal”).

- W poprzednich rozdziałach opisano przebieg minimalnych standardowych łączności ale niektórzy operatorzy stosują także inne praktyki, np. w miejsce potwierdzenia RRR nadają od razu pożegnanie 73.
- Teksty o dowolnym formacie nie zawierają (przeważnie) znaku nadawcy ale nadawcę można łatwo zidentyfikować porównując jego częstotliwości pracy z częstotliwością poprzednich odebranych komunikatów lub z ustawioną częstotliwością odbioru.
- Emisje z grupy JT nie są wprawdzie przeznaczone do prowadzenia wyczerpujących pogawędek ale komunikaty o dowolnym formacie pozwalają na zapytania, prośby o łączność w innym paśmie i ewentualnie innym rodzajem emisji, zapytania o wyposażenie lub o pogodę i oczywiście na udzielenie na nie odpowiedzi. Po zakończeniu obowiązkowej części łączności można wymienić kilka takich komunikatów aż do wyjaśnienia sobie wszystkich interesujących spraw.
- Na niektórych słabszych i wolniejszych komputerach, zwłaszcza przenośnych, można zaobserwować zahamowania w pracy WSJT-X spowodowane ich niedostateczną mocą przetwarzania. Objawia się to przykładowo nieregularnymi skokami wskazań sekund na ekranie. Zaradzić temu stanowi można przydzielając programowi wyższy priorytet wykonywania. W poniższym przykładzie założono, że program jest zainstalowany w katalogu:
  C:\WSJT\wsjtx\bin\wsjtx.exe. Jeżeli jest on zainstalowany w innym miejscu trzeba tylko zmodyfikować odpowiednie linie w przykładzie.
  W celu przyznania programowi wyższego priorytetu przy każdym jego wywołaniu należy używając dowolnego edytora tekstów ASCII, j.np. Notatnika od Windows założyć plik wsadowy .bat o dowolnej nazwie, przykładowo „WSJT-X-PRIORYTETYTET.bat”.
  Plik powinien zawierać następującą treść:
  cmd.exe /c start „runhigh” /realtime „C:\WSJT\wsjtx\bin\wsjtx.exe”
  Po zapisaniu pliku na dysku wygodnie jest utworzyć też skrót na pulpicie służący do jego wywołania. Przed pierwszym uzyciem skrótu należy nacisnąć pramym klawiszem myszy na niego i wybrać w menu kontekstowym pozycję właściwości i zaznaczyć pozycję „Wykonuj jako administrator”. Wśród właściwości można także wybrać symbol (piktogram) skrótu. Wykonywanie z uprawnieniami administratora jest warunkiem koniecznym dla uzyskania wyższego priorytetu wykonywania. Po zakończeniu modyfikacji właściwości plik może już być wykorzystywany do wywołania WSJT-X. Priorytet, z którym jest wykonywany program można sprawdzić w menadżerze zadań wybierając w zakładce programów wsjtx, i wybraniu po naciśnięciu prawym klawiszem myszy w menu kontekstowym pozycji ustawienia priorytetu.

W zamieszczonych w tym rozdziale poradach wykorzystano oprócz oryginalnej instrukcji także informacje zawarte w książce „Work the world with JT65 and JT9” autorstwa Steve Forda WB8IMY wydanej przez wydawnictwo ARRL i w numerze 1/2016 miesięcznika „QST”.

Szczegóły techniczne

Protokół JT65

Emisja JT65 została opracowana dla potrzeb łączności przez odbicia od powierzchni Księżyca (EME) w pasmach UKF. Szczegółowe informacje o jego protokole i implementacji w programie WSJT zostały opublikowane w amerykańskim czasopiśmie QEX z września-października 2005, a w polskim tłumaczeniu w tomie czwartym „Biblioteki polskiego krótkofalowca” poświęconym technice słabych sygnałów. Ujmując rzecz w skrócie JT65 korzysta z minutowych odcinków nadawania i odbioru i posługuje się specjalnie sformatowanymi komunikatami. Standardowe komunikaty są skomprymowane w taki sposób, że do przekazania obydwu znaków korespondentów i lokatora wystarczy 71 bitów. Siedemdziesiąty drugi bit służy do sygnalizacji czy komunikat zawiera tekst dowolny (o długości 13 znaków alfanumerycznych) czy obydwa znaki ze standardowymi informacjami. Specjalne formaty komunikatów pozwalają na umieszczenie w nich znaków łamanych takich jak SP/OE1KDA i raportów liczbowych w dB zamiast lokatora. Głównym celem jest skomprymowanie podstawowych komunikatów wymaganych do uznania ważności QSO w minimalnej liczbie bitów. Po skomprymowaniu dodawane są dane korekcyjne w postaci kodu Reed-Solomona (63,12), a 72-bitowe komunikaty użytkowe są przekształcane na ciąg 63 sześciobitowych transmitowanych słów („symboli”).
JT65 wymaga ścisłej synchronizacji czasu i częstotliwości stacji nadawczej i odbiorczej. Transmisja komunikatu jest podzielona na 126 odcinków tonu ciągłego (słów, „symboli”) o długości 4096/11025 = 0,372 sek. W każdym z odcinków nadawana jest fala o stałej amplitudzie i jednej z ustalonych 65 częstotliwości. Zmiana częstotliwości następuje z zachowaniem ciągłości fazy. Połowa odcinków czasu wybranych pseudolosowo jest przeznaczona na transmisję sygnału synchronizacji, a w pozostałych jest nadawana właściwa informacja. Sygnał synchroniacji pozwala na skalibrowanie różnic czasu i częstotliwości między stacją nadawczą a odbiorczą. Transmisja rozpoczyna się typowo po upływie pierwszej sekundy od początku minuty i kończy się po upływie 47,8 sekundy.
Częstotliwość tonu synchronizacji wynosi 11025 x 472/4096 = 1270,46 Hz. Ton synchronizacji jest nadawany w odcinkach czasu odpowiadających jedynkom w poniższej sekwencji pseudolosowej.
1001100011111101010001011001000111001111011011110001101010110011
0101010010000000110000000110100101101010100110010010000111111111
Zakodowana informacja użytkowa jest transmitowana w pozostałych odcinkach czasu, nie uzywanych do transmisji tonu synchronizacji. Każdy z „symboli” (każde ze słów 6-bitowych) powoduje nadanie tonu o częstotliwości 11025 x 472/4096 + 11025/4096 x (N+2) x m, gdzie N jest wartością 6-bitowego słowa-symbolu, $0 \leq N \leq 63$ a m zależy od wariantu emisji JT65, wariantowi A odpowiada liczba 1, B – liczba 2, C – liczba 4. Na falach krótkich używany jest zawsze wariant JT65A.
W łącznościach EME, ale zgodnie z przyjętymi zasadami nie na falach krótkich stosowany jest czasami raport OOO zamiast raportów liczbowych. W trakcie jego transmisji następuje zamiana miejsc sygnału synchronizacji i danych użytkowych. Raporty RO, RRR i 73 obywają się wogóle bez sygnału synchronizacji i nadają naprzemian w odcinkach czasowych 16383/11025 = 1,486 sek. tony z par złożonych z tonu 1270,46 Hz i 11025/4096 = 26,92 Hz x m x n, gdzie m odpowiada wariantowi emisji jak powyżej, a n równa się 2, 3, 4 odpowiednio dla raportów RO, RRR i 73.

Protokół JT4

W emisji JT4 stosowane są komunikaty 72-bitowe o formacie niemal identycznej z występującym w JT65. Dane korekcyjne ECC (error control coding) są generowane w oparciu o kod konwolucyjny o długości K = 32 i stosunku r = 1/2 i są zakończone zerem. Całkowita długość komunikatu wynosi więc (72 + 21) x 2 = 206 bitów. Stosowana jest 4-tonowe kluczowanie częstotliwości i transmisja z szybkością 11025 / 2520 = 4,375 bodów. Każdy z symboli zawiera jeden bit danych (na pozycji najwyższej) i bit synchronizacji (na pozycji najniższej).
Pseudolosowy wektor synchronizacji stanowi następująca sekwencja bitów:
0000110001101100101000000011000000000000101101101011111101000
1001001111100010100011110110010001101010101011111010101101101
0111001011011110000110110001110111011100100011011001000111111
1001100001100010110111101 0

Protokół JT9

Emisja JT9 została opracowana dla potrzeb łączności na falach długich, średnich i krótkich i zapewnia przeprowadzenie minimalnych, uznawanych za ważne, QSO w tych zakresach.Stosowane są komunikaty 72-bitowe niemal identyczne (na poziomie użytkownika) ze stosowanymi w JT65. Dane korekcyjne ECC (ang. *error control coding*) są generowane w oparciu o kod konwolucyjny o długości K = 32 i stosunku r = 1/2 i są zakończone zerem. Całkowita długość komunikatu wynosi więc (72 + 21) x 2 = 206 bitów. Stosowane jest jest 9-tonowe kluczowanie częstotliwości 9-FSK, przy czym 8 tonów jest użytych do transmisji danych a jeden – do synchronizacji. Szesnaście odcinków czasowych (symboli) jest przeznaczonych dla synchronizacji, a całkowita transmisja składa się z 206/3 + 16 = 85 (po zaokrągleniu w górę) symboli czyli odcinków czasowych. Synchronizacja jest nadawana w odcinkach o numerach 1, 2, 5, 10, 16, 23, 33. 35, 51, 52, 55, 60, 66, 73, 83 i 85. Czas trwania każdego z symboli odpowiada czasowi trwania 6912 próbek przy częstotliwości próbkowania 12000 Hz, czyli około 0,576 sek. Odstęp tonów dla kluczowania 9-FSK wynosi 12000/6912 = 1,736 Hz co jest odwrotnością czasu trwania symbolu. Całkowita szerokość zajmowanego pasma wynosi 9 x 1,736 = 15,6 Hz.

Podsumowanie

W tabeli 14.1 podane są odstępy częstotliwości poszczególnych tonów, szerokości pasma zajmowane przez sygnały i orientacyjne progi dekodowania dla emisji występujących w obecnej wersji WSJT-X.

Tabela 14.1. Podstawowe parametry emisji dostępnych w WSJT-X

Wariant emisji	Odstęp częstotliwości tonów [Hz]	Pasmo [Hz]	Próg sygn./szum [dB]
JT4A	4,375	17,5	-23
JT4B	8,75	35,0	-22
JT4C	17,5	70,0	-21
JT4D	39,375	157,5	-20
JT4E	78,75	315,0	-19
JT4F	157,5	630,0	-18
JT4G	315,0	1260,0	-17
JT9	1,7361	15,625	-27
JT65A	2,6917	177,6	-25
JT65B	5,3833	355,3	-24
JT65C	10,767	710,6	-23

Transmisje we wszystkich trzech grupach emisji nają w przybliżeniu taki sam czas trwania i zawsze zawierają 72 bity danych użytkowych. Struktura komunikatów jest w przybliżeniu identyczna na poziomie użytkownika.
Raporty JT4 i JT65 leżą w zakresie -1 – -30 dB co w pełni odpowiada wymogom łączności EME ale nie – warunkom panującym w pasmach KF. Wartości stosunku sygnału do szumu dla JT4 i JT65 są ograniczone od góry na poziomie -1 dB i skala ta jest nieliniowa powyżej -10 dB.

JT9 natomiast dopuszcza zakres raportów -50 dB – +49 dB co wymagało usunięcia z komunikatów lokatorów wycinka powierzchni ziemi w odległości 1 stopnia wokół bieguna południowego. Skala raportów jest zasadniczo liniowa ale nie można uważać jej za precyzyjne narzędzie pomiarowe.

Pasmo zajmowane przez sygnały JT9 jest w przybliżeniu o rząd wielkości węższe niż zajmowane przez JT65A. W zatłoczonych pasmach krótkofalowych wycinek 2 kHz przewidzany dla emisji JT65A jest często zatłoczony zachodzącymi na siebie sygnałami. Emisja JT9 pozwoliłaby na zmieszczenie w nim pod 10-krotnie więcej stacji bez wzajemnych kolizji.

Transmisja

Tuż przed rozpoczęciem nadawania WSJT-X koduje komunikat i oblicza sekwencję tonów do nadania. Przebieg sygnału modulującego m.cz. jest obliczany na bieżąco w oparciu o próbki 16-bitowe podawane z częstotliwością 48000 Hz. Sygnały wyjściowe mają stałą amplitudę i zachowują ciągłość fazy bez przeskoków, gwizdów i trzasków. Sygnał nie stawia wysokich wymagań odnośnie liniowości wzmacniaczy mocy radiostacji.

Odbiór

Tor odbiorczy WSJT-X otrzymuje 16-bitowe próbki sygnału z podsystemu dźwiękowego z częstotliwością 48 kHz i selekcjonuje je tak, że wyjściowa cżęstotliwość wynosi 12 kHz. Widma zachodzących na siebie segmentów są obliczane dla wyświetlenia ich na wskaźniku wodospadowym i są zapisywane dla potrzeb dekodera w odstępach czasu 3456/12000 = 0,288 sekundy równym połowie czasu trwania symbolu.

Dekodowanie

Na zakończenie cyklu odbioru czyli po upływie około 50 sekund od początku minuty zebrane próbki zespolone są przekazywane do dekodera. W emisjach JT9 i JT65 dekodowanie jest podzielone na dwie fazy. W pierwszej z nich dekodowane są sygnały znajdujące się w wąskim paśmie wokół ustalonej częstotliwości QSO a w drugiej w pełnym zakresie ograniczonym częstotliwościami **fmin** i **fmax**. Każda z faz składa się z szeregu kolejnych kroków specyficznych dla poszczególnych emisji. Dla kombinacji JT9+JT65 komputery wielordzeniowe dokonują dekodowania równolegle.
Dla osób zainteresowanych dokładniejszym zapoznaniem się z kodem źródłowym programu, być może z myślą o przyszłych usprawnieniach, kolejne kroki dla emisji JT9 opisane są w postaci tabelarycznej i noszą nazwy wykonujących je procedur. Algorytm został dokładnie opisany w QEX z roku 2005. Artykuł ten jest dostępny w witrynie K1JT (*http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf*).

sync9:	W oparciu o symbole synchronizacji poszukuje możliwych sygnałów JT9 w podanym paśmie częstotliwości.

Na częstotliwości każdego z potencjalnych sygnałów JT9 wykonywane są:

downsam9:	miksowanie, filtrowanie i redukcja próbek do 16 zespolonych próbek na symbol.
peakdt9:	Synchronizacja czasowa początku sekwencji JT9 w oparciu o symbole synchronizacji.
afc9:	Pomiar odchyłki częstotliwości i jej ewentualnego dryfu.
twkfreq:	Kompensacja odchyłki częstotliwości i jej dryfu.
symspec2:	Obliczenie widm o ośmiu przedziałach dla każdego z 69 symboli informacyjnych w oparciu o dane zasynchronizowane czasowo i częstotliwościowo; przetworzenie danych na 206 pojedyńczych płynnych (jeszcze nie całkiem ustalonych) bitów.
interleave9:	Usunięcie bitowego przeplotu symboli wprowadzonych po stronie nadawczej.
decode9:	Zdekodowanie 72-bitowego komunikatu użytkowego za pomocą sekwencyjnego algorytmu „Fano” dla kodów splotowych.
unpackmsg:	Rozpakowanie 72-bitowego skomprymowanego komunikatu do postaci czytelnej dla człowieka.

Jakość dekodowania sygnałów JT9 zaczyna się pogarszać na poziomie stosunku sygnał/szum -25 dB i stopa błędów dochodzi do 50% przy stosunku -26 dB.
Trzeba pamiętać, że w sytuacjach granicznych czas dekodowania przez algorytm sekwencyjny „Fano” rośnie wykładniczo. W sytuacji gdy w pierwszym kroku zostanie znalezionych wiele sygnałów na poziomie granicy dekodowania pętla dekodująca może trwać bardzo długo. Z tego powodu procedura

decode9 posiada ograniczenie czasu pracy. Po jego upływie wyświetlany jest meldunek informujący o niemożności zdekodowania danych. W menu dekodowania („**Decode**” | „**Fast** / **Normal** / **Deepest**”) wybierane jest jedno z trzech ograniczeń czasowych.
Dekodowanie JT4 i WSPR przebiega zasadniczo podobnie jak dla JT9. Używany jest ten sam algorytm sekwencyjny „Fano” o parametrach K = 32 i r = 1/2. Różnice pomiędzy wszystkimi tymi emisjami dotyczą liczby tonów, ich odstępów, długości symboli, sposobu synchronizacji i nazw podprogramów. Również WSPR korzysta obecnie z dekodera dwufazowego. Zdekodowane sygnały są rekonstruowane i odejmowane od sygnału odebranego po czym rozpoczyna się druga faza dekodowania.

Programy narzędziowe

Archiwum WSJT-X zawiera pomocnicze progamy narzędziowe. Jednym z nich jest *rigctl-wsjtx[.exe]* służący do nadawania do radiostacji poleceń CAT wpisywanych w wierszu poleceń lub pochodzacych z pliku wsadowego lub skryptu shella. Program *rigctld-wsjtx[.exe]* pozwala innym kompatybilnym programom na wspólne korzystanie ze złącza CAT. Oba programy zawierają najnowsze wersje sterowników Hamlib, identyczne zresztą ze stosowanymi przez WSJT-X.
Dalsze programy *jt4code*, *jt9code* i *jt65code* umożliwiają konwersję meldunków tekstowych czyli widocznych z poziomu użytkownika na symbole lub numery tonów i z powrotem. Mogą one przydać się przykładowo konstruktorom radiolatarni pracujących tymi emisjami, osobom pragnącym dokładniej zapoznać się ze strukturą komunikatów lub z działaniem kodów korekcyjnych.
Rozpatrzmy przykladowo pracę kodera *jt4code*. Sygnał JT4 zawiera cztery tony o numerach 0 – 3, cały komunikat składa się z 24 bitów. W celu przetworzenia komunikatu należy wywołać program jt4code podając jako argument komunikat zawarty w cudzysłowie.
Pod systemem Windows może to wyglądać jak w poniższym przykładzie:

```
C:\WSJTX> jt4code "G0XYZ K1ABC FN42"
     Message                  Decoded                 Err? Type
-----------------------------------------------------------------
 1.  G0XYZ K1ABC FN42         G0XYZ K1ABC FN42            1: Std Msg
Channel symbols
 2 0 0 1 3 2 0 2 3 1 0 3 3 2 2 1 2 1 0 0 0 2 0 0 2 1 1 2 0 0
 2 0 2 0 2 0 2 0 2 3 0 3 1 0 3 1 0 3 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 2 3
 2 2 3 0 2 1 3 3 3 3 2 0 2 1 2 3 0 0 2 3 1 1 1 0 3 1 2 0 3 2
 0 2 3 3 0 1 2 1 2 1 0 1 0 1 1 1 1 3 0 3 0 3 2 3 3 0 3 0 1 0
 3 3 3 0 0 3 2 1 3 2 3 1 3 3 2 2 0 2 3 3 2 1 1 0 2 2 3 3 1 2
 3 1 1 2 1 1 1 0 2 1 2 0 2 3 1 2 3 1 2 2 1 2 0 0 3 3 1 1 1 1
 2 0 3 3 0 2 2 2 3 3 0 0 0 1 2 3 3 2 1 1 1 3 2 3 0 3
```

W emisji JT9 tony są numerowane od 0 do 8, przy czym 0 oznacza ton synchronizacji. Zakodowany komunikat zawiera 85 symboli. Podobnie jak w poprzednim przykładzie należy wywołać program podając jako argument komunikat w cudzysłowie:

```
C:\WSJTX> jt9code "G0XYZ K1ABC FN42"
     Message                  Decoded                 Err? Type
-----------------------------------------------------------------
 1.  G0XYZ K1ABC FN42         G0XYZ K1ABC FN42            1: Std Msg
Channel symbols
 0 0 7 3 0 3 2 5 4 0 1 7 7 7 8 0 4 8 8 2 2 1 0 1 1 3 5 4 5 6
 8 7 0 6 0 1 8 3 3 7 8 1 1 2 4 5 8 1 5 2 0 0 8 6 0 5 8 5 1 0
 5 8 7 7 2 0 4 6 6 6 7 6 0 1 8 8 5 7 2 5 1 5 0 4 0
```

Program jt65code wyświetla w odpowiedzi tylko symbole zawierające informacje Wartości tych symboli przyjmują wartości leżące w zakresie 0 – 63. Sygnały synchronizacji leżą o dwa odstępy częstotliwości poniżej tonu 0 dla danych a ich ułożenie czasowe jest opisane w specyfikacji protokółu.

Przykład wywołania kodera JT65 podano poniżej. Program wyświetla skomprymowane komunikaty 72-bitowe. Widocznych jest tutaj najpierw 12 sześciobitowych symboli, a nastepnie symbole transmitowane w kanale łączności.

```
C:\WSJTX> jt65code "G0XYZ K1ABC FN42"
     Message                 Decoded                Err? Type
-----------------------------------------------------------------------
 1.  G0XYZ K1ABC FN42        G0XYZ K1ABC FN42            1:    Std Msg
Packed message, 6-bit symbols  61 36 45 30  3 55  3  2 14  5 33 40
Information-carrying channel symbols
   56 40  8 40 51 47 50 34 44 53 22 53 28 31 13 60 46  2 14 58 43
   41 58 35  8 35  3 24  1 21 41 43  0 25 54  9 41 54  7 25 21  9
   62 59  7 43 31 21 57 13 59 41 17 49 19 54 21 39 33 42 18  2 60
```

Dla zapoznania się z możliwościami korekcji przekłamań w JT9 i JT65 można porównać wyświetlane dane po zmianie jednego znaku w komunikacie, przykładowo po zmianie lokatora z FN42 na FN43 w komunikacie JT65.

```
C:\Users\joe\wsjt\wsjtx_install>jt65code "G0XYZ K1ABC FN43"
     Message                 Decoded                Err? Type
-----------------------------------------------------------------------
 1.  G0XYZ K1ABC FN43        G0XYZ K1ABC FN43            1:    Std Msg
Packed message, 6-bit symbols  61 36 45 30  3 55  3  2 14  5 33 41
Information-carrying channel symbols
   25 35 47  8 13  9 61 40 44  9 51  6  8 40 38 34  8  2 21 23 30
   51 32 56 39 35  3 50 48 30  8  5 40 18 54  9 24 30 26 61 23 11
    3 59  7  7 39  1 25 24  4 50 17 49 52 19 34  7  4 34 61  2 61
```

Można zauważyć, że każdy z możliwych komunikatów JT65 różni się od pozostałych możliwych w co najmniej 52 z 63 symboli transmitowanych w kanale łączności.

Autor dziękuje wszystkim użytkownikom, którzy przez swoje rady i sugestie wnieśli wkład w rozwój i udoskonalanie kolejnych wersji programów. Począwszy od roku 2005 całość (na którą składają się WSJT, MAP65, WSPR i WSJT-X) jest projektem otwartym (ang. *open source*), którego kod źródłowy jest dostępny publicznie na zasadach licencji GNU (GPL). Odnośnie WSPR-X autor pragnie szczególnie podziękować za ostatni wkład PY2SDR, VK4BDJ, AC6SL i AF5X, a WSJTßX – AC6SL, AE4JY, DJ0OT, G4KLA, G4WJS, K3WYC, K9AN, KA6MAL, KA9Q, KB1ZMX, KD6EKQ, KI7MT, KK1D, ND0B, PY2SDR, VK3ACF, VK4BDJ, W4TI, W4TV, and W9MDB.
Oprogramowanie WSJT-X jest ogólnie dostępne na zasadach licencji GNU ale autor nie przyjmuje na siebie żadnej odpowiedzialności związanej z możliwością wykorzystania programu do konkretnych celów.
Programiści zajmujący się dalszym udoskonalaniem WSJT-X są osiągalni przez listę adresową: *wsjt-devel@lists.sourceforge.net.*

Instrukcja do programu WSPR-X

autorstwa Joe Taylora, K1JT

Wstęp

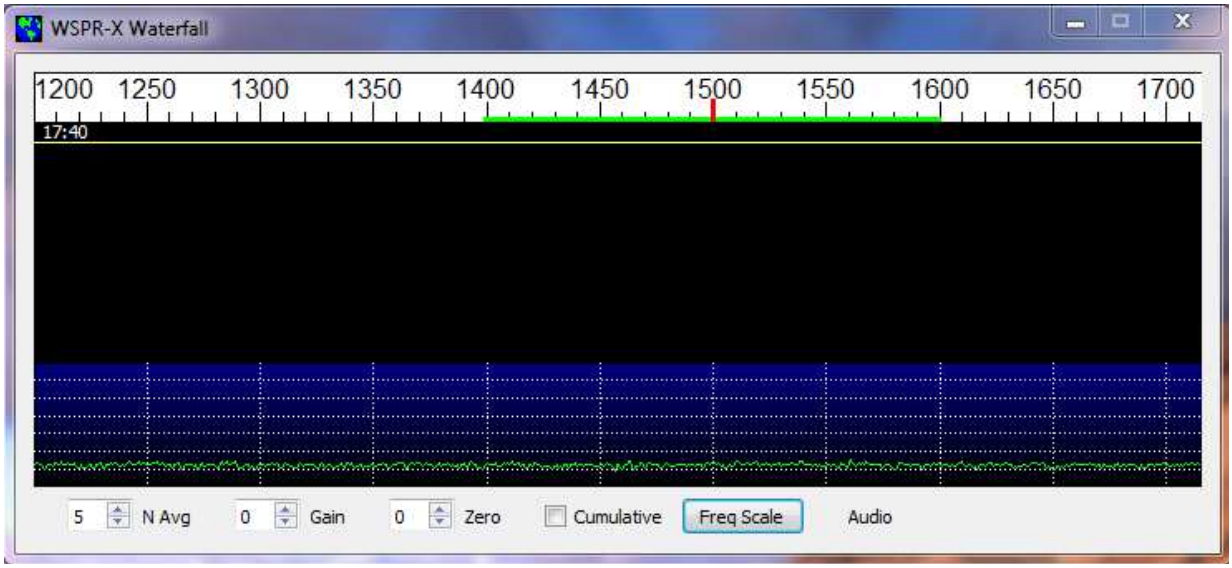
WSPR-X (WSPR-15) jest eksperymentalną wersją WSPR dającą możliwość pracy w cyklach 15-minutowych. Odmiana ta charakteryzuje się zwiększoną o 9 dB czułością w stosunku do klasycznej o cyklach 2-minutowych. Wersja 0.7 programu nie posiada wejścia kwadraturowego I/Q i z tego powodu nie może bezpośrednio współpracować z odbiornikami programowalnymi i nie pozwala też na automatyczną zmianę pasma pracy. Ma ona wyłącznie ułatwić zapoznanie się z pracą w trybie WSPR-15 przeznaczonym do wykorzystania w amatorskich pasmach fal długich (2200 m) i średnich (np. 630 m). Autor instrukcji zakłada, że czytelnik jest obeznany z pracą emisją WSPR, zasadami jej działania i obsługą programów i dlatego porusza jedynie najważniejsze sprawy związane z wyjściem w eter emisją WSPR-15.
Tłumaczenie instrukcji obsługi WSPR zawiera tom 2 „Techniki słabych sygnałów” czyli czwarty z serii „Biblioteka polskiego krótkofalowca”.

Instalacja

Sposób instalacji jest identyczny jak dla WSPR i wielu innych programów. Sugerowanym katalogiem instalacyjnym jest *c:\wsprx* ale zasadniczo wybór należy do użytkownika.

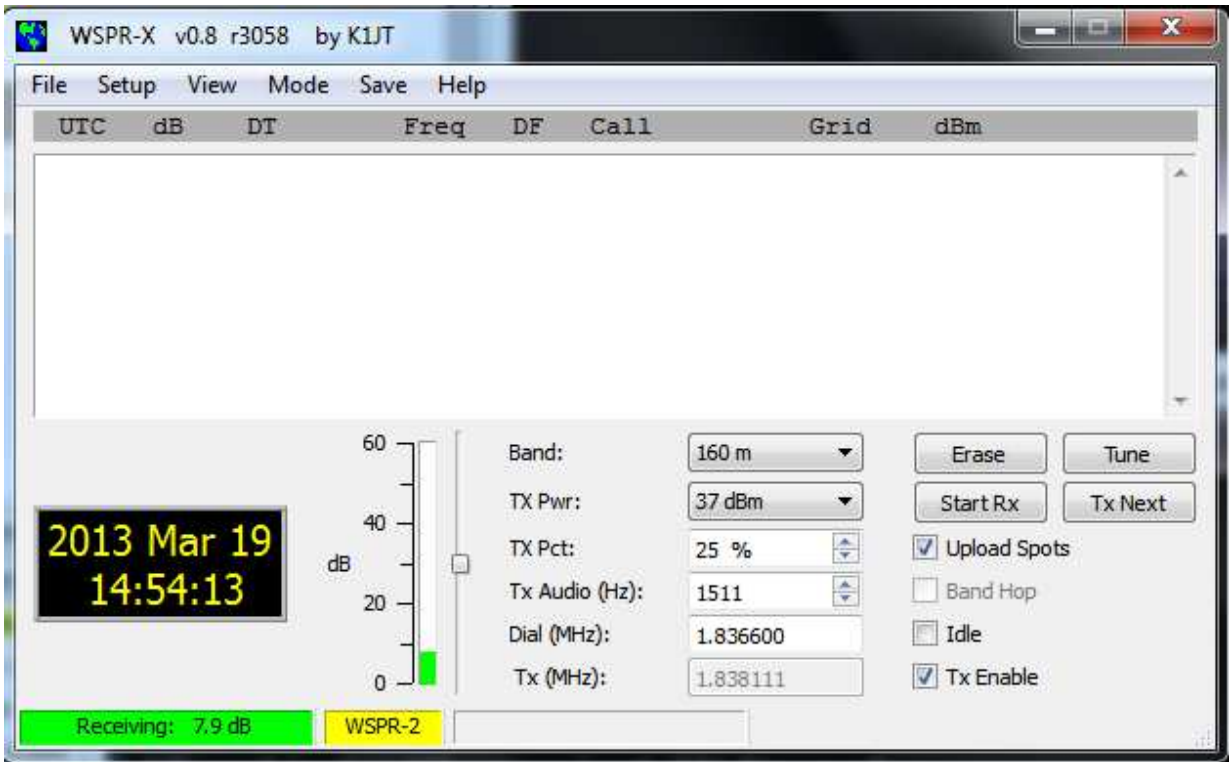
Obsługa programu

Po pierwszym uruchomieniu na ekranie widoczne są dwa okna. Pierwsze z nich, przeważnie górne zawiera obszar wodospadowy i obszar widma odbieranych sygnałów. Wyświetlany jest w nim podzakres częstotliwości WSPR.

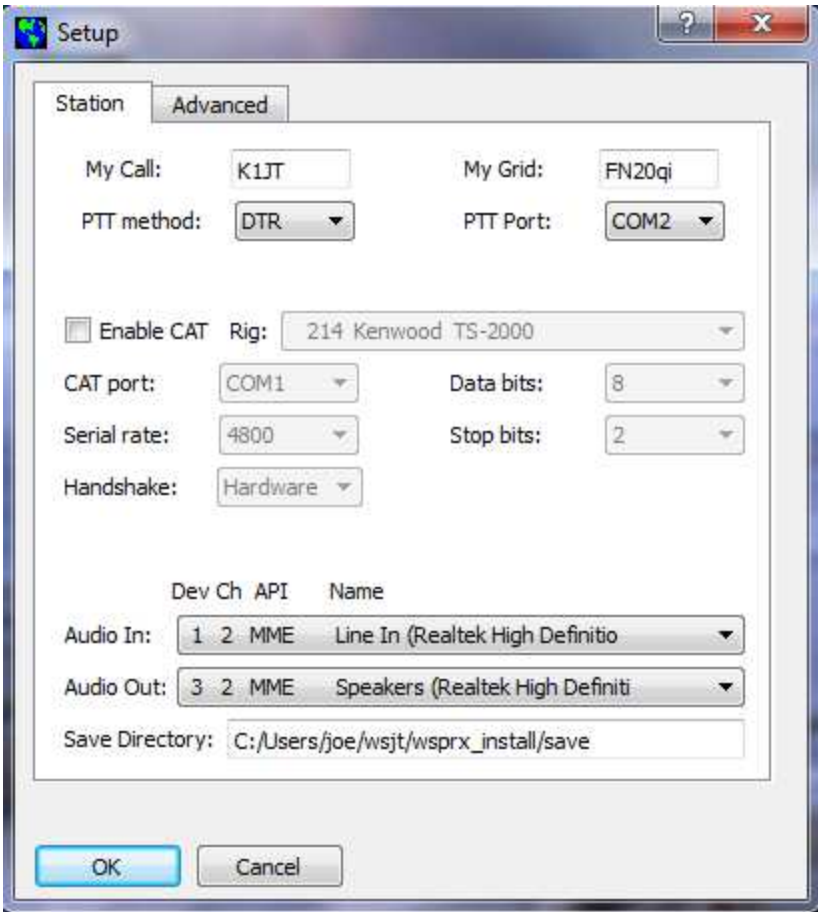


Rys. 3.1. Wskaźnik wodospadowy WSPR-X

Drugie z okien zawiera zdekodowaną treść komunikatów WSPR i najważniejsze elementy obsługi programu. Rozmiary okien mogą być w pewnych granicach zmieniane przez operatora.

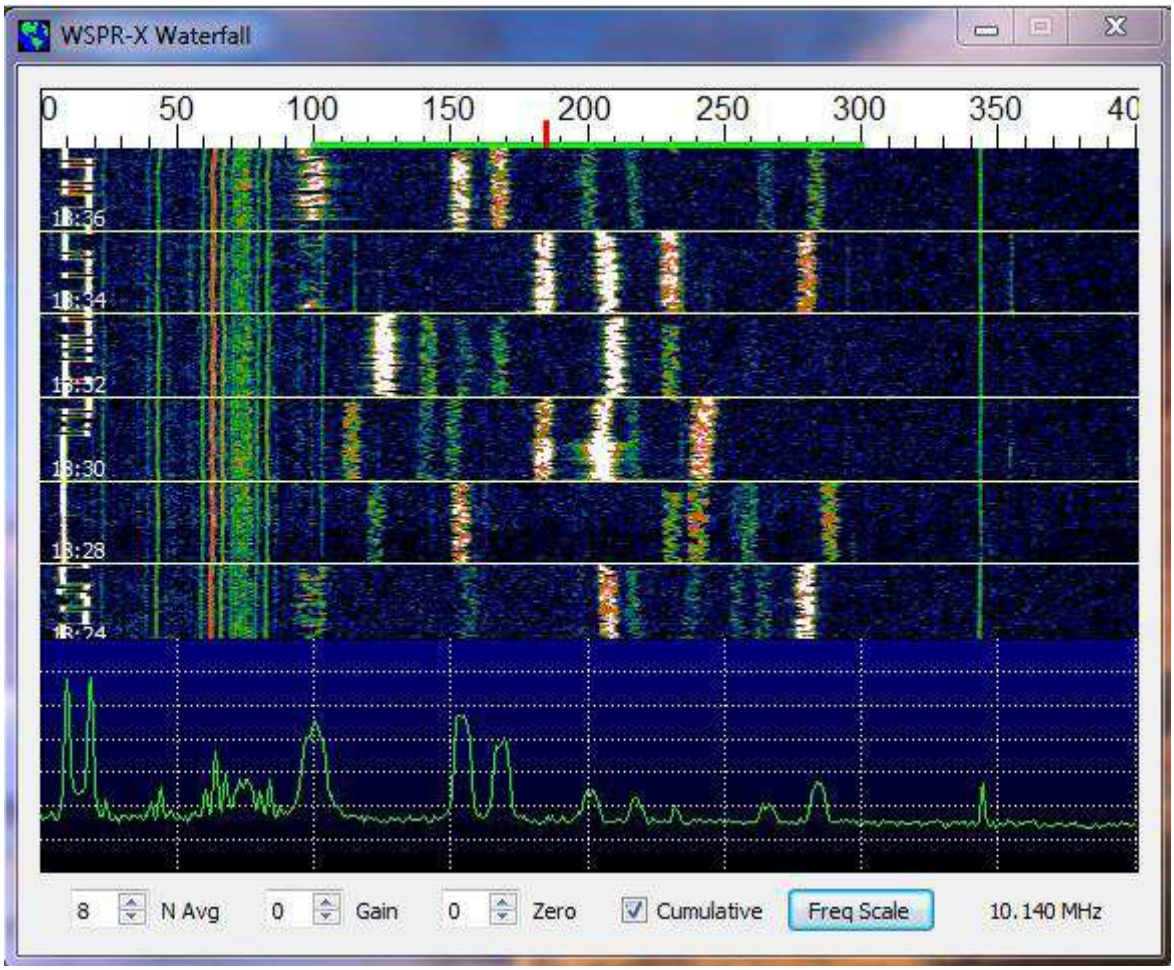


Rys. 3.2. Okno główne WSPR-X



Klawisz funkcyjny F2 powoduje otwarcie okna konfiguracji – rys. 3.3 – (odpowiada to menu „**Setup | Options**” („Konfiguracja | Ustawienia”). W oknie tym wprowadzany jest znak wywoławczy, lokator stacji oraz dokonywany jest wybór złącza COM przeznaczonego do kluczowania nadajnika (PTT) i używanego przez program podsystemu dźwiękowego (pola „**Audio in**” i „**Audio out**” – odpowiednio dla kanałów wejściowego i wyjściowego m.cz.). W przypadku korzystania ze sterowania radiostacją (zaznaczone pole „**Enable CAT**”) przez komputer należy wybrać w polu „**Rig**” model radiostacji, wybrać używane do tego celu złącze szeregowe („**CAT port**”), szybkość transmisji („**Serial rate**”), sposób synchronizacji transmisji (pole „**Handshake**”) oraz format danych (pola „**Data bits**” i „**Stop bits**”). Parametry komunikacji z radiostacją muszą być zgodne z podanymi w jej instrukcji obsługi.
Przycisk „**OK**” służy jak zwykle do potwierdzenia wprowadzonych danych i zamknięcia okna.

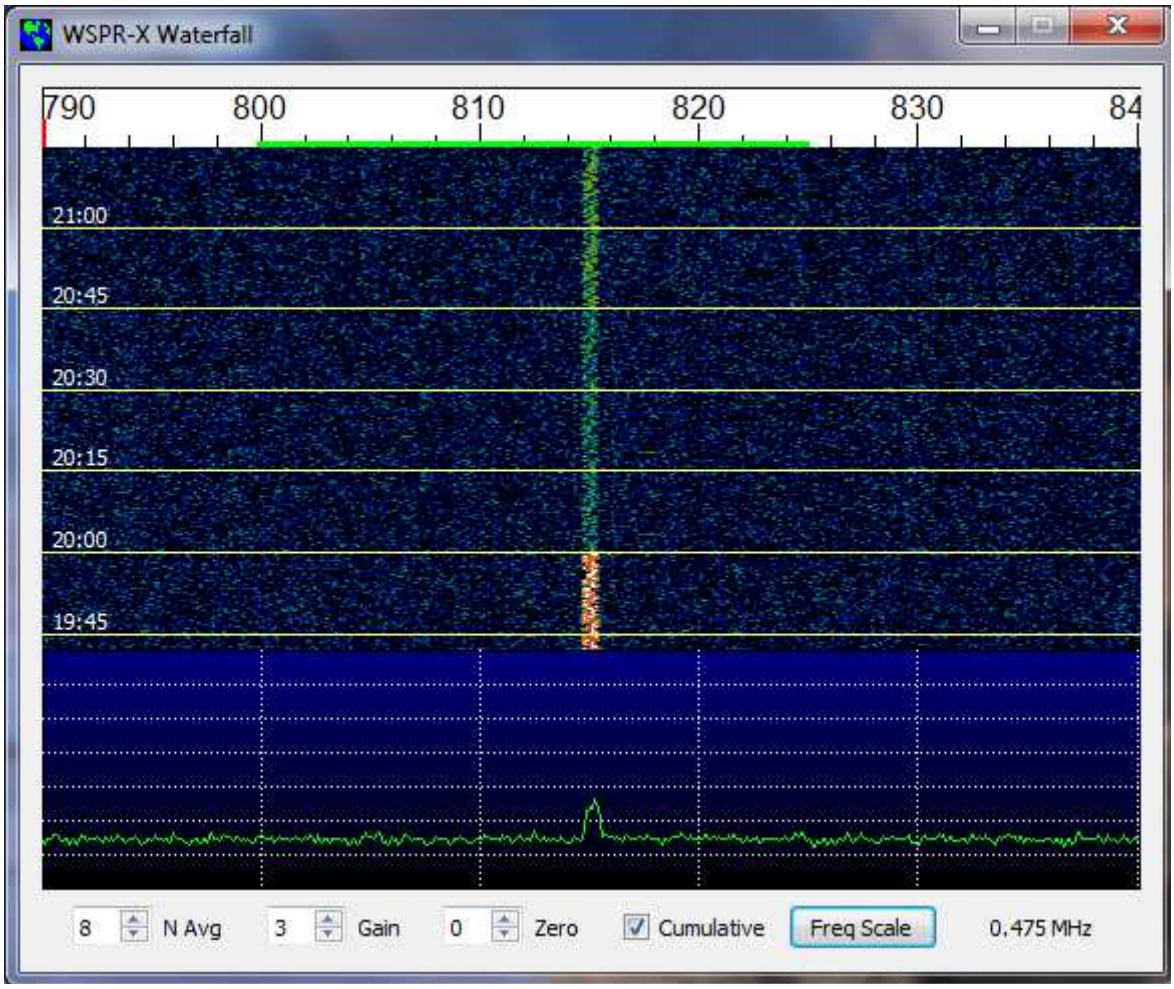
Po dokonaniu konfiguracji, a przed wyjściem w eter należy w dolnej środkowej części okna głównego w polu „**Band**" ("Pasmo") wybrać z rozwijanej listy pasmo pracy. Dla niestandardowych częstotliwości pracy należy w polu „**Dial (MHz)**" wpisać częstotliwość wytłumionej nośnej SSB – czestotliwość wskazywaną również na skali radiostacji. Standardowo pasmo dla pracy WSPR-2 na szerokość 200 Hz i leży pomiędzy 1400 i 1600 Hz powyżej wytłumionej nośnej SSB. W oknie wskaźnika wodospadowego podzakres ten jest zaznaczony zielonym kolorem na skali częstotliwości.
Częstotliwość nadawania można wybrać w dwojaki sposób: albo przez dwukrotne naciśnięcie jej myszą w polu wodospadu – jest ona wówczas automatycznie wpisywana do pól „**Tx (MHz)**" i „**Tx Audio (Hz)**"w oknie głównym albo też przez jej bezpośrednie wpisanie do tego ostatniego pola albo też przez ustawienie jej tam strzałkami. Częstotliwość nadawania jest zaznaczona czerwoną kreską na skali w oknie wodospadu.
Następnymi wymagającymi ustawienia parametrami są: moc nadajnika (w rozwijanej liście „**Tx Pwr**") i procent czasu transmisji w cyklu (pole „**Tx Pct**"). Pole „**Idle**" służy do zatrzymania pracy programu np. na czas zmiany ustawień albo przestrajania nadajnika a „**Tx Enable**" – do włączenia nadawania. Zaznaczenie pola „**Upload spots**" („Ładuj odebrane dane") powoduje ładowanie informacji na serwer **WSPRnet.org**.
Ilustracja 3.4 przedstawia przykład odbioru stacji WSPR-2. Linie poziome na wskaźniku wodospadowym odpowiadają czasom nadawania.



Rys. 3.4. Odebrane sygnały WSPR-2 na wskaźniku widma WSPR-X

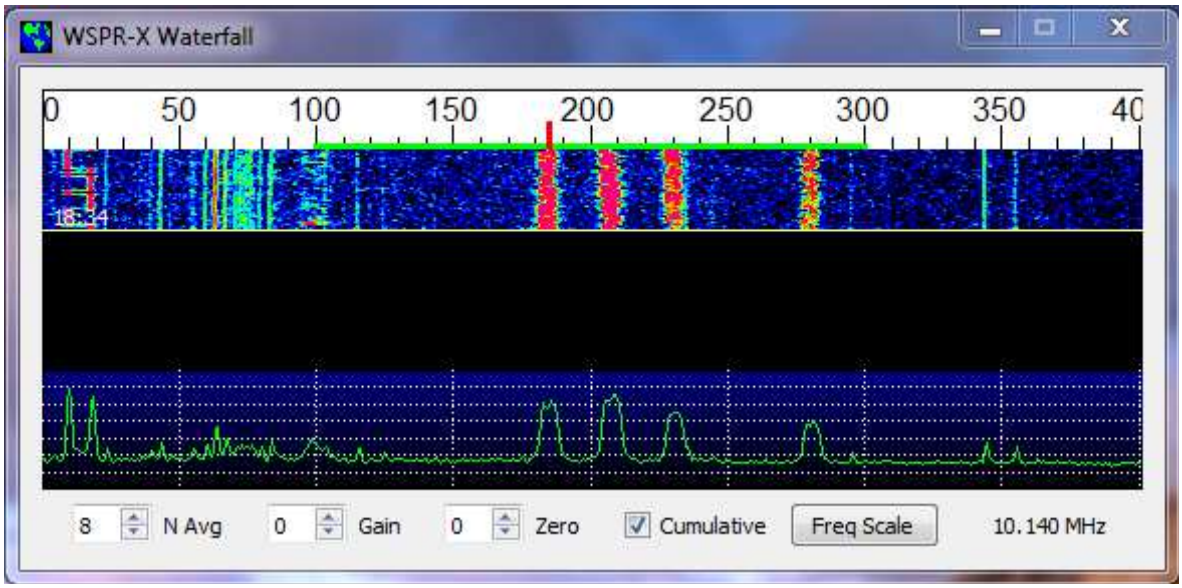
Tryb pracy (WSPR-2, WSPR-15) jest wybierany w menu „**Mode**" („Tryb") w oknie głównym programu. Podzakresy zalecane do pracy emisją WSPR-15 mają szerokość 25 Hz i leżą przeważnie powyżej 200 Hz wycinka dla emisji WSPR-2 a więc w skali m.cz. pomiędzy 1600 i 1625 Hz. Cykle nadawania i odbioru zaczynają się zawsze o godz. xx.00, xx.15, xx.30 i xx.45 czyli na początku każdego pełnego kwadransa.

Następna ilustracja (3.5) przedstawia odbiór sygnału WSPR-15 w odcinkach rozpoczynających się o 19.30 i 19.45 (poziom -35 dB) i następujących po tym, jeszcze wciąż dekodowalnych, sygnałów na poziomie -37 dB.



Rys. 3.5. Odebrane sygnały WSPR-15 na wskaźniku wodospadowym programu

Archiwum programu WSPR-X zawiera dwa pliki dźwiękowe, które mogą być pomocne w trakcie uruchamiania i konfiguracji programu. Do ich otwarcia należy skorzystać z menu „**File | Open**" („Plik | Otwórz") przejść do katalogu „...*save**samples*" i wybrać zawarty tam plik *130107_1834.wav*.
Po zdekodowaniu jego zawartości przez program otrzymuje się następujący obraz na ekranie:



Rys. 3.6. Sygnały zarejestrowane w przykładowym pliku dźwiękowym

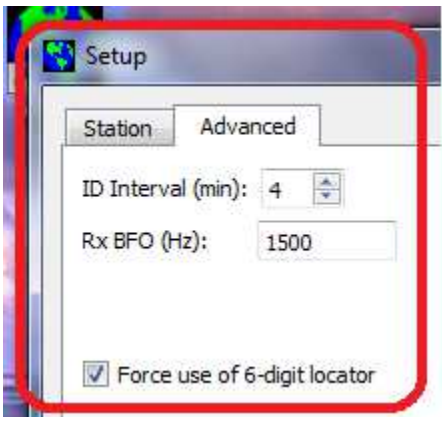
a w oknie głównym nastepujące zdekodowane komunikaty:

UTC	dB	DT	Freq	Drift	
1834	-4	-1.5	0.001484	0	W1FVB FN44 17
1834	-2	-1.4	0.001507	-1	VE3PKT FN03 23
1834	-7	0.1	0.001530	0	AK4T EM74 33
1834	-11	-1.2	0.001580	0	N8ABY EN72 33

Rys. 3.7. Zdekodowane komunikaty z zarejestrowanego pliku

Można także wybrać skomprymowany plik *130107_1834.c2* o identycznej zawartości. Plik *wav* zawiera 16-bitowe próbki sygnału dla częstotliwości próbkowania 12000 Hz natomiast plik *c2* – zespolone 32-bitowe zmiennoprzecinkowe próbki o częstotliwości próbkowania 375 Hz i ma objętość wynoszącą 1/8 objętości pliku *wav*. W trakcie jego otwarzania w oknie głównym wyświetlane są te same komunikaty ale nie wyświetlane są sygnały w oknie wodospadu.

Zakładka rozszerzonej konfiguracji w oknie konfiguracyjnym zawiera kilka dodatkowych parametrów pracy stacji.



W polu „**ID interval**” podawany jest odstęp czasu między telegraficznymi transmisjami znaku stacji (wartość 0 oznacza wyłączenie transmisji).
W polu „**Rx BFO (Hz)**” podawana jest częstotliwość BFO czyli odstęp środka podzakresu WSPR od (wytłumionej) nośnej w.cz. Standardowo przyjmowany jest odstęp 1500 Hz ale w zależności od ustawień sprzętu konieczne może być jej skorygowanie w programie.
Zaznaczenie pola „**Force use of 6-digit locator**” powoduje podawanie w komunikatach lokatora sześcio- zamiast standardowego czteropozycyjnego.

Rys. 3.8. Zakładka rozszerzonej konfiguracji

Uzupełnienie instrukcji do programu WSPR

dla wersji 2.1 do 3.0

Wstęp

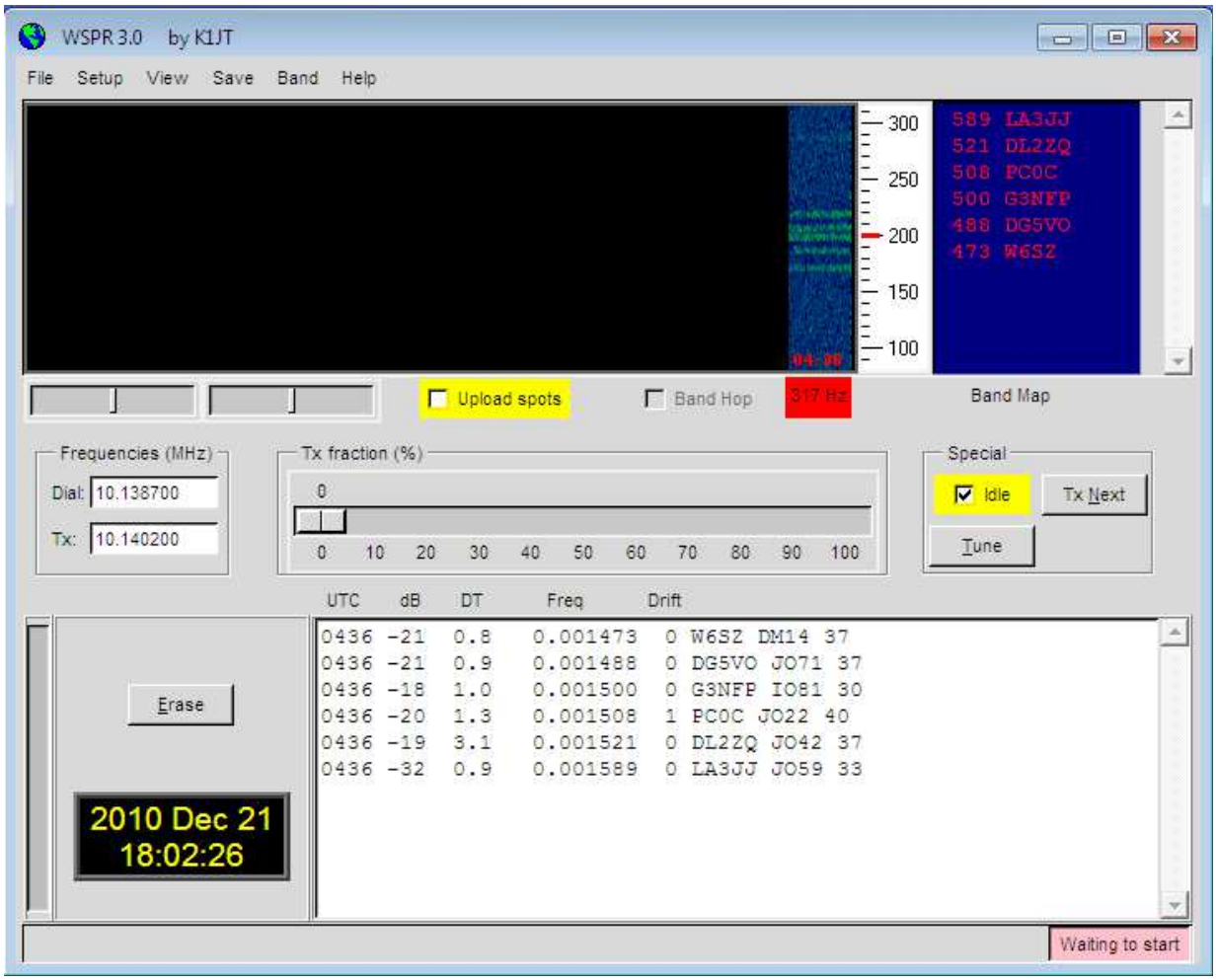
Pełna instrukcja obsługi WSPR do wersji 2.0 włącznie znajduje się w tomie 2 „Techniki słabych sygnałów” czyli czwartym z serii „Biblioteka polskiego krótkofalowca”. Niniejszy opis zawiera jedynie jej uzupełnienia dla wersji od 2.1 do 3.0.
Począwszy od wersji 2.1 WSPR może współpracować z odbiornikami lub radiostacjami programowalnymi (z odbiornikami lub radiostacjami z cyfrową obróbką sygnałów – ang. SDR).
Po włączeniu kwadraturowego trybu pracy (trybu pracy I/Q) program korzysta z dwóch kanałów dźwiękowych – lewego i prawego – próbkowanych z częstotliwością 48 kHz zarówno dla nadawania jak i dla odbioru.
Układ kluczowania nadajnika jest podłączony do złącza USB komputera. Zbędne jest korzystanie z programów nadawczo-odbiorczych takich jak Rocky, PowerSDR czy podobnych jak również z VAC (*Virtual Audio Cable*) pośredniczącego zwykle między programem obsługi sprzętu a terminalem dla emisji cyfrowych.
Program można skonfigurować tak, aby pracował on na różnych (wybranych przez operatora) pasmach amatorskich zamiast tylko na jednym jak w wersjach poprzednich.

Instalacja

Archiwum instalacyjne programu znajduje się w witrynie autora K1JT pod adresem *http://www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/*. Sposób instalacji jest identyczny jak w przypadku wersji poprzednich i wielu innych programów instalowanych w środowisku Windows. W zależności od potrzeb można nowszą wersję zainstalować równolegle do starszej – oczywiście w innym dowolnym katalogu. W środowiskach Visty, Windows 7 i Windows 8 dla zainstalowania programu w domyślnie do tego celu używanym katalogu „*c:\Program Files*” konieczne jest posiadanie uprawnień administratora i wywołanie programu instalującego także z tymi uprawnieniami. Można jednak zainstalować WSPR zupełnie gdzie indziej (np. pod *c:\wspr*) i uniknąć takich kłopotów.

Dodatkowe funkcje

W oknie głównym programu począwszy od wersji 2.11 występuje dodatkowy przycisk ekranowy „**Tx Next**” („Następny cykl – nadawczy”). Jego naciśnięcie powoduje, że program przejdzie na nadawanie w następnym 2-minutowym odcinku czasu niezależnie od ustawionego prawdopodobieństwa i od wyników losowania.
Po prawej stronie okna zamiast pola informującego o poziomie sygnału doprowadzonego z odbiornika i zmieniającego kolor na czerwony dla zbyt wysokich poziomów w wersji 3.0 występuje pionowy paskowy wskaźnik poziomu.
Poniżej wskaźnika wodospadowego a raczej kurtynowego począwszy od wersji 2.21 znajduje się także pole „**Band Hop**” służące do włączenia funkcji automatycznej zmiany pasma.



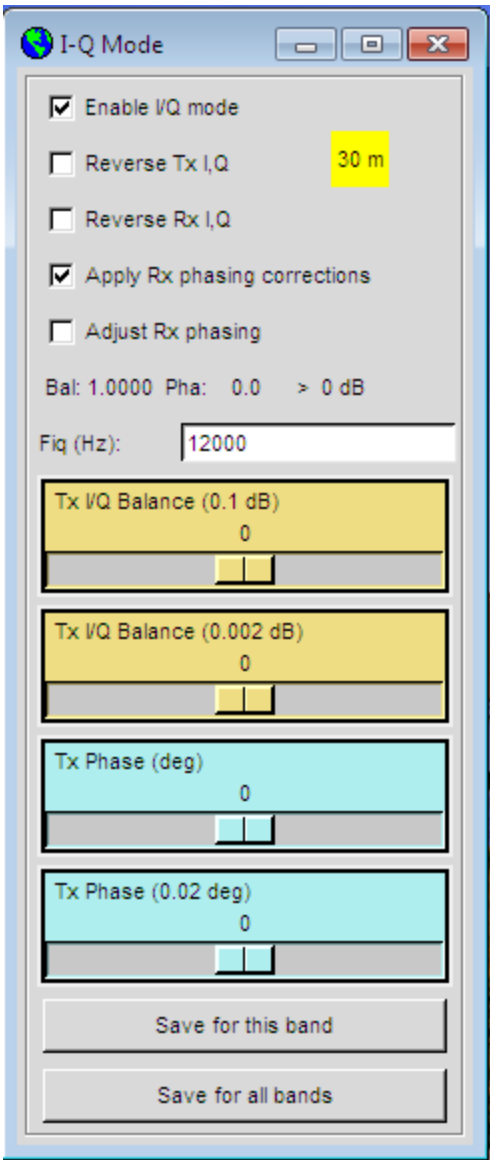
Rys. 4.1. Okno główne WSPR 3.0

Konfiguracja dla trybu kwadraturowego

Po zainstalowaniu programu i skonfigurowaniu jego podstawowych parametrów tak, jak to opisano w pełnej instrukcji należy w oknie „**Setup | Station Parameter**” („Konfiguracja | Parametry stacji”) – rys. 4.2, okno konfiguracyjne dla wersji 3.0 –wybrać:

- w polu „**PTT method**” ("Sposób kluczowania nadajnika”) – „CAT”,
- w polu typu sprzętu „**Rig number**” – „901 SoftRock RxTx Ensemble” albo „2509”.

Następnie w oknie „**Setup | IQ mode**” („Konfiguracja”) należy zaznaczyć pole „**Enable I/Q mode**” („Włącz tryb I/Q”).



W zależności od sposobu podłączenia sprzętu może być konieczne zaznaczenie pól „**Reverse Rx I,Q**” albo „**Reverse Tx I,Q**” lub też nie. Ich zaznaczenie oznacza odwrotne przyporządkowanie sygnałów I i Q do wejść komputera.

Parametr „**Fiq (Hz)**” oznacza różnicę między częstotliwością nośnej podaną w WSPR i częstotliwością syntezera Si570 (podzieloną przez 4). Domyślna wartość 12000 oznacza przesunięcie 200 Hz pasma WSPR o 12 kHz od środka pasma.

Przykładowo dla pracy w paśmie 30 m mamy:

- „**Dial frequency**” („Częstotliwość wskazywana”): 10,1387 MHz,
- „**Fiq**” („Przesunięcie”): 12000 Hz.

Częstotliwość oscylacji syntezera wynosi więc (po pomnożeniu przez cztery jak tego wymaga użyty układ detektora lub mieszacza kwadraturowego) 40,506800 MHz.

Dla dokładnego dostrojenia się do stosunkowo wąskiego podzakresu WSPR korzystne jest przeprowadzenie kalibracji syntezera (sprzętu) w sposób podany w jego instrukcji.

Zamiast tego można po zmierzeniu odchyłki częstotliwości odbieranych sygnałów od rzeczywistej podać w oknie konfiguracji rozszerzonej („**Setup | Advanced**”) obliczone przez operatora współczynniki A i B.

Przykładowo dla odchyłki 60 Hz w paśmie 30 m otrzymuje się wartość współczynnika

B = (60 Hz) / 10,1387 MHz) = 5,92 x 10^{-6}.

Współczynnik A przyjmujemy równy 0. Można też przyjąć inne schematy kalibracji.

Dla uzyskania możliwie najlepszych rezultatów odchyłka częstotliwości pracy od pożądanej nie powinna przekraczać kilku Hz.

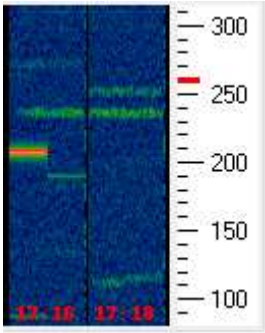
Dla sprzętu nadawczo-odbiorczego posiadającego oscylator pracujący na stałej częstotliwości wartość wpisywaną do pola „**Fiq**” należy obliczyć z następującego wzoru:

$f_{iq} = f_{dostr} – f_{LO} – f_{BFO} + 1500$ [Hz].

Wszystkie częstotliwości we wzorze należy podać w Hz. O ile domyślna częstotliwość BFO – 1500 Hz – nie uległa zmianie w konfiguracji, dwa ostatnie człowy redukują się do zera.

Tłumienie częstotliwości zwierciadlanych

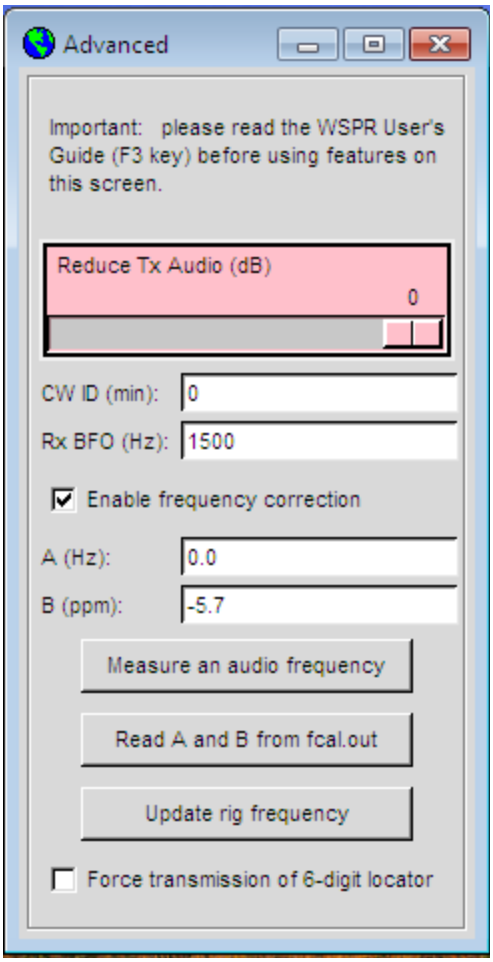
WSPR jest wyposażony (podobnie jak wiele innych programów SDR) w funkcje służące do uzyskania możliwie maksymalnego tłumienia częstotliwości zwierciadlanych zarówno w torze nadawczym jak i odbiorczym.
Regulację symetrii należy zacząć od zbadania czy konieczne jest zaznaczenie pola „**Reverse Rx I,Q**" albo „**Reverse Tx I,Q**". W typowym sprzęcie klasy SoftRock niepożądana wstęga boczna powinna być stłumiona standardowo o około 30 dB jeszcze przed rozpoczeciem regulacji. Po dokonaniu dalszych regulacji WSPR pozwala na osiągnięcie tłumienia dochodzącego do 60 dB.
Do przeprowadzenia regulacji toru nadawczego konieczny jest dodatkowy odbiornik komunikacyjny. Po uruchomieniu WSPR i wybraniu pożądanego pasma należy zaznaczyć pole „**Idle**" („Stan spoczynku"), ustawić czas nadawania na 100 % i nacisnąć przycisk „**Tune**" („Strojenie"). Program nadaje serię kresek na częstotliwości pracy. Odbiornik pomocniczy należy dostroić najpierw do sygnału pożądanego a następnie do jego sygnału zwierciadlanego (niepożądanej wstęgi). Jest on odległy od wstęgi pożądanej o dwukrotną wartość sumy czętotliwości „**Fiq**" i „**Rx BFO**". W sytuacji opisanej poniżej sygnał niepożądany będzie znajdował się o 27 kHz od pożądanego.
W trakcie odbioru sygnału niepożądanego należy powoli przesuwać suwaki „**Tx I/Q Balance**" („Równowaga nadawczych kanałów I/Q") i „**Tx Phase**" („Przesunięcie fazy w torze nadawczym") w pokazanym powyżej oknie konfiguracji I-Q dążąc do uzyskania możliwie najniższego poziomu sygnału. Górne suwaki służą do regulacji zgrubnej a dolne – precyzyjnej. Wpływ zmienionych ustawień jest uwzględniany przez program już w trakcie transmisji następnej kreski.
Program zapamiętuje dokonane ustawienia suwaków i korzysta z nich po następnym uruchomieniu.
Optymalizacja tłumienia niepożądanej wstęgi w torze odbiorczym jest dokonywana półautomatycznie. Przy użyciu drugiego nadajnika lub generatora sygnałowego dostrojonego do częstotliwości 200 Hz paśmie WSPR (lub w zakresie +/- 500 Hz od jego środka) należy nadać sygnał próbny i przejść na odbiór w WSPR (oznacza to zaznaczenie pola „**Idle**" i ustawienie suwakiem czasu transmisji na 0).
W trakcie odbioru sygnału próbnego należy zaznaczyć pole „**Adjust Rx phasing**" („Wyreguluj symetrię w torze odbiorczym") i obserwować jak wartości w polach „**Bal**" („Symetria") i „**Pha**" („Faza") dążą do stanu stabilnego. Proces ten może zająć 30 lub więcej sekund. Po jego zakończeniu należy usunąć zaznaczenie z pola „**Adjust Rx phasing**" („Wyreguluj symetrię w torze odbiorczym") i zaznaczyć pole „**Apply Rx phasing corrections**" („Zastosuj korekcję"). Obliczone przez program parametry korekcyjne są używane każdorazowo na zakończenie cyklu odbioru.
Obie te regulacje pozwalają na uzyskanie tłumienia niepożądanej wstęgi przekraczającego 60 dB.
Na ilustracji 4.3 przedstawiono fragment wskaźnika kurtynowego w trakcie dwóch cykli odbioru.



W pierwszej części pierwszego cyklu widoczny jest niemodulowany sygnał generatora leżący w pobliżu 200 Hz. Pole zapoczątkowujące regulację zostało zaznaczone w 10 sekundzie i po zakończeniu procesu zaznaczenie zostało usunięte w 50 sekundzie. W połowie cyklu (60 sekundzie) generator został przestrojony o 27 kHz niżej na częstotliwość zwierciadlaną. Ślad drugiej wstęgi sygnału generatora jest widoczny w okolicach 200 Hz (drobna różnica wynika z odchyłki dostrojenia syntezera). W trakcie drugiego cyklu zostało zaznaczone pole zastosowania korekcji. Jak widać sygnał niepożądany został stłumiony w takim stopniu, że stał się całkowicie niewidoczny. Zmierzone tłumienie przekraczało 70 dB.
W wersji 3.0 parametry korekcyjne są zapisywane i stosowane oddzielnie dla każdego pasma. Do ich zapisu dla danego pasma służy przycisk „**Save for this band**" („Zapisz dla tego pasma") u dołu okna. Przycisk „**Save for all bands**" („Zapisz dla wszystkich pasm"). Przyciski te nie występowały we wcześniejszych wersjach a parametry były używane dla wszystkich pasm.

Poziom nadawanego sygnału m.cz.

W oknie konfiguracji rozszerzonej – rys. 4.4 – („**Setup | Advanced**” lub otwierane za pomocą klawisza funkcyjnego F7) znajduje się suwak służący do kalibrowanej zmiany poziomu sygnału m.cz. w torze nadawczym.



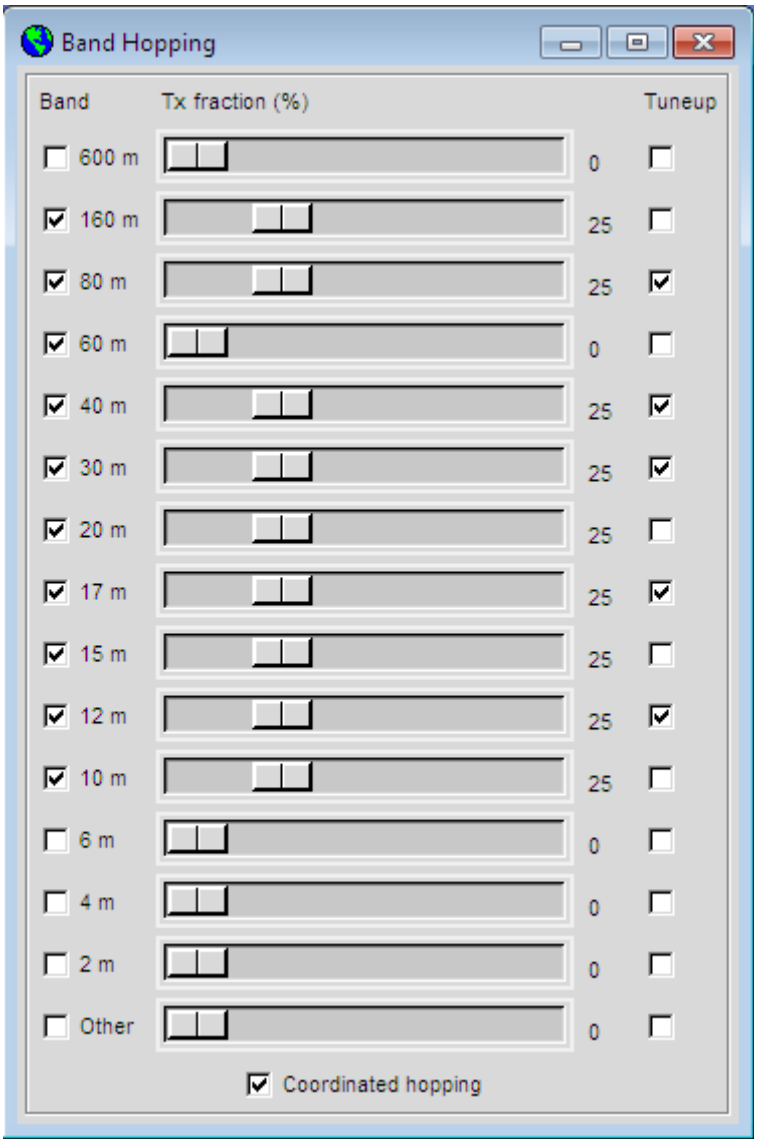
Standardowym ustawieniem jest poziom 0 dB (suwak całkowicie po prawej stronie). Przesuwanie go w lewo pozwala na zmniejszenie mocy wyjściowej nawet o 30 dB (w nadajniku SSB jest ona zależna od wysterowania sygnałem m.cz.). Zmiany ustawienia są uwzględniane na początku następnego okresu nadawania.
Regulacji wygodnie można dokonać przełączając program w tryb pasywny (pole „**Idle**” zaznaczone), wybierając 100 % czasu nadawania i naciskając przycisk strojenia („**Tune**”). Zmiany ustawienia są wówczas uwględniane w trakcie najbliższej transmisji kreski.

W polu „**CW ID (min)**” podawany jest odstęp czasu między telegraficznymi transmisjami znaku wywoławczego. Wartość 0 powoduje wyłączenie transmisji. Ze względu na szerokość pasma zajmowanego przez sygnał telegraficzny i powodowane przezeń zakłócenia sygnałów WSPR zaleca się nie korzystanie z tej możliwości o ile nie wymagają tego bezwzględnie obowiązujące przepisy.
W polu „**Rx BFO (Hz)**” podaje się częstotliwość generatora dudnieniowego – BFO. W większości przypadków wartość ta – 1500 Hz – nie wymaga zmiany.

Przykładowy sposób obliczania współczynników korekcji częstotliwości podano powyżej. Program uwzględnia ich wartości po zaznaczeniu pola „**Enable frequency correction**”. Przycisk pomiaru częstotliwości sygnału m.cz. wywołuje funkcję pomocną w wyznaczaniu wartości obu współczynników. Dokładny sposób kalibracji częstotliwości podano w dodatku C w głównej instrukcji zawartej w tomie 4 „Biblioteki”.
W przypadku korzystania ze zdalnego sterowania radiostacji przez złącze CAT przycisk „**Update rig frequency**” pozwala na korektę jej dostrojenia.

Praca wielopasmowa

Wersja 3.0 pozwala na pracę wielopasmową pod warunkiem korzystania ze sprzętu sterowanego za pomocą złącza CAT. Praca taka pozwala na dokładniejsze badanie warunków propagacji aniżeli tylko przez nadawanie w jednym paśmie a skoordynowana zmiana pasm u wielu stacji zwiększa szanse znalezienia otwartych tras łączności.
Punkt „**Band Hopping**" („Praca wielopasmowa") w menu konfiguracji („**Setup**") a także klawisz funkcyjny F9 powodują otwarcie okna konfiguracji pracy wielopasmowej (rys. 4.5 poniżej) i wyboru pasm pracy.
Ich wyboru dokonuje się przez zaznaczenie pola z ich oznaczeniem. Operator może wybrać dowolną kombinację pasm zależnie od możliwości technicznych i własnych zamiarów bądź zainteresowań.
Prawdopodobieństwo nadawania w każdym z pasm ustawia się za pomocą suwaków – identycznie jak ogólne prawdopodobieństwo w oknie głównym.



Program wybiera pasma pracy (spośród dopuszczonych przez operatora) w sposób przypadkowy.
Zaznaczenie pola strojenia („**Tune-up**") powoduje nadawanie w danym paśmie na początku cyklu przez kilka sekund niemodulowanej nośnej, która może być wykorzystana przez automatyczne skrzynki antenowe do dostrojenia anteny.
Zaznaczenie pola „**Coordinated hopping**" („Skoordynowana zmiana pasm") powoduje wybór kolejnych pasm zgodnie z podanym poniżej harmonogramem ograniczając się do pasm wybranych w konfiguracji.
W odcinkach czasowych odpowiadających pasmom nie dopuszczonym w konfiguracji program korzysta z losowo wybranego dozwolonego pasma.
Algorytm decyzji o nadawaniu lub odbiorze w wybranym paśmie gwarantuje dla każdego z nich co najmniej jedną transmisję w ciągu dwóch godzin. Jeżeli dozwolona jest praca we wszystkich 10 pasmach w czasie dwóch godzin program nadaje w każdym z nich do trzech razy.
Ze względu na różnorodne wyposażenie i co za tym idzie różnorodne potrzeby i możliwości sterowania nim przez złącze CAT program korzysta z plików *user_hardware.bat*, *user_hardware.cmd*, *user_hardware.exe* lub *user_hardware*, które muszą się znajdować w jego katalogu roboczym.
W przypadku znalezienia któregoś z nich program wykonuje polecenie
user_hardware nnn
gdzie nnn jest oznaczeniem pasma w m.

Tabela 4.1. Skoordynowany harmonogram pracy wielopasmowej

Czas UTC [min]	00 20 40	02 22 42	04 24 44	06 26 46	08 28 48	10 30 50	12 32 52	14 34 54	16 36 56	18 38 58
Pasmo [m]	160	80	60	40	30	20	17	15	12	10

Założenie odpowiedniego pliku lub skrytpu zawierającego niezbędne polecenia dla używanego sprzętu radiowego, anten, przełączników antenowych i obwodów dopasowujących należy do operatora.

W serii „Biblioteka polskiego krótkofalowca” dotychczas ukazały się:

Nr 1 – „Poradnik D-STAR”, wydanie 1 i 2
Nr 2 – „Instrukcja do programu D-RATS”
Nr 3 – „Technika słabych sygnałów” Tom 1
Nr 4 – „Technika słabych sygnałów” Tom 2
Nr 5 – „Łączności cyfrowe na falach krótkich” Tom 1
Nr 6 – „Łączności cyfrowe na falach krótkich” Tom 2
Nr 7 – „Packet radio”
Nr 8 – „APRS i D-PRS”
Nr 9 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich” Tom 1
Nr 10 – „Poczta elektroniczna na falach krótkich” Tom 2
Nr 11 – „Słownik niemiecko-polski i angielsko-polski” Tom 1
Nr 12 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 1
Nr 13 – „Radiostacje i odbiorniki z cyfrową obróbką sygnałów” Tom 2
Nr 14 – „Amatorska radioastronomia”
Nr 15 – „Transmisja danych w systemie D-STAR”
Nr 16 – „Amatorska radiometeorologia”
Nr 17 – „Radiolatarnie małej mocy”
Nr 18 – „Łączności na falach długich”
Nr 19 – „Poradnik Echolinku”
Nr 20 – „Arduino w krótkofalarstwie” Tom 1
Nr 21 – „Arduino w krótkofalarstwie” Tom 2
Nr 22 – „Protokół BGP w Hamnecie”
Nr 23 – „Technika słabych sygnałów” Tom 3, wydanie 1 i 2
Nr 24 – „Raspberry Pi w krótkofalarstwie”
Nr 25 – „Najpopularniejsze pasma mikrofalowe”
Nr 26 – „Poradnik DMR”
Nr 27 – „Poradnik Hamnetu”
Nr 28 – „Budujemy Ilera” Tom 1
Nr 29 – „Budujemy Ilera” Tom 2
Nr 30 – „Konstrukcje D-Starowe”