

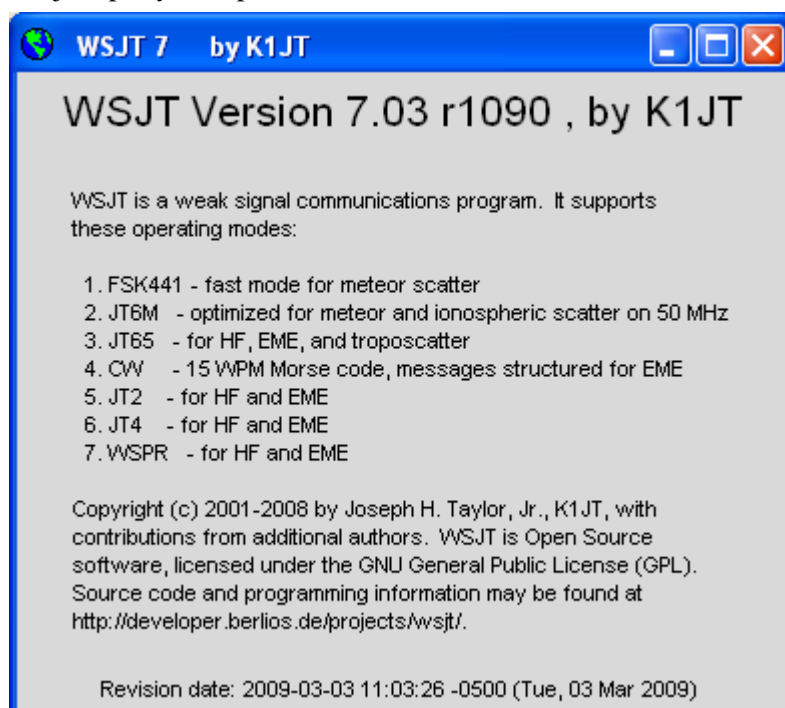
# Instrukcja do programu WSJT w wersji 7

**Autor programu Joe Taylor, K1JT**

**Przekład i opracowanie wersji polskiej:  
Krzysztof Dąbrowski, OE1KDA**

## Wstęp

Program WSJT służy do prowadzenia łączności w pasmach UKF za pośrednictwem odbić od smug meteorytów (MS), odbić od powierzchni Księżyca (EME) oraz za pośrednictwem rozproszenia troposferycznego. Emisja JT65A jest także stosowana w łącznościach krótkofalowych przy użyciu słabych sygnałów. Nie jest on zasadniczo przewidziany do prowadzenia dłuższych pogawędek a jedynie do zapewnienia wymiany niezbędnego minimum informacji takich jak znaki wywoławcze, położenie stacji, raporty i ich potwierdzenia.



Program dysponuje następującymi emisjami:

- **FSK441** – dla łączności przez obicia od zjonizowanych smug meteorytów (MS). Ze względu na krótki czas trwania odbić stosowana jest duża szybkość transmisji.
- **JT65M** – emisja zoptymalizowana do użytku w paśmie 6 m w łącznościach za pośrednictwem odbić od smug meteorytów i za pomocą rozproszenia jonosferycznego.
- **JT65** – dla łączności za pośrednictwem odbić od powierzchni księżyca (EME) i za pośrednictwem rozproszenia troposferycznego. Odmiana JT65A jest

także stosowana w łącznościach krótkofalowych. Często są to łączności QRP.

- **CW** – telegrafia dla łączności EME.
- **JT2 i JT4** – eksperymentalne emisje dla łączności krótkofalowych albo EME.
- **WSPR** – dla naziemnych łączności krótkofalowych w protokole WSPR. Możliwość ta została dodana w wersji 7 ale niewykluczone, że zostanie usunięta w przyszłych wersjach programu.

Przykład informacji dotyczącej aktualnie używanej wersji programu przedstawiono na ilustracji. Okno to można otworzyć za pomocą kombinacji klawiszy CTRL-F1 lub w menu pomocy.

## Wymagane wyposażenie

- Radiostacja nadawczo-odbiorcza SSB na pasma UKF oraz KF (dla JT65) wraz z odpowiednimi antenami.
- Komputer wyposażony w system operacyjny Windows, Linuks lub FreeBSD, pracujący z częstotliwością zegarową powyżej 800 MHz i posiadający co najmniej 128 MB pamięci roboczej (RAM).
- Monitor o rozdzielczości 800 x 600 punktów lub większej.

- Komputer musi być wyposażony także w podsystem dźwiękowy i musi być połączony z gniazdamami głośnikowym i mikrofonowym komputera w sposób identyczny jak dla innych emisji cyfrowych (PSK31 itp.). Do kluczenia nadajnika stosowane jest jak zwykle złącze szeregowy COM. Jego wyboru dokonuje się w konfiguracji programu.
- Wymagane jest dokładne nastawienie czasu systemowego komputera. Do tego celu wygodnie jest skorzystać z programów synchronizujących czas poprzez internet. 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).

## Instalacja i konfiguracja

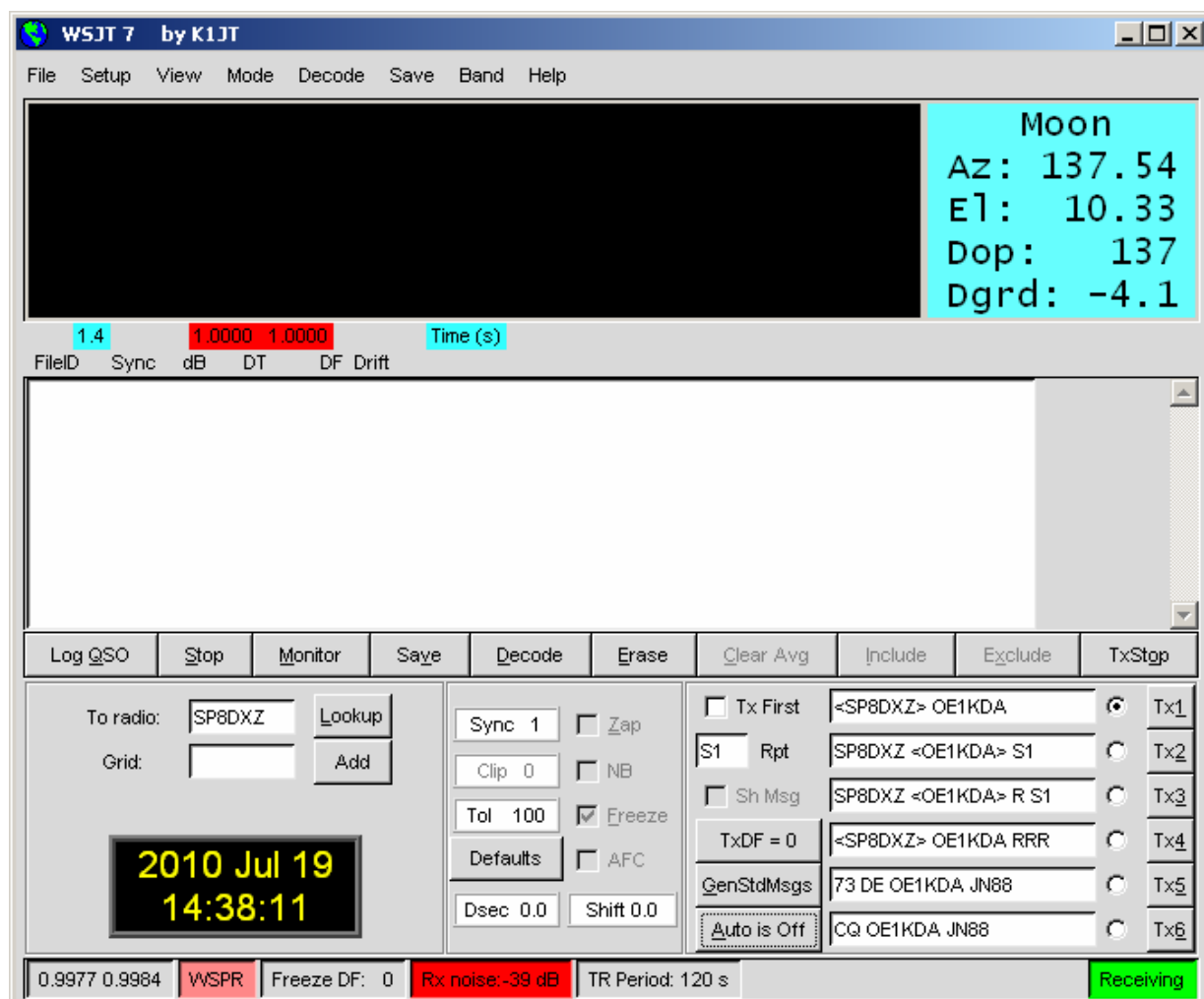
Archiwum instalacyjne WSJT jest dostępne w internecie pod adresami <http://pulsar.princeton.edu/~joe/K1JT> lub <http://www.vhfdx.de> a także na dysku CD dodanym do numeru specjalnego Świata Radio „Świat Radio Plus. Echolink i spółka”. Po wywołaniu w środowisku Windows program instaluje się automatycznie w katalogu wybranym przez użytkownika. Domyślnie jest to katalog `c:\program files\WSJT7`.

Kod źródłowy programu jest dostępny pod adresem <http://developer.berlios.de/projects/wsjt/>.

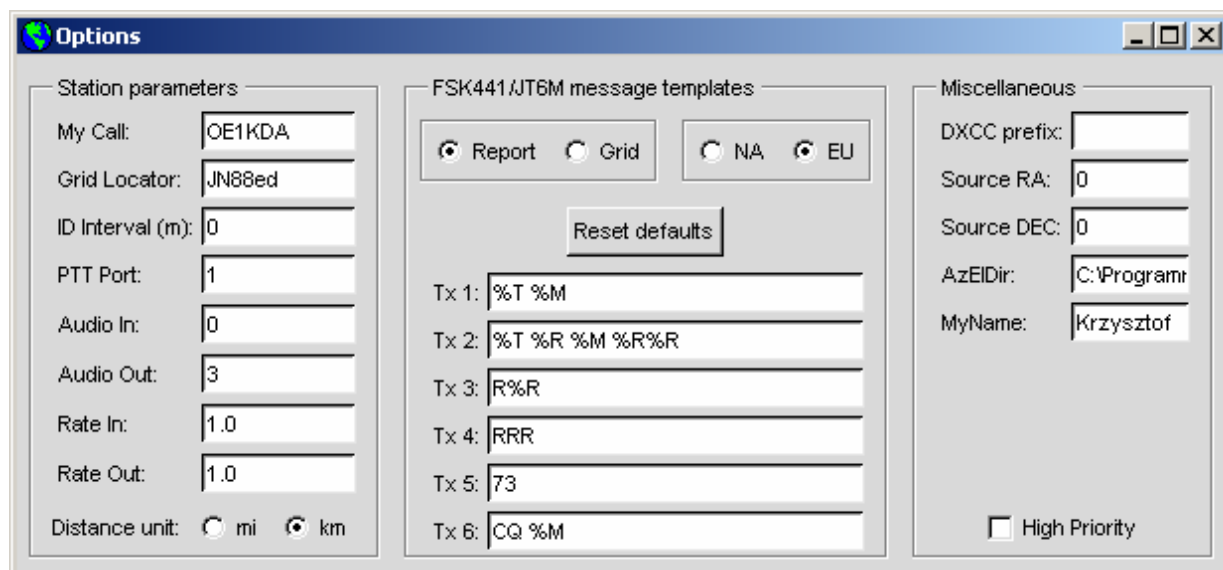
Instalacja WSJT w środowiskach Linuksa i FreeBSD wymaga pobrania kodu źródłowego spod podanego powyżej adresu i skompilowania programu. Porady dotyczące kompilacji i uruchomienia programu są dostępne w internecie pod tym samym adresem.

Uruchomienie zainstalowanego programu w środowisku Windows odbywa się w zwykły sposób przy użyciu menu startowego lub symbolu WSJT na ekranie. W środowiskach Linuksa i FreeBSD do wywołania służy polecenie: `python -O wsjt.py`.

Po uruchomieniu programu na ekranie wyświetlane są trzy okna: główne, sprzętowe (konsola) i wskaźnika wodospadowego. Okno główne zawiera w linii tytułowej podpis „WSJT 7 by K1JT” (patrz ilustracja poniżej).



W celu przeprowadzenia konfiguracji należy posłużyć się punktem „Options” („Parametry”) w menu „Setup” („Konfiguracja”). Do otwarcia tego okna służy także klawisz funkcyjny F2.



W konfiguracji należy wprowadzić w pierwszym rzędzie własny znak wywoławczy (w polu „My Call”) i 6-pozycyjne współrzędne lokatora (w polu „Grid locator”) a następnie numer złącza szeregowego COM stosowanego do kluczkowania nadajnika (pole „PTT Port”). Do kluczkowania nadajnika wykorzystywany jest sygnał RTS.

W przypadku korzystania z automatycznego przełącznika nadawanie-odbior (VOX-u) w polu „PTT port” podawany jest numer zero. W środowiskach Linuksa i FreeBSD zamiast numeru podawana jest pełna nazwa złącza np. /dev/ttyS0.

W polu „ID intervall” podawany jest (w minutach) odstęp czasu pomiędzy transmisjami telegrafią znaku wywoławczego stacji. Wartość zero powoduje wyłączenie transmisji. W niektórych krajach transmisja znaku telegrafią jest wymagana przez przepisy ale wszędzie tam, gdzie nie jest to konieczne należy unikać transmisji sygnałów, które mogą spowodować zbędne zakłócenia.

W polach „Audio in” i „Audio out” podaje się numery urządzeń dźwiękowych (kanałów) wejściowo-wyjściowych wybrane z listy wyświetlanej w oknie sprzętowym.

W tym przykładzie są to kanał 0 dla wejścia i 3 – dla wyjścia. W zależności od wyposażenia komputera mogą to być oczywiście zupełnie inne numery. Muszą one być różne dla wejścia i wyjścia.

W polu „Distance unit” wybierane są jednostki odległości: w Europie są to kilometry (km).

W polu „Report/Grid” ustalane jest czy w transmisjach FSK441 i JT6M w komunikatach podawane są raporty czy współrzędne lokatora.

Pole „NA/Eu” pozwala na wybór rodzaju komunikatów: odpowiadających standardowi europejskiemu lub amerykańskiemu.

Teksty w polach „Tx1” – „Tx6” zawierają wzorce komunikatów dla łączności FSK441 i JT6M.

Operator może dowolnie zmieniać ich treść a do przywrócenia wartości początkowych służy przycisk „Reset defaults”. W początkowej konfiguracji lepiej jest pozostawić wzorce bez zmian.

Komunikaty mogą zawierać następujące symbole:

%M – własny znak wywoławczy.

%T – znak wywoławczy korespondenta z pola „To radio”.

%R – raport odbioru.

%G – 4-pozycyjne współrzędne lokatora.

%L – 6-pozycyjne współrzędne lokatora.

Pole „DX Prefix” jest przewidziane do wprowadzenia dodatkowego prefiksu np. związanego z przeprowadzaną ekspedycją. Jest on używany w łącznościach JT65. Prefiks ten nie jest obowiązkowy i pole to może pozostać puste.

Pola „Source RA” i „Source DEC” służą do wprowadzenia współrzędnych orbity dowolnego śledzonego obiektu kosmicznego: jego węzła wstępującego (RA) i deklinacji (DEC). Ich znaczenie jest omówione szczegółowo w punkcie poświęconym oknie współrzędnych astronomicznych. Dane te muszą mieć format hh:mm:ss, dd.dd. W oparciu o nie program oblicza parametry ustawienia anteny (azymut i elewację) dla skierowania jej na ten obiekt.

```

WSJT7
*****
WSJT Version 7.03 r1090 , by K1JT
Revision date: 2009-03-03 11:03:26 -0500 (Tue, 03 Mar 2009)
Run date: Mon Jul 19 14:37:59 2010 UTC

Audio      Input      Output      Device Name
Device     Channels    Channels
-----
0          2           0           Microsoft Soundmapper - Input
1          2           0           SoundMAX HD Audio
2          2           0           HD Audio front mic
3          0           2           Microsoft Soundmapper - Output
4          0           2           SoundMAX HD Audio

User requested devices:  Input = 0   Output = 0
Default devices:       Input = 0   Output = 3
Will open devices:    Input = 0   Output = 3
Audio streams running normally.
*****

```

W celu sprawdzenia pracy programu należy po zakończeniu wstępnej konfiguracji zamknąć okno konfiguracyjne i powrócić do okna głównego i wybrać klawiszem F7 emisję FSK441 (wyboru emisji można dokonać także w menu „Mode” – „Emisja” a wybrana emisja jest wyświetlana w dolnej linii informacyjnej). Posługując się punktem „File”/„Open” („Plik”/„Otwórz”) należy otworzyć znajdujący się w katalogu *RxWav\Samples* przykładowy plik dźwiękowy.

W przypadku prawidłowego działania programu zostanie on zdekodowany i na ekranie otrzymamy obraz widoczny w następnym punkcie.

Po naciśnięciu prawym klawiszem myszy na wierzchołek zielonej krzywej (odpowiadający w przybliżeniu 18 sekundzie) w polu odbiorczym poniżej wyświetlany jest odpowiadający mu zdekodowany tekst.

Naciśnięcie prawym klawiszem myszy na sygnał zakłóceń (odpowiadający w przybliżeniu 1 sekundzie odbioru) powoduje wyświetlenie przypadkowego tekstu.

Naciśnięcie na ekranie przycisku „Erase” („Kasuj”) powoduje skasowania zawartości pola odbiorczego a naciśnięcie przycisku „Decode” ponowne zdekodowanie sygnału odczytanego z pliku dźwiękowego. Liczby znajdujące się po lewej stronie dolnej linii informacyjnej powinny po upływie minuty od uruchomienia programu przyjąć wartości w przedziale 0,995 – 1,005. Informują one o odchyłce częstotliwości próbkowania systemu dźwiękowego od wartości nominalnej (pierwsza z nich dla kanału wejściowego a druga dla wyjściowego). Wskazania wykraczające poza podany zakres oznaczają, że odpowiednia częstotliwość próbkowania odbiega od pożądanej i że konieczne jest przeprowadzenie jej kalibracji. Przed rozpoczęciem pracy w eterze należy zadbać o dokładną synchronizację czasu systemowego np. w oparciu o serwery internetowe. Jedną z możliwości jest skorzystanie z odpowiedniej funkcji programu *Logger*.

### Kroje czcionek

Używane przez WSJT rodzaje czcionek, ich wielkość i kolor są zdefiniowane w pliku *wsjtrc.win* (dla systemu Windows) względnie *wsjtrc* (dla Linuksa i FreeBSD).

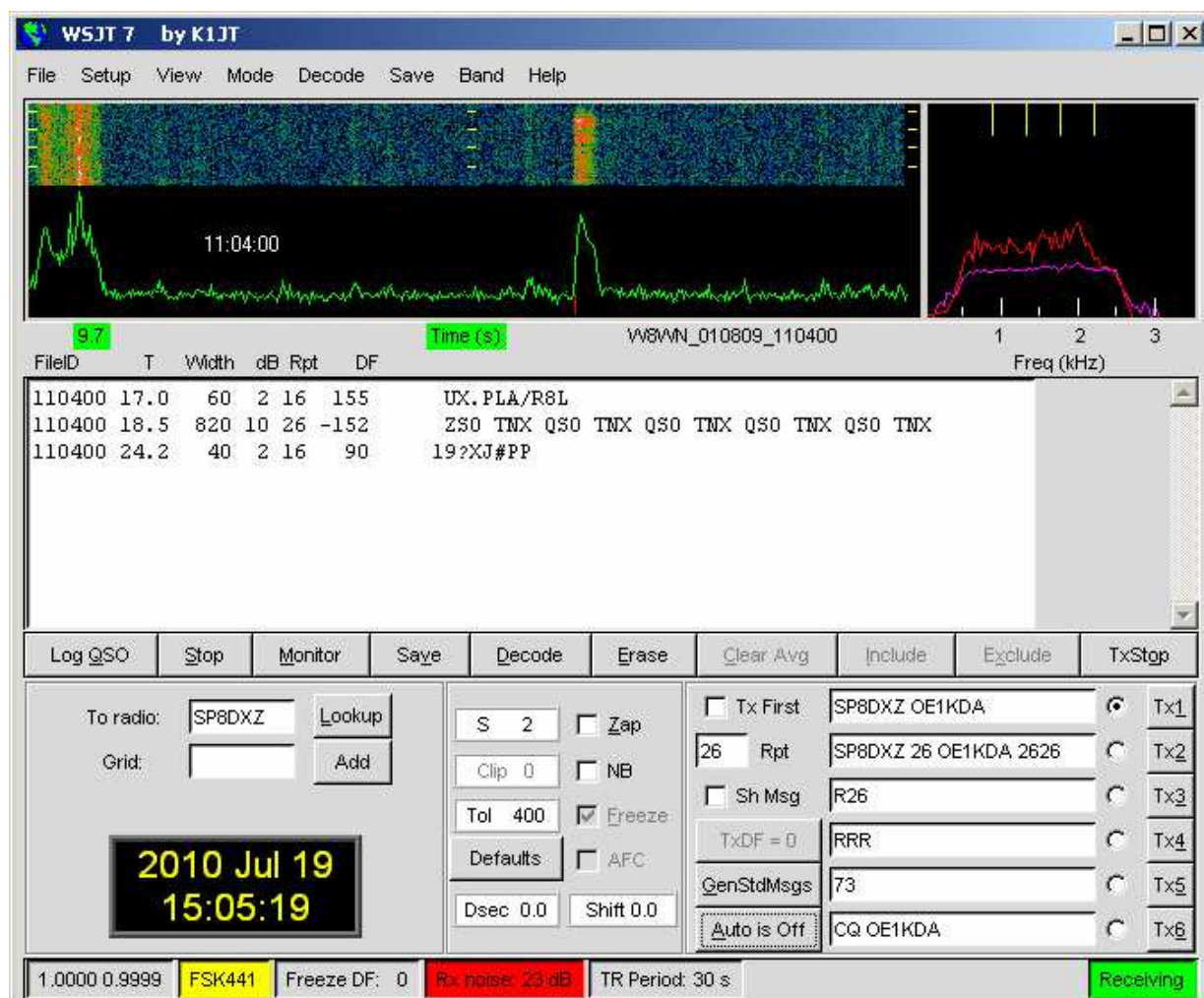
Plik ten zawiera przykładowo następujące definicje:

```
*font:                Arial 8
*Label*font:          Arial 8
*Text*font:           "Courier New" 9
*background:          gray85
*Text*background:    white
*Entry*background:    white
*foreground:          black
*Listbox*foreground:  RoyalBlue
```

Może on być modyfikowany przy użyciu dowolnego edytora tekstowego np. Notatnika dla Windows. Wielkość czcionki i jej typ podane są w pierwszych trzech liniach pliku a pozostałe zawierają kolory tła i liter dla różnych rodzajów elementów. Przed dokonaniem modyfikacji należy sporządzić kopię bezpieczeństwa pliku.

## Obsługa programu

### Okno główne w pracy emisją FSK441



W oknie głównym u góry widoczny jest obszar graficzny, w którym wyświetlane jest widmo sygnału, przebieg siły odbioru całego sygnału lub sygnału synchronizacji w funkcji czasu itp. Sprawy te są szczegółowo omówione w punktach poświęconych poszczególnym emisjom. Poniżej znajduje się pole tekstowe, w którym program wyświetla zdekodowane teksty. W zależności od rodzaju emisji mogą to być dwa pola służące oddzielnie do wyświetlania tekstów dekodowanych na bieżąco i tekstów kumulowanych (uśrednionych) z większej liczby cykli. Znaczenie i format zawartych w nim informacji są również dokładniej przedstawione w punktach poświęconych poszczególnym emisjom.

Poniżej pola tekstowego znajduje się rząd przycisków ekranowych służących do włączania i wyłączania najważniejszych funkcji programu.

W celu włączenia dekodowania należy nacisnąć przycisk „Monitor”, który zmienia wówczas kolor na czerwony. Do wyłączenia dekodowania służy przycisk „Stop”. Przycisk „Decode” powoduje ponowne zdekodowanie odebranego sygnału lub jego fragmentu. Przycisk „TxStop” powoduje wyłączenie transmisji. Może on być przydatny w sytuacji gdy transmisja została rozpoczęta nieumyślnie lub w nieodpowiednim momencie czasu.

Przycisk „Erase” powoduje skasowanie zawartości obszaru graficznego i pola tekstowego.

Po wpisaniu do pola „To radio” znaku wywoławczego potencjalnego korespondenta i naciśnięciu przycisku „Lookup” („Szukaj”) program poszukuje w wewnętrznej bazie danych – pliku call3.txt – jego lokatora i wpisuje go do pola „Grid”. W przypadku gdy dane korespondenta nie znajdowały się w bazie danych użytkownik może sam wpisać jego lokator (odczytany z odebranych komunikatów) i za pomocą przycisku „Add” dopisać dane do bazy.

Przycisk „GenStdMsgs” powoduje utworzenie kompletu standardowych komunikatów używanych w łączności. Zawierają one znak stacji zapisany w polu „To radio” a ich format i pozostała treść zależą od ustaleń w konfiguracji wzorców. Również i te sprawy są szczegółowo przedstawione w trakcie omawiania poszczególnych emisji. Raport dla korespondenta wpisany jest w polu „Rpt”.

Przycisk „Auto...” służy do włączenia automatycznej transmisji komunikatów zgodnie z przyjętą siatką czasową (zależnie od rodzaju emisji oraz wyboru pierwszej lub drugiej połowy cyklu za pomocą pola „Tx First”). Wyboru pożądanego komunikatu dokonuje się za pomocą przycisków „TXn” gdzie n oznacza numer komunikatu. Przebieg QSO i kolejność transmisji tekstów omówiono szczegółowo w dalszej części instrukcji. Przycisk „Clear Avg” powoduje skasowanie zawartości bufora sumującego (kumulującego) komunikaty odbierane w różnych momentach czasu. Sumowanie fragmentów komunikatów pozwala przykładowo na otrzymanie jego pełnej treści pochodzącej z różnych odbić sygnału. Przyciski „Include” i „Exclude” służą odpowiednio do włączenia do dekodowania lub wyłączenia z dekodowania ostatnio odebranej ścieżki dźwiękowej.

Znaczenie pozostałych pól i parametrów (ich zestaw zależy od rodzaju emisji) omówiono szczegółowo w punktach poświęconych poszczególnym rodzajom emisji. W większości przypadków możliwe jest włączenie automatycznego dostrojenia poprzez zaznaczenie pola „AFC”. Zaznaczenie pola „Freeze” powoduje wyłączenie przeszukiwania przez program pełnego zakresu i pełnego czasu odbioru. Program dekoduje wówczas fragment sygnału wybrany przez użytkownika. Pole „Tol” definiuje szerokość ograniczonego zakresu poszukiwania sygnału. Zakres ten może być zmieniany przez użytkownika.

Pole „ZAP” służy do włączenia eliminatora krótkich sygnałów zakłócających i prawie niezmiennej amplitudzie a pole „NB” do włączania i wyłączania eliminatora zakłóceń impulsowych. Wartość parametru w polu „Clip” decyduje o stopniu ograniczania sygnału co pozwala na zmniejszenie wpływu zakłóceń, np. pochodzących od wyładowań atmosferycznych. Wartość 0 oznacza, że sygnał nie jest ograniczany.

W polu „S” podawany jest graniczny poziom sygnału, powyżej którego program interpretuje go jako odbicie.

Przycisk „Log QSO” powoduje zapisanie łączności w dzienniku stacji – w pliku wsjt.log. Zapisywane są data i godzina, znaki stacji, współrzędne lokatora, pasmo i rodzaj emisji ale program nie zapisuje raportów.

Pole „Dsec” służy do ręcznego nastawiania zegara systemowego z dokładnością 0,5 sekundy ale lepiej jest dokonywać tego automatycznie przy użyciu programu synchronizującego zegar z internetem albo z radiowymi sygnałami czasu.

W dolnej linii informacyjnej wyświetlane są (w kolejności od lewej do prawej): współczynniki informujące o dokładności częstotliwości próbkowania dla nadawania i odbioru, rodzaj emisji, wartość odchyłki częstotliwości DF, poziom sygnału szumów z odbiornika, długość okresu nadawania (zależna od rodzaju emisji, dla niektórych możliwy jest wybór jednej z dopuszczalnych długości) oraz informacja o fazie pracy programu (nadawanie, odbiór). Wyboru rodzaju emisji dokonuje się w menu a sposób ustawienia właściwego poziomu sygnału z odbiornika został już omówiony we wcześniejszej części instrukcji. Długość cyklu nadawania i odbioru jest zależna od wybranej emisji.

Linia menu zawiera następujące punkty:

- „File” („Plik”) z podpunktami służącymi do otwierania i dekodowania zarejestrowanych plików dźwiękowych (mogą one służyć do różnych ćwiczeń w odbiorze i dekodowaniu sygnałów albo stanowić dokumentację odbytych łączności) – są to Punkty „Open” („Otwórz”), „Open next in directory” („Otwórz następny plik w katalogu”), „Decode remaining files in directory” („Dekoduj pozostałe pliki z katalogu”) – do skasowania tych plików („Delete all \*.wav file in RxWav”), do skasowania zawartości pliku *all.txt* zawierającego wszystkie zdekodowane teksty („Erase all.txt”) oraz do zakończenia pracy programu („Exit”).
- „Setup” („Konfiguracja”) – z podpunktami służącymi do otwarcia okna konfiguracyjnego („Options” – „Parametry”), zmiany wielkości pola tekstowego („Toggle size of text window”), utworzenia komunikatów próbnych („Generate messages for text tones”), zmiany funkcji klawisza F4 („F4 sets TX6”), automatycznego zaznaczenia pola „Tx First” („Double click on on callsign sets TXFirst”), automatycznego wyboru tekstu „Tx1” po utworzeniu nowego zestawu standardowych komunikatów („GenStdMSGs sets Tx1”) oraz włączenia diagnozy („Enable diagnostics”).

Komunikaty próbne odpowiadają standardowym tonom WSJT to znaczy A = 882 Hz, B = 1323

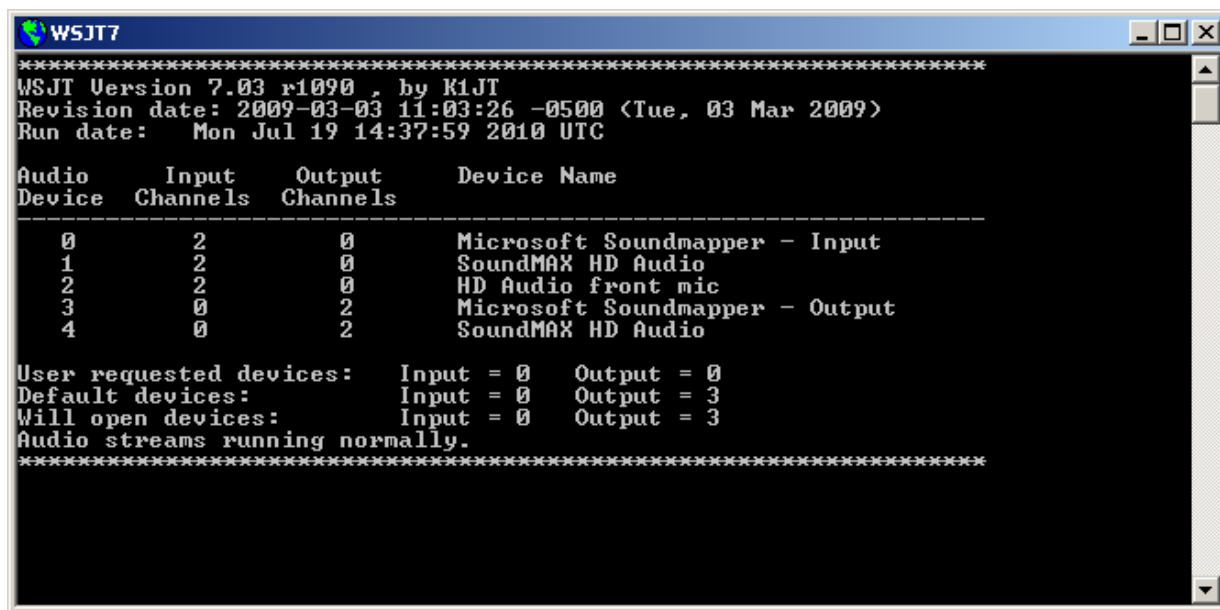


Hz, C = 1764 Hz i D = 2205 Hz oraz częstotliwościom 1000 i 2000 Hz. Ostatnie dwa komunikaty mogą odpowiadać dowolnej częstotliwości do 5000 Hz wzwyż.

- „View” („Widok”) – z podpunktami służącymi do otwarcia okien wskaźnika wodospadowego i okna współrzędnych astronomicznych słońca i księżyca.
- „Decode” („Dekodowanie”) z podpunktami służącymi do sterowania pracą dekodera dla różnych rodzajów emisji: FSK441, JT65 i WSPR.
- „Mode” („Emisja”) – służące do wyboru rodzaju emisji z otwieranej listy.
- „Save” („Zapis”) – z podpunktami służącymi do wyboru rodzaju zapisywanych na dysku danych.
- „Band” („Pasma”) – służące do podania zakresu pracy. Jest on potrzebny do prowadzenia dziennika stacji.
- „Help” („Pomoc”) – służące do wywołania różnego rodzaju pomocy oraz informacji o samym programie.

Uwaga: część elementów: pól i punktów menu jest dostępna tylko dla niektórych rodzajów emisji.

## Okno sprzętowe

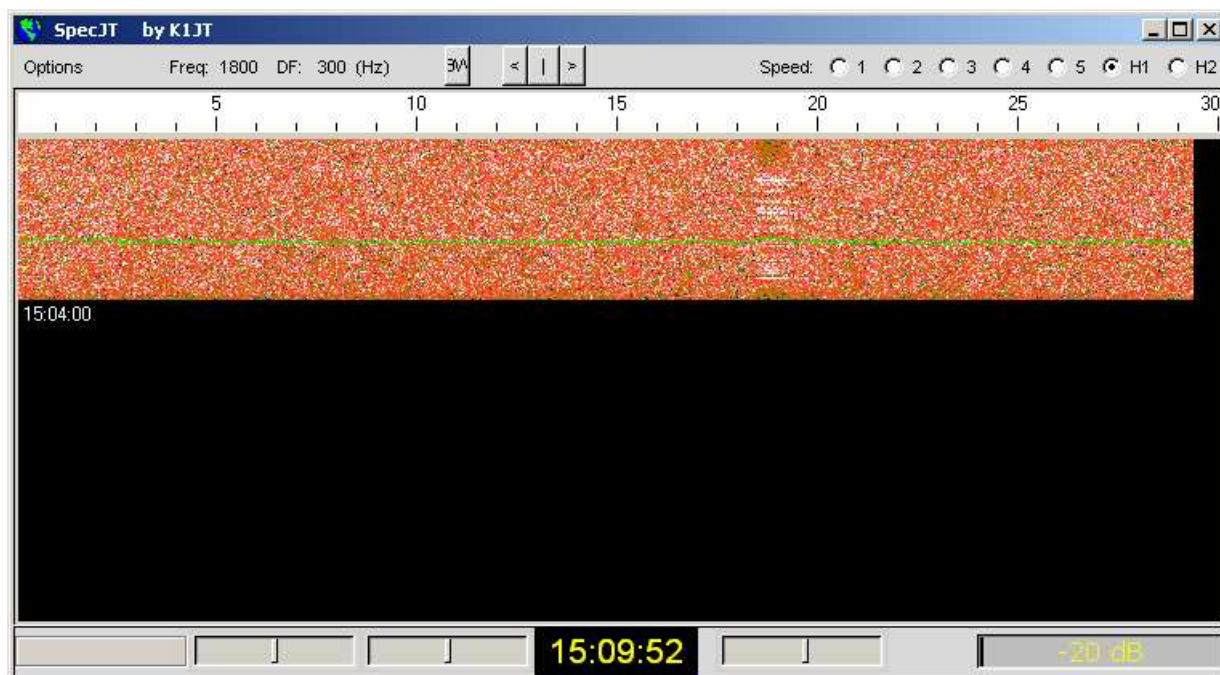


Okno to noszące również nazwę konsoli zawiera spis dostępnych i używanych przez WSJT kanałów (urządzeń) dźwiękowych. Ich liczba i numeracja zależą od wyposażenia komputera dlatego też spis widoczny na ilustracji należy traktować jako przykładowy.

W oknie wyświetlane są też informacje dotyczące przebiegu startu i pracy programu. Nie przewidziano w nim możliwości wprowadzania danych lub poleceń sterujących pracą programu.

## Wskaźnik wodospadowy

Okno wskaźnika wodospadowego nosi tytuł „SpecJT by K1JT”.



Okno zawiera tylko jeden punkt menu „Options” („Konfiguracja”) pozwalający na wybór parametrów wyświetlania widma na ekranie, sposobu opisania osi częstotliwości – w skali bezwzględnej lub

względnej JT – oraz na otwarciu okien mieszcząca Windows dla torów nadawczego i odbiorczego w celu ustawienia właściwych poziomów sygnałów m.cz..

Znaczenie punktów w menu”

- Punkt „Mark T/R boundaries” powoduje po zaznaczeniu wyświetlanie na wskaźniku wodospadowym poziomych linii oznaczających początki okresów nadawania i odbioru w pracy emisją JT65.
- Punkt „Flatten spectra” powoduje wprowadzenie przed wyświetleniem korekcji danych uwzględniającej charakterystykę przenoszenia odbiornika.
- Punkt „Mark JT65 tones only if Freeze is checked” powoduje wyświetlanie znaczników wskazujących położenie częstotliwości sygnału JT65 tylko wtedy gdy zaznaczone jest pole „Freeze”.
- Punkty „RX volume control” i „TX volume control” powodują otwarcie okien miksera Windows odpowiednio dla torów odbiorczego i nadawczego.
- Punkt „Frequency axis” powoduje wyświetlenie bezwzględnej skali częstotliwości obejmującej zakres od około 200 Hz do około 2000 Hz.
- Punkt „JT65 DF axis” powoduje wyświetlenie skali względnej w stosunku do częstotliwości odniesienia JT65 (około 1270 Hz) o zakresie od około -1000 Hz do +1000 Hz.

Znajdujące się pośrodku przyciski pozwalają na zmianę szerokości pasma i przestrajanie zakresu wskaźnika a elementy po prawej stronie służą do zmiany szybkości przesuwania się wskaźnika. Standardowo stosowana jest szybkość 3.

Suwaki u dołu okna pozwalają na regulację jasności wskaźnika widma, kontrastu i wzmocnienia czyli skali jasności.

Po prawej stronie u dołu wyświetlany jest poziom sygnału odbieranego. Jest to ta sama wartość co w oknie głównym.

### Okno danych astronomicznych

Astronomical data		
	Az	El
Moon:	74.55	-46.68
Moon/DX:	293.21	30.14
Sun:	211.02	58.91
Source:	310.80	-30.34
	Doppler	df/dt
DX:	155	0.75
self:	155	0.75
	RA	DEC
Moon:	18:09	-24.83
Source:	00:00	0.00
Freq:	144	Tsky: 3103
MNR:	0.0	Dgrd: -12.5
DPol:	-30	SD: 15.16

W oknie tym ( turkusowym tle) wyświetlane są azymut i elewacja anteny (w stopniach) w kierunku księżyca (linia „Moon”) i słońca (linia „Sun”) oraz w kierunku innego dowolnie wybranego celu (linia „Source”).

Parametry tego obiektu należy wprowadzić w oknie konfiguracji w polach RA (położenie węzła wstępującego) i DEC (deklinacja) w formacie hh:mm:ss i dd.dd.

Parametry kierunkowe anteny są obliczane zarówno dla własnej stacji jak i dla korespondenta (linia „Moon/DX”).

Program oblicza także wpływ efektu Dopplera w Hz („Doppler”), i jego zmiany w funkcji czasu („df/dt”) dla własnej stacji i dla stacji korespondenta (w tabeli drugiej) odpowiednio w liniach „self” i „DX”.

Dane te mogą być pomocne w trakcie poszukiwania własnego echa.

W polu „Tsky” podawana jest przybliżona temperatura tła nieboskłonu dla anteny zwróconej w kierunku księżyca i dla częstotliwości podanej w polu „Freq”.

Parametr „MNR” oznacza maksymalną

różnicę właściwości trasy w dB spowodowaną przez wpływ polaryzacji przestrzennej.

W polu „Dpol” wyświetlany jest maksymalny współczynnik polaryzacji przestrzennej a w polu „Dgrd” szacunkowa wartość tłumienia trasy w stosunku do wartości najkorzystniejszej – tzn. dla sytuacji w której księżyc znajduje się perygeum i na tle zimnego nieba. Pole „SD” zawiera promień księżyca w minutach kątowych.

### **Ustawienie poziomu sygnału m.cz.**

1. Przed rozpoczęciem regulacji należy sprawdzić czy w konfiguracji podane są właściwe numery urządzeń dźwiękowych (wybranych ze spisu z okna sprzętowego – zwanego również konsolą).
2. Następnie należy włączyć radiostację i dostroić do wolnej częstotliwości tak aby w głośniku był słyszany tylko szum.
3. Nacisnąć przycisk ekranowy „Monitor” w oknie głównym. Przycisk zmienia kolor na zielony i program rozpoczyna dekodowanie sygnału.
4. W oknie wskaźnika wodospadowego w menu „Options” („Parametry”) należy za pomocą punktu „RX volume control” otworzyć mikser Windows dla toru wejściowego.
5. Posługując się widocznym na ekranie potencjometrem miksera i ewentualnie także regularorem siły głosu odbiornika należy ustawić poziom sygnału tak, aby na wskaźniku w dolnym prawym rogu okna wodospadowego była wyświetlana wartość 0 dB. Ta sama wartość jest wyświetlana w dolnej linii informacyjnej okna głównego (w polu „RX noise”).
6. Po zakończeniu regulacji dla toru odbiorczego należy wybrać za pomocą klawisza F7 emisję FSK441.
7. W oknie wskaźnika wodospadowego za pomocą menu „Options”|”TX volume control” otworzyć okno miksera Windows dla toru wyjściowego.
8. Przejść na nadawanie naciskając przycisk ekranowy „Tx1”. Jeżeli układ kluczujący nadajnik jest podłączony prawidłowo następuje włączenie nadajnika i program rozpoczyna nadawanie sygnału FSK441. Nadajnik musi być nastawiony na górną wstęgę boczną (USB).
9. Za pomocą widocznego na ekranie potencjometru miksera należy ustawić poziom sygnału wyjściowego tak aby nadajnik był należycie wymodulowany ale nie przemodulowany (automatyczna regulacja mocy ALC powinna znaleźć się na progu działania).

### **Wymagania stawiane stopniowi mocy nadajnika**

Sygnal nadawany przez WSJT zawiera w danym momencie tylko jedną składową m.cz. przy czym ma ona stałą amplitudę. Zmiana częstotliwości sygnału wyjściowego następuje zawsze z zachowaniem ciągłości fazy. Kluczowanie amplitudy sygnału następuje wyłącznie w trakcie nadawania telegrafią znaku wywoławczego stacji. Oznacza to, że program nie stawia wysokich wymagań odnośnie linowości stopnia mocy nadajnika. Praktycznie może on pracować nawet w klasie C bez obawy zniekształcenia sygnału i powstawania składowych pasożytniczych.

Trwająca 30 lub 60 sekund (a w przypadku WSPR nawet 2 minuty) transmisja sygnału o pełnej amplitudzie powoduje silniejsze nagrzewanie się wzmacniacza mocy aniżeli w przypadku transmisji CW czy SSB i dlatego też konieczne może okazać się ograniczenie mocy nadawania lub zapewnienie dodatkowego chłodzenia wzmacniacza.

Dla porównania: orientacyjnie można przyjąć, że średnia moc nadawana w trakcie transmisji SSB bez kompresora wynosi około 20 % mocy szczytowej (w przypadku użycia kompresora może ona dochodzić do około 50 % mocy szczytowej), w trakcie transmisji emisją Feldhell – około 22 % a w trakcie transmisji telegraficznej – około 40 %.

Po zakończeniu opisanych powyżej czynności WSJT jest zasadniczo gotowy do pracy. Należy pamiętać jednak, że jest to program skomplikowany i dysponujący wieloma możliwościami dlatego też zalecane jest dokładne zapoznanie się z przedstawionym w następnym punkcie przebiegiem procesu dekodowania i z możliwościami wpływania na jego pracę.

## Praktyczne próby dekodowania

W celu zdobycia wprawy w korzystaniu z programu i poznaniu jego wszystkich możliwości w zakresie dekodowania należy pobrać z internetu pakiet przykładowych plików dźwiękowych. Pakiet ten ma objętość około 22 MB. Dla systemu Windows jest on dostępny pod adresem:

[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/WSJT6\\_Samples.EXE](http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/WSJT6_Samples.EXE) natomiast dla Linuksa pod adresem:

[http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/WSJT6\\_Samples.tgz](http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/WSJT6_Samples.tgz) .

Pakiety te zawierają autentyczne nagrania sygnałów FSK441 odbitych od śladów meteorytów, sygnały JT6M odbite od śladów meteorytów i odebrane w wyniku rozproszenia jonosferycznego oraz sygnały EME JT65. Na stronie <http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/Download.htm> zawarta jest także informacja o możliwości nabycia dysku CD zawierającego te pakiety.

1. Na czas ćwiczeń należy usunąć plik *wsjt.ini* lub zmienić jego nazwę tak aby zawarte w nim parametry konfiguracyjne nie utrudniały pracy. WSJT korzysta w tym czasie z parametrów domyślnych.
2. Pakiet dźwiękowy należy skopiować do katalogu RxWav znajdującego się w głównym katalogu WSJT. Samorozpakowujące się archiwum dla Windows należy uruchomić w zwykły sposób (jak każdy inny program). Archiwum TGZ dla Linuksa i FreeBSD należy rozpakować. W obu przypadkach pliki zawarte w archiwum powinny znaleźć się w podanym powyżej katalogu.
3. Należy następnie uruchomić WSJT, w środowisku Windows poprzez menu startowe lub za pomocą symbolu na ekranie a w środowisku Linuksa za pomocą polecenia *python -O wsjt.py*. Po uruchomieniu programu można przesunąć okno główne w dowolne dogodne miejsce na ekranie a pozostałe dwa okna zminimalizować.
4. Domyślnie WSJT po uruchomieniu przełącza się na emisję FSK441 co jest widoczne w dolnej linii informacyjnej. Użytkownik powinien teraz korzystając z menu „File”|”Open” („Plik”|”Otwórz”) przejść do katalogu *RxWav\Samples\FSK441* i otworzyć znajdujący się tam plik *K5CZD\_050723\_134100.WAV*. Po otwarciu pliku w polu graficznym głównego okna zostanie wyświetlony spektrogram a po jego zdekodowaniu przez program w polu tekstowym poniżej zostanie wyświetlony tekst  
**134100 27.4 220 6 26 -21 O1JT 26 K5CZD 2626 K1JT 27 K5CZ #6**  
 lub podobny w zależności od wersji archiwum dźwiękowego. Pierwsza liczba oznacza godzinę początku odbioru – tutaj 13.41 czasu UTC; druga początek odbicia – 27,4 sek. w stosunku do początku cyklu odbioru; sygnał trwał 220 msek i miał poziom 6 dB powyżej szumów; kolejna liczba – 26 oznacza raport; na początku obieranego bloku danych w emisjach FSK441 i JT6M i na jego końcu często znajdują się przypadkowe znaki ponieważ w tym czasie siła sygnału dopiero wzrasta względnie już maleje i program nie może zdekodować całości bezbłędnie. W środkowej części bloku widoczne są znaki wywoławcze stacji. Szczegółowa struktura komunikatów jest opisana w dalszym ciągu instrukcji.
5. Po naciśnięciu klawisza funkcyjnego F6 lub skorzystaniu z punktu „File”|”Open next in directory” („Plik”|”Otwórz następny plik w katalogu”) można otwierać kolejne pliki dźwiękowe i dekodować je. Pliki zawierają nagrane wywołania i QSO stacji amerykańskich z K1JT. Po wyświetleniu spektrogramu użytkownik powinien naciskać lewym i prawym klawiszem myszy na szczyty krzywej w celu ponownego zdekodowania odpowiadających im sygnałów (są wśród nich i zakłócenia) i zdobycia w ten sposób praktycznego doświadczenia.
6. W kolejnej fazie ćwiczeń należy ponownie otworzyć plik zawierający w nazwie znak KC0HLN. Zawiera on następujący komunikat:  
**001400 6.5 400 15 27 -21 2 CQ KC0HLN EN32 CQ KC0HLN E/31 GQ#GBYLE**  
 Użytkownik powinien dwukrotnie nacisnąć myszą znak KC0HLN w polu tekstowym i zaobserwować zmiany automatyczne tekstów przeznaczonych do nadania. Program wstawia znak w odpowiednie miejsca w tekstach po czym użytkownik może już odpowiedzieć na odebrane wywołanie (w ramach ćwiczeń posługuje się on domyślnie znakiem K1JT ale przecież ćwiczenia nie odbywają się w eterze).
7. Po zakończeniu ćwiczeń w emisji FSK441 kolejnym krokiem jest włączenie emisji JT65M za pomocą kombinacji klawiszy „Duże litery”-F7. W środowisku Linuksa konieczne jest skorzystanie w tym celu z menu „Mode” („Emisja”). W analogiczny sposób jak dla FSK441 należy otworzyć plik dźwiękowy zawarty w katalogu *RxWav\Samples\JT65M* i mający w nazwie znak

AA9MY. Zawiera on następujące pożegnanie:

**142300 15.1 1.2 -2 -15 9MY 73 DE AA9MF2**

Nagrany sygnał jest słabszy aniżeli sygnały z poprzednich ćwiczeń. Zaleca się równoległy odbiór sygnałów na słuch dla zdobycia większego doświadczenia i wycucia przydatnego w rzeczywistych sytuacjach.

8. Po zakończeniu tego ćwiczenia należy za pomocą klawisza F6 otwierać kolejne pliki dźwiękowe z katalogu JT6M i dekodować nagrane w nich sygnały. Ich siła jest wprawdzie różna, czasem są nawet niesłyszalne ale dają się dekodować. W drugim z plików stacji AF4O po otwarciu program nie może zdekodować prawidłowo zawartości ale warto nacisnąć prawym klawiszem myszy na wierzchołek w okolicy 16,6 s. Dalsze punkty, w których można zdekodować tekst znajdują się w okolicach 7,4 i 9,8 s w pierwszym pliku stacji AF4O oraz w okolicy 11,6 s w drugim.
9. Dalsze ćwiczenie wymaga zmiany emisji na JT65A za pomocą klawisza funkcyjnego F8. Należy także usunąć zaznaczenie w polu „Freeze” („Zamrożenie poszukiwań”) oznaczające zawężenie zakresu poszukiwań sygnałów do dekodowania. W tym ćwiczeniu należy obserwować także zawartość okna wskaźnika wodospadowego (w przypadku gdy zostało ono poprzednio zmniejszone należy teraz przywrócić jego zwykły rozmiar. W tym celu można posłużyć się menu „View”|”SpecJT” („Widok”|”Okno SpecJT”) w oknie głównym programu. W przypadku gdy oba okna nie mieszczą się na ekranie bez wzajemnego zasłaniania się można zmniejszyć wysokość okna wodospadowego tak aby była widoczna tylko jego górna część. W oknie tym należy także wybrać szybkość 3 ruchu wskaźnika a w menu konfiguracyjnym („Options”) zaznaczyć punkty: „Mark T/R boundaries” („Wyświetl granice czasów nadawania i odbioru”), „Flatten spectra” („skorygowane widmo”), „Mark JT65 tones only if freeze is checked” („Zaznacz tony JT65 tylko wówczas gdy zaznaczone jest pole *freeze*”) i „JT65 axis” („Skala częstotliwości JT65”). Po zakończeniu tych czynności należy w sposób opisany powyżej otworzyć plik dźwiękowy zawierający znak F9HS i znajdujący się w katalogu JT65A. Na wskaźniku wodospadowym widoczne jest widmo sygnałów zakłócających rozmieszczonych w odstępach 100 Hz i wiele innych zakłóceń ale w oknie głównym widoczna jest krzywa z wyraźnym wierzchołkiem odpowiadającym sygnałowi (tonowi) synchronizacji a w polu tekstowym pojawia się zdekodowany tekst: **074800 1 -23 2.7 363 5 \* K1JT F9HS JN23 1 10**.
10. Po podwójnym naciśnięciu na znak F9HS w tekście jest on kopiowany do pola „To radio” („Znak korespondenta”). Program poszukuje też danych odnośnie tej stacji w wewnętrznej bazie danych i po ich ewentualnym znalezieniu uzupełnia jego lokator w polu „Grid”. Tekst standardowe zapisane w oknie konfiguracyjnym i zawierające metasymbole (makrorozkazy) zostają uzupełnione o znak korespondenta i wpisane do okna głównego. Jako pierwszy tekst przeznaczony do nadania wybrany jest tekst „Tx2” zawierający raport. Kroki te można wykonać w czasie pomiędzy końcem cyklu odbioru (kończy się on w 48 sekundzie) a początkiem cyklu nadawania w następnej minucie.
11. Po otwarciu następnego pliku wyświetlany jest tekst wywołania W7GJ przez G3FPQ: **131900 1 -25 1.5 42 3 \* W7GJ G3FPQ IO91 1 0**. Wierzchołek czerwonej krzywej jest węższy niż w poprzednim przykładzie.
12. Analogicznie jak poprzednio należy w kolejnym kroku wybrać emisję JT65B za pomocą kombinacji klawiszy „Duże litery”-F8 lub menu „Mode” („Emisja”). W środowisku Linuksa dostępna jest tylko ta druga możliwość. Spośród przykładowych plików dźwiękowych należy wybrać i otworzyć plik DL7UAE. Na wskaźniku wodospadowym widoczny jest silny sygnał interferencyjny dla  $DF = 783$  Hz i szereg innych słabszych sygnałów. Uwagę zwracają sygnały położone w okolicach  $DF = 223$  i  $DF = 244$  Hz ponieważ charakteryzują się one typowym dla łączności EME rodzajem zaników wywołanych libracją księżyca. WSJT wybiera jako bardziej obiecujący sygnał położony w okolicy  $DF = 223$  Hz i po zdekodowaniu go wyświetla następujący tekst odpowiedzi DL7UAE na wywołanie K1JT: **002400 6 -23 2.5 223 23 \* K1JT DL7UAE JO62 1 10**  
Czerwona krzywa posiada jeszcze jeden wierzchołek wyglądający podobnie jak wywołanie DL7UAE. Na zdekodowanie go poczekajmy do punktu 19. Używany w tym punkcie parametr DF oznacza odchyłkę częstotliwości w stosunku do środka skali. Wartości dodatnie leżą po prawej stronie a ujemne po lewej stronie w stosunku do środka wykresu.

13. Przed zrobieniem następnego kroku należy usunąć zaznaczenia w polach „Freeze” („Zamrożenie zakresu poszukiwania”) i automatycznego dostrojenia („AFC”) a następnie skasować zawartości pól tekstowych posługując się przyciskami „Erase” („Skasuj”) i „Clr avg” („Skasuj średnią”) i otworzyć kolejny plik za pomocą klawisza funkcyjnego F6. Zielona krzywa wskazuje na obecność nieprzyjemnych zakłóceń SSB w pobliżu  $t = 5,3$  sek. Zalecane jest odsłuchanie nagranych sygnałów. Dodatkowo do sygnału SSB w nagraniu słyszalne (i zauważalne na zielonej krzywej) są zmieniające się rytmicznie szумы. Na szczęście na wskaźniku wodospadowym daje się zauważyć, że w pobliżu regionu dla sygnałów JT65 pasmo jest stosunkowo czyste. WSJT dekoduje bez trudności sygnał o  $DF = -46$  Hz. Zawiera on raport (OOO) stacji EA5SE przeznaczony dla K1JT:
- 000400 2 -25 2.9 -46 3 # K1JT EA5SE IM98 OOO 1 10**
- Naciśnięcie myszą na sygnał synchronizacji na wskaźniku wodospadowym (jest to prawie ciągła linia po lewej stronie sygnału JT65) lub na wierzchołek czerwonej krzywej w oknie głównym powoduje – obie te czynności dają ten sam wynik – ustawienie częstotliwości DF na odpowiadającą odbieranemu sygnałowi, zamrożenie zakresu przeszukiwania (zaznaczenie pola „Freeze”), ograniczenie zakresu tolerancji (pole „Tol”) do 50 Hz i uruchomienie dekodera. Ograniczenie zakresu poszukiwania sygnału synchronizacji do  $\pm 50$  Hz wokół  $DF = -46$  Hz jest także dobrze widoczne na wskaźniku wodospadowym.
- Warto także zwrócić uwagę na skalę częstotliwości u góry wskaźnika wodospadowego. Zielona kreska po lewej stronie odpowiada ustalonej (zamrożonej) wartości DF. Pozioma zielona kreska wskazuje zakres częstotliwości, w którym program poszukuje sygnału synchronizacji. Pozostałe zielone kreski wskazują zakres, w którym znajdują się sygnały danych JT65, czerwone natomiast odpowiadają częstotliwościom meldunków (komunikatów) specjalnych.
14. W kolejnym kroku należy wybrać za pomocą klawisza F6 następny przykład, w którym EA5SE nadaje do K1JT meldunek (komunikat) RRR. Krzywe fioletowa i pomarańczowa w oknie głównym odpowiadają widmom sygnału w obu fazach transmisji komunikatu. Na wskaźniku wodospadowym widoczne jest położenie obu linii widmowych komunikatu RRR w stosunku do sygnału synchronizacji i czerwonych znaczników. Po ponownym naciśnięciu klawisza F6 można zobaczyć następną fazę łączności, w której EA5SE nadaje końcowe 73 do K1JT.
15. Po skasowaniu zaznaczenia w polu „Freeze” należy za pomocą klawisza F6 wybrać następny przykład. Na wskaźniku wodospadowym widoczny jest słaby sygnał synchronizacji w pobliżu  $DF = -22$  Hz, charakteryzujący się zanikami libracyjnymi. Zdekodowany sygnał zawiera raport OOO nadawany przez EI4DQ do K1JT. Należy dwukrotnie nacisnąć na ton synchronizacji i za pomocą klawisza F6 otworzyć dalszy przykład, w którym EI4DQ po odebraniu raportu OOO od K1JT nadaje w odpowiedzi RO.
16. Po ponownym skasowaniu zaznaczenia w polu „Freeze” należy włączyć automatyczne dostrojenie („AFC”) i za pomocą klawisza F6 wywołać następny przykład. W paśmie przenoszenia widoczne są dwa sygnały zakłócające, które są jednak ignorowane przez WSJT. Program znajduje rzeczywisty ton synchronizacyjny dla  $DF = 223$  Hz i dekoduje komunikat zawierający raport OOO nadawany przez IK1UWL do K1JT. Należy na próbę wyłączyć automatyczne dostrojenie („AFC”) i nacisnąć przycisk dekodowania („Decode”). Powoduje to zmianę jednej z dwóch ostatnich (znajdujących się po prawej stronie) cyfr z jedynki na zero. Oznacza to, że po wyłączeniu automatyki dostrojenia program musiał skorzystać z dekodowania z poszukiwaniem dogłębnym („Deep search decoder”). Teraz należy ponownie nacisnąć na sygnał synchronizacji (w celu zasynchronizowania dekodera) i wywołać następną relację za pomocą klawisza F6. Po odebraniu potwierdzenia RO od K1JT IK1UWL nadaje w odpowiedzi RRR. Komunikat ten jest wprawdzie prawie niewidoczny na wskaźniku wodospadowym ale jest on mimo to błędnie dekodowany przez WSJT. Na zakończenie K1JT nadaje jeszcze 73.
17. Przed wywołaniem następnego przykładu należy znowu skasować zaznaczenie pola „Freeze” i wyłączyć automatyczne dostrojenie. W przykładzie, wywołanym, jak zwykle za pomocą klawisza F6, RU1AA nadaje wywołanie CQ. Jego sygnał jest silny i dobrze słyszalny. W następnych plikach zawarte są kolejne fazy QSO przeprowadzonego przez K1JT z RU1AA. W trakcie QSO przez pasmo przenoszenia programu przechodzą dwa sygnały zakłócające. Należy zwrócić uwagę, że meldunki specjalne są oznaczone znakiem zapytania o ile nie jest zaznaczone pole „Freeze” i zakres tolerancji (pole „Tol”) nie został ograniczony do 100 Hz lub poniżej.

Obie te funkcje zostają włączone automatycznie po dwukrotnym naciśnięciu myszą na sygnał synchronizacji.

Na zakończenie QSO RU1AA nadaje następujący komunikat:

**TNX JOE -14 73**

co oznacza, że odbiera sygnał K1JT na poziomie -14 dB. Wiadomości nie zawierające na początku obu znaków wywoławczych albo CQ czy QRZ z dodatkiem jednego znaku wywoławczego są traktowane jak zwykły tekst. Długość wiadomości tekstowych jest ograniczona do 13 znaków alfanumerycznych, ich ewentualny dalszy ciąg jest obcinany. W podanym przykładzie obcinana jest cyfra 3 z 73, ponieważ komunikat miałby długość 14 znaków.

18. Po ponownym włączeniu przeszukiwania (usunięciu zaznaczenia z pola „Freeze”) można wywołać następny przykład. Zawiera on nagranie silnie odbieranej stacji RW1AY/1 odpowiadającej na wywołanie CQ stacji K1JT. W celu zasynchronizowania dekodera do sygnału należy nacisnąć dwukrotnie na sygnał synchronizacji na wskaźniku wodospadowym lub na wierzchołek czerwonej krzywej w oknie głównym. Następnie można już otworzyć kolejne trzy pliki zawierające komunikaty „RO”, „73” i „-19TNXQSO 73”.
19. Jeżeli w przykładzie 12 nie udało się odebrać znaku drugiego z korespondentów (stacji odpowiadającej na wywołanie CQ) należy znowu włączyć przeszukiwanie (usunąć zaznaczenie z pola „Freeze”) i jeszcze raz otworzyć plik z przykładem z punktu 12 (DL7UAE). Należy teraz nacisnąć na mały czerwony wierzchołek, wyłączyć przeszukiwanie (zaznaczyć „Freeze”) i zwiększyć tolerancję do 10 Hz. Po naciśnięciu przycisku „Decode” w polu tekstowym można odczytać, że jest to SP6GWB wywołujący K1JT z bardzo dobrze odbieralnym sygnałem. Sygnały stacji DL7UAE i SP6GWB są oddalone od siebie tylko o 22 Hz i zachodzą na siebie w 355 Hz paśmie przenoszenia JT65B. Pomimo to i wzajemnych zakłóceń dekodery jest w stanie je rozróżnić i prawidłowo zdekodować dzięki zastosowanemu kodowi korekcyjnemu.
20. Na zakończenie należy jeszcze korzystając z tego samego pliku przykładowego wyłączyć przeszukiwanie (zaznaczyć pole „Freeze”), ustawić zakres tolerancji („Tol”) na 10 Hz i nacisnąć na węższy wierzchołek krzywej. Następnie za pomocą klawisza funkcyjnego F2 należy wywołać okno konfiguracyjne i wprowadzić w nim własny znak w miejsce domyślnego K1JT. Po zamknięciu okna konfiguracyjnego należy teraz podjąć próbę zdekodowania sygnału SP6GWB. Próba kończy się w tej sytuacji niepowodzeniem ponieważ program korzystał z (opisanego dalej) dekodera z przeszukiwaniem dogłębnym.

Było to ostatnie ćwiczenie kursu dekodowania.

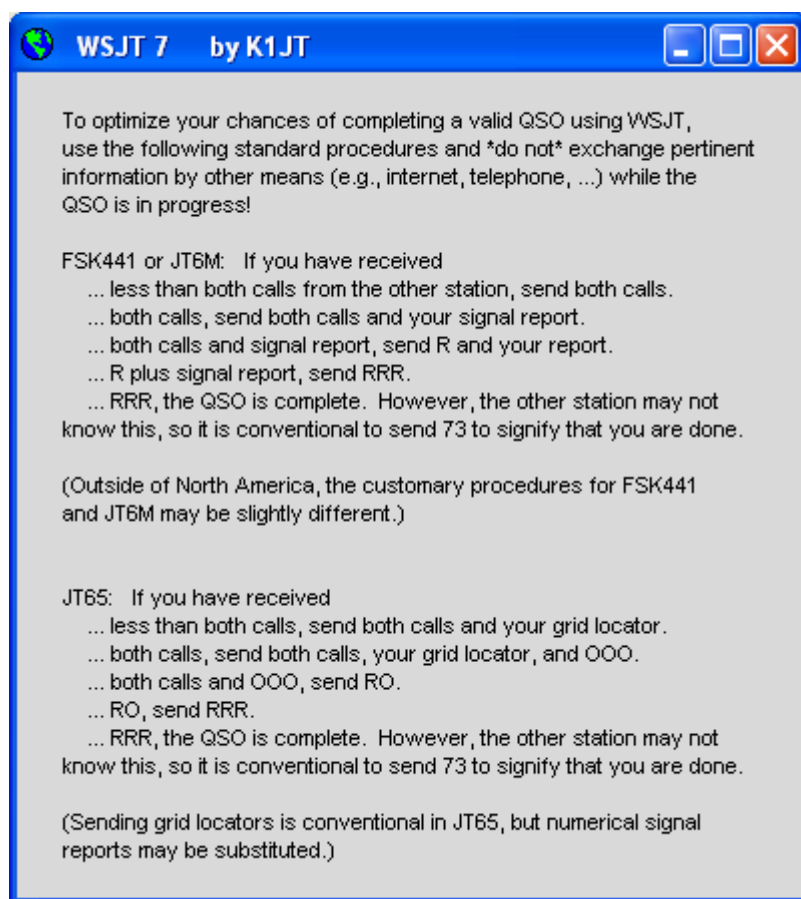


## Prowadzenie łączności

Z biegiem czasu wykształciły się zasady prowadzenia łączności MS, EME i przy wykorzystaniu rozproszenia jonosferycznego. Określają one zarówno minimalny zakres wymienianych informacji jak i przebieg samej łączności. Zasady te ułatwiają przeprowadzenie łączności w trudnych warunkach a ich nieprzestrzeganie powoduje, że łączność nie może być uznana za ważną.

Zasady te określają, że:

1. Dopóki korespondent nie odbierze prawidłowo obu znaków wywoławczych należy je powtarzać aż do skutku.
2. Po odebraniu obu znaków od korespondenta należy je nadać z dodatkiem raportu.
3. Po odebraniu od korespondenta obu znaków razem z raportem należy nadać literę R oraz własny raport. Nawet jeżeli w trakcie łączności zmieniają się warunki nie należy zmieniać raportu a pozostać przy już nadanym.
4. Po odebraniu od korespondenta litery R wraz z raportem należy nadać komunikat potwierdzający RRR.
5. Odebranie potwierdzenia RRR oznacza oficjalne zakończenie łączności, ale nie zawsze wiadomo, czy korespondent to też tak rozumie. Przyjęło się więc nadawanie na zakończenie przynajmniej pożegnania 73 lub, jak to widzieliśmy w niektórych z powyższych przykładów tekstu o dowolnej treści i długości do 13 znaków.



Pomimo, że zasady te zostały oficjalnie przyjęte przez IARU w niektórych rejonach stosowane bywają metody trochę zmodyfikowane i różniące się od oficjalnych. Naciśnięcie klawisza funkcyjnego F5 powoduje otwarcie okna, w którym dla przypomnienia przedstawione są oficjalne zasady prowadzenia QSO (jest ono przedstawione na ilustracji po lewej stronie). Okno to można otworzyć także poprzez menu pomocy.

Przed rozpoczęciem QSO należy wprowadzić do pola „To radio” znak korespondenta. Za pomocą przycisku ekranowego „Lookup” („Szukaj”) warto sprawdzić czy w bazie danych programu (w pliku *call3.txt*) nie znajdzie się także lokator stacji. Po ewentualnym znalezieniu program wpisuje go do pola „Grid”. Następnie należy za pomocą przycisku „GenStdMsgs” („Utwórz standardowe komunikaty”) utworzyć

komunikaty zawierające znak korespondenta. Będą one następnie kolejno używane w trakcie łączności. W przypadku gdy program nie znajdzie lokatora korespondenta w pliku *call3.txt* operator może wpisać go sam do pola „Grid”. WSJT oblicza na tej podstawie odległość i kierunek ustawienia anteny. Pole „Tx First” określa, która ze stacji nadaje o parzystych minutach lub w trakcie pierwszej połowy minuty (w zależności od rodzaju łączności). Jego zaznaczenie powoduje, że własna stacja nadaje w minutach parzystych lub w pierwszej połowie minuty natomiast usunięcie zaznaczenia daje skutek odwrotny.

Wybór tej lub innej alternatywy jest oczywiście zależny od dokonanego przez korespondenta. Przykładowo odebranie wywołania w nieparzystej minucie albo w drugiej połowie minuty (mówiąc ogólnie w drugiej połowie cyklu) wymaga zaznaczenia pola „Tx First” jeśli chcemy przeprowadzić z nim łączność.

Przed rozpoczęciem nadawania należy wybrać właściwy tekst spośród przygotowanych do tego celu przez program. Służą do tego przyciski „Txn” gdzie n jest kolejnym numerem tekstu. Wybór tekstu zależy oczywiście od danej sytuacji – nadawania wywołania, odpowiedzi na wywołanie, odpowiedzi na kolejny otrzymany komunikat (tekst) korespondenta.

Najłatwiej przyswoić sobie właściwą kolejność tekstów pamiętając, że są one ułożone naprzemian: po tekście nadanym wypada tekst, który należy otrzymać od korespondenta a na niego należy odpowiedzieć kolejnym (licząc w kierunku wzrastających numerów lub z góry na dół na ekranie). Przykładowo stacja nadająca wywołanie CQ rozpoczyna od tekstu „Tx6”, oczekuje na odpowiedź w stylu tekstu „Tx1” (oczywiście do tego czasu pole „To radio” nie zawiera znaku korespondenta, ponieważ będzie on znany dopiero po otrzymaniu odpowiedzi na wywołanie), wpisuje – jak podano powyżej znak potencjalnego korespondenta do pola „To radio” itd. po czym po utworzeniu pasujących tekstów standardowych odpowiada za pomocą tekstu „Tx2”, oczekuje na prawidłowy odbiór tekstu „Tx3” itd. czyli nadaje teksty o numerach parzystych. Przejście do kolejnego nadawanego tekstu odbywa się zgodnie z podanymi uprzednio zasadami tzn. po bezbłędnym odebraniu relacji korespondenta.

Stacje odpowiadające na wywołanie CQ rozpoczynają nadawania od tekstu „Tx1” (po wpisaniu znaku stacji wywołującej do pola „To radio” itd.), oczekują na pełny odbiór tekstu „Tx2” po czym przechodzą do nadawania tekstu „Tx3” itd. Nadają więc one teksty o numerach nieparzystych a oczekują na odbiór parzystych.

Przycisk „Auto” powoduje rozpoczęcie nadawania zgodnie z przyjętą siatką czasową. Naciśnięcie przycisku z numerem tekstu po uruchomieniu automatycznego nadawania (rozpoczyna się ono oczywiście nie od razu po włączeniu a we właściwym momencie czasowym) oznacza, że będzie on nadany jako następny. Natomiast naciśnięcie przycisku wyboru tekstu przy wyłączonej automatyce cyklicznej powoduje nadanie tekstu natychmiast. Może to odbyć się w niewłaściwym momencie i spowodować zakłócenia innych łączności. Do przerywania nieumyślnie rozpoczętej transmisji służy przycisk „Tx stop”.

W oknie wskaźnika wodospadowego wyświetlane jest w czasie rzeczywistym widmo odbieranego sygnału. Dla emisji FSK441 i JT65M widmo przesuwane jest w kierunku poziomym z lewej strony na prawą a dla JT65, JT2, JT4, JT64A, CW i WSPR – z góry na dół.

Szybkość przesuwania się wskaźnika wybiera się w górnej części okna. Standardowo jest to szybkość 3.

Po zakończeniu cyklu odbioru WSJT dekoduje odebrane sygnały i wyświetla ich treść w oknie głównym. Przykłady dla różnych rodzajów emisji są zawarte w instrukcji. Zielona linia w oknie głównym obrazuje przebieg siły sygnału w funkcji czasu natomiast znaczenie pozostałych kolorowych linii zależy od używanego rodzaju emisji. Mogą one reprezentować przykładowo widmo sygnału lub stan synchronizacji.

Zdekodowany tekst jest wyświetlany w polu tekstowym poniżej wskaźnika graficznego w oknie głównym. Jest on też zapisywany na dysku w pliku *all.txt*. Każda z linii tekstu zawiera odchyłkę częstotliwości DF w stosunku do środka skali. Dokładność wskazań wynosi +/- 25 Hz dla FSK441, +/- 10 Hz dla JT6M i +/- 3 Hz dla JT65. Wartość ta jest zależna od stabilności oscylatorów w radiostacji ale powinna być w zasadzie stała dla dekodowalnych sygnałów.

Dwukrotne naciśnięcie znaku wywoławczego stacji w polu tekstowym powoduje skopiowanie go do pola „To radio”. Program poszukuje lokatora stacji we własnej bazie danych (w pliku *call3.txt*) i po ewentualnym znalezieniu wpisuje go do pola „Grid”. Znak ten zostaje również wpisany do tekstów „Tx1” i „Tx2”. Jeżeli w odebrany tekście zostanie rozpoznane wywołanie CQ program automatycznie wybiera tekst „Tx1” jako następny przeznaczony do nadania. W przeciwnym przypadku jako następny wybierany jest tekst „Tx2”.

Wybór czasu w cyklu (pole „Tx First”) jest zależny od czasu odbioru sygnału (potencjalnego) korespondenta. Parametr konfiguracyjny „Double-click on callsign sets Tx First” („Podwójne naciśnięcie na znak powoduje wybranie pierwszej połowy cyklu) powoduje, że pierwsza połowa cyklu jest w tej sytuacji wybierana automatycznie.

### **Baza danych znaków wywoławczych**

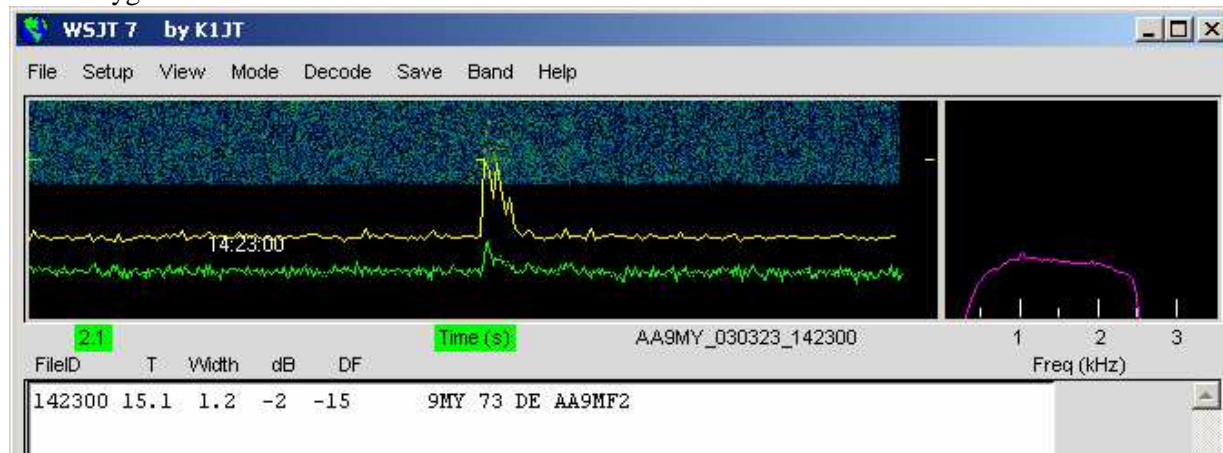
Baza danych znaków wywoławczych stacji zawarta jest w pliku tekstowym noszącym nazwę *call3.txt*. Podstawowa wersja pliku znajduje się w archiwum instalacyjnym WSJT natomiast wersje aktualne dostępne są w internecie m.in. pod adresem <http://www.dl8ebw.de/DATABASE/database.html>. Każdy z użytkowników może oczywiście uzupełniać w miarę potrzeby zawartość posiadanej bazy danych.

## Emisje

### FSK441 i JT6M

W obu tych emisjach fazy nadawania i odbioru wynoszą po 30 sekund a całkowita długość cyklu – 60 sekund. W trakcie odbioru program poszukuje krótkich sygnałów powstających w wyniku odbicia od smug meteorytów. Sygnały te są słyszalne a na ekranie są one widoczne w postaci wierzchołków na zielonej linii lub rozjaśnień na wskaźniku wodospadowym.

#### Odbiór sygnału JT6M



W wyniku pojedynczego odbicia program może odebrać jedną lub więcej linii tekstu. Naciśnięcie lewym klawiszem myszy na wierzchołek krzywej w polu graficznym powoduje zdekodowanie sygnału odebranego w wyniku tego odbicia. Można także nacisnąć w miejscu odbieranego sygnału w oknie wodospadowym. Naciśnięcie lewym klawiszem myszy powoduje zdekodowanie 4-sekundowego fragmentu sygnału w pobliżu wskaźnika myszy natomiast prawym – 10-sekundowego.

WSJT przeszukuje pasmo o szerokości +/-400 Hz w poszukiwaniu sygnałów użytecznych. Zakres ten można zawęzić poprzez wpisanie pożądanej wartości do pola „Tol”. Naciskając pole lewym lub prawym klawiszem myszy użytkownik może w dowolnym momencie zmienić wartość parametru (lewy klawisz powoduje rozszerzenie zakresu natomiast prawy – jego zawężenie).

W polu „S” podana jest wartość progowa siły sygnału powyżej której program rozpoznaje odbicie. Wartość tą można zmieniać naciskając pole lewym lub prawym klawiszem myszy podobnie jak w przypadku zakresu tolerancji.

Parametr „Clip” reguluje odporność programu na zakłócenia szerokopasmowe np. impulsowe.

W przypadku ich występowania należy zwiększyć wartość parametru. Również i w tym polu zmiany wartości najwygodniej dokonać naciskając pole lewym lub prawym klawiszem myszy.

Przycisk „Defaults” przywraca parametrom wartości domyślne.

Jeżeli w trakcie pracy emisjami FSK441 i JT6M odchyłka DF przekracza +/-100 Hz należy skorygować dostrojenie odbiornika za pomocą strojenia różnicowego RIT albo korzystając z drugiego VFO (czyli z oddzielnych VFO dla nadawania i odbioru).

W trakcie pracy emisją JT6M można wyłączyć przeszukiwanie (zaznaczyć pole „Freeze”) i oddzielnie dobrać wartość DF. Częstotliwość nadawania powinna pozostać stała ponieważ partner może próbować w identyczny sposób poprawić dostrojenie.

Zielona linia wskazuje poziom całkowitego sygnału JT6M natomiast żółta – poziom sygnału synchronizacji. JT6M próbuje dekodować zarówno pojedyncze sygnały odbite jak i całość odebraną w trakcie danego cyklu (lub jego części) złożyć razem aż do otrzymania wiadomości sumarycznej (ang. *average message*). Są one wyświetlane w polu tekstowym okna głównego i zaznaczone gwiazdką po prawej stronie.

Podobnie jak w przypadku FSK441 użytkownik może eksperymentować z różnymi możliwościami dekodowania odebranego sygnału. JT6M może dekodować sygnały o kilka dB słabsze aniżeli w przypadku FSK441. Nawet naciśnięcie myszą na płaski odcinek zielonej linii, gdzie nie można nawet spo-

dziewać się żadnego sygnału powoduje często wyświetlenie znaku wywoławczego jakiejś stacji albo ujawnia inne fragmenty QSO.

Standardowe komunikaty dla łączności FSK441 i JT6M są tworzone w oparciu o wzorce zawarte w oknie konfiguracyjnym. Użytkownik może w razie potrzeby dokonać w tym oknie odpowiednich zmian wzorców. Podane w nim domyślne wzorce odpowiadają standardom przyjętym w Europie i Ameryce Północnej. Dokonane zmiany wzorców i innych parametrów konfiguracyjnych są automatycznie zapisywane w momencie zamykania programu i są używane po jego ponownym starcie.

Teksty dla FSK441 i JT6M mogą mieć maksymalnie długość 28 znaków alfanumerycznych i mogą zawierać cyfry, duże litery oraz następujące znaki przestankowe i specjalne:

., / # ? \$ oraz znak odstępu.

W trakcie pracy emisją FSK441 można korzystać ze specjalnych skróconych meldunków R26, R27, RRR i 73 jeżeli dopuści się to w punkcie „Sh Msg”.

Są one nadawane przy użyciu sygnałów o częstotliwościach 882, 1323, 1764 i 2205 Hz. Meldunków tych nie należy używać w okresach większej aktywności kiedy mogłoby to doprowadzić do nieporozumień. Należy wówczas korzystać z transmisji tekstowej.

Zalecane jest aby stacje znajdujące się na północ lub zachód od korespondenta nadawały w minutach nieparzystych a znajdujące się na południe lub wschód – w minutach parzystych licząc od początku godziny. W przypadku łączności przypadkowych (nieumówionych) najlepiej jest dostosować się do cyklu wywoływanej stacji – tzn. nadawać w minutach, w których jest ona na odbiorze.

Najkrótsze QSO przeprowadzone emisjami FSK441 albo JT6M może wyglądać jak następuje:

<u>Stacja 1</u>	<u>stacja 2</u>
CQ K1JT	K1JT W8WN
W8WN K1JT 27	JT R26
WN RRR	73 W8WN

Kolejne teksty mogą być nadawane jedynie wówczas gdy poprzednie zostały bezbłędnie odebrane.

### Częstotliwości FSK441

Częstotliwości wywoławcze FSK441 w pasmach 50, 144 i 432 MHz wynoszą:

- o 50,270 MHz (zakres WSJT 50,255 – 50,285 MHz).
- o 144,140 MHz (zakres WSJT 144,110 – 144,160 MHz).
- o 432,110 – 432,200 MHz.

### Raporty dla łączności MS

W łącznościach poprzez odbicia od smug meteorów stosowany jest system raportów zbliżony do fonicznego systemu RS ale podawane wartości liczbowe nie powtarzają się co ułatwia uniknięcie omyłek.

<b>1 cyfra – długość odbicia</b>	<b>2 cyfra – siła odbioru</b>
1 – sygnał odbity bez informacji użytecznej	
2 – odbicia o długości do 5 sekund	6 – siła odbioru do S3
3 – odbicia o długości 5 – 20 sekund	7 – siła odbioru S4 – S5
4 – odbicia o długości 20 – 120 sekund	8 – siła odbioru S6 – S7
5 – odbicia przekraczające 120 sekund	9 – sygnały S8 i silniejsze

W niektórych krajach stosowane są trochę inne systemy raportów ale nawet jeżeli zostanie odebrany raport odbiegający od podanego wzorca należy go zaakceptować i nadać raport zgodnie ze stosowanymi zawsze zasadami.

Nie należy zmieniać raportu podczas trwania QSO nawet jeżeli okaże się, że możliwe byłoby nadanie korzystniejszego. Pierwszy nadany raport pozostaje jedynym obowiązującym w trakcie danego QSO. Stosowany alternatywnie system raportów TMO najłatwiej zapamiętać mnemotechnicznie jako:

**T** – Trudne warunki odbioru,

**M** – Może być,

**O** – Optymalny odbiór.

## JT65

W emisji JT65 dostępne są trzy warianty: JT65A, JT65B i JT65C. Są one zasadniczo podobne do siebie i różnią się tylko zależnościami czasowymi. Szczegóły podane są w dodatku A.

W chwili obecnej wariant JT65A jest stosowany na falach krótkich i w paśmie 50 MHz, JT65B w pasmach 144 i 432 MHz a JT65C w paśmie 1296 MHz.

Warianty B i C są odrobinę mniej czułe ale za to bardziej odporne na wpływy niestabilności częstotliwości i szybkich zaników sygnału.

W emisji JT65 stosowane są fazy nadawania i odbioru trwające po 60 sekund. Odebrany sygnał jest analizowany w całości po zakończeniu odbioru (trwającego około 47 sekund).

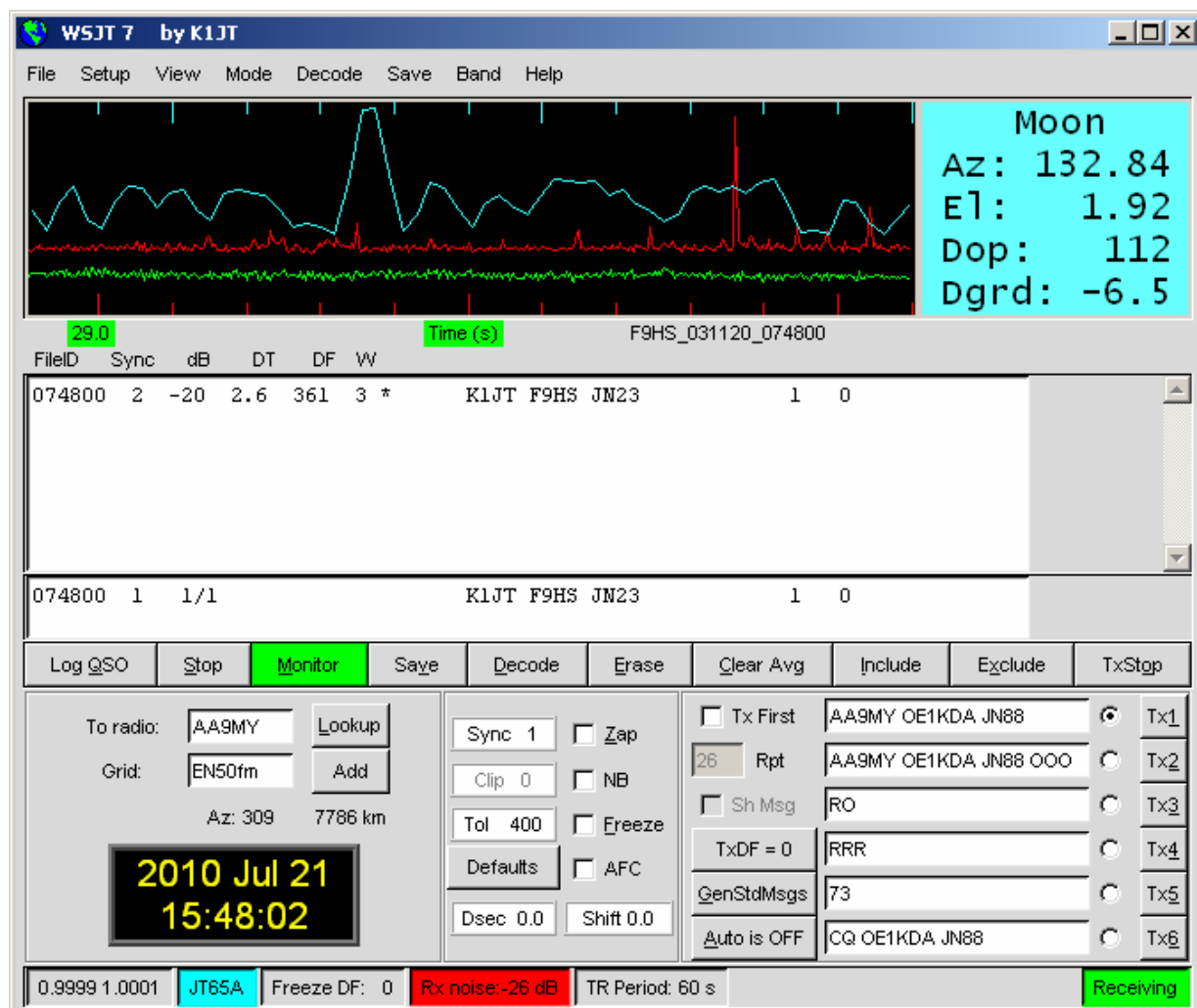
Na wskaźniku graficznym w oknie głównym widoczne są oprócz linii zielonej dwie dodatkowe: czerwona i niebieska.

Czerwona linia wskazuje próby zasynchronizowania się przez program a niebieska przebieg synchronizacji w funkcji czasu. Obie linie są potrzebne w procesie dekodowania. Dolny próg synchronizacji podawany jest w polu „Sync”. Domyślnie jest to wartość 1.

Momenty udanej synchronizacji programu jest wskazywane na ekranie w postaci spiczastego wierzchołka na czerwonej linii i szerokiego na niebieskiej.

Położenie tych maksimów jest związane z różnicą czasu i częstotliwości (DT i DF) pomiędzy stacją własną i korespondenta. Dla łączności EME różnica czasu wynosi około 2,5 sekundy a częstotliwość odbieranego sygnału ulega zmianom wskutek wpływu efektu Dopplera. Wpływ na otrzymane wartości mają także różnica częstotliwości dostrojenia obu stacji i niedokładności ich zegarów systemowych.

JT65 dopuszcza odchyłki częstotliwości dochodzące do +/-600 Hz a korekcję dostrojenia odbiornika należy przeprowadzić jedynie wówczas gdy czerwone wierzchołki odpowiadające momentom synchronizacji znajdują się na skraju wskaźnika. Na wyższych pasmach (powyżej 432 MHz) gdzie efekt Dopplera może spowodować zmiany częstotliwości rzędu wielu kHz odbiornik powinien być wyposażony w strojenie różnicowe RIT o szerokim zakresie albo też należy korzystać z oddzielnych VFO dla nadawania i odbioru.



Po znalezieniu przez program sygnału korespondenta wystarczy nacisnąć myszą na wierzchołek czerwonej krzywej w oknie głównym lub na sygnał synchronizacji na wskaźniku wodospadowym, wyłączyć poszukiwanie (zaznaczyć pole „Freeze”) i zawęzić zakres tolerancji do 100 Hz lub poniżej. Od tego momentu program poszukuje sygnału tylko w tym zawężonym zakresie wokół (wybranej) częstotliwości synchronizacji. Bieżące położenie prążka synchronizacji jest wskazywane w polu „Freeze DF” w dolnej linii informacyjnej.

Podwójne naciśnięcie myszą na wierzchołek czerwonej krzywej albo na prążek synchronizacji na wskaźniku wodospadowym powoduje automatycznie wykonanie wymienionych powyżej czynności tzn. zaznaczenie pola „Freeze” i ograniczenie zakresu tolerancji do 50 Hz oraz włączenie dekodera. Położenie prążka synchronizacji jest wyświetlane w polu „Freeze DF” i zaznaczone kolorowo w oknie wskaźnika wodospadowego.

Program dekodera ma strukturę wielowarstwową a jego dokładny opis znajduje się pod adresem <http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/JT65.pdf>.

W przypadku gdy ustepliwý dekodér Reeeda-Salomona nie może zdekodować sygnału program podejmuje bardziej dogłębną próbę (ang. *deep search*) przy użyciu dopasowanego filtra. Dekoder tworzy szereg hipotetycznych komunikatów i sprawdza ich poprawność porównując ze znakami stacji zawartymi w wewnętrznej bazie danych. Komunikaty te zawierają dane korekcyjne FEC a więc mają formę identyczną z nadawanymi są one następnie porównywane z odebrany m pod względem podobieństwa. W przypadku występowania różnic program odrzuca komunikat. Użytkownicy mogą sami założyć i uzupełniać bazę danych. Archiwum dystrybucyjne zawiera wyjściową bazę danych w pliku *call3.txt* z około 4800 znakami wywoławczymi aktywnych stacji pracujących emisjami WSJT.

Wyświetlane linie tekstu zawierają oprócz zdekodowanych informacji wartości odchyłek DT i DF, względną siłę odbioru sygnału synchronizacji, średni stosunek sygnału do szumu w dB (poziom względny w odniesieniu do pasma o szerokości 2500 Hz. Parametr „W” oznacza szerokość pasma sygnału

synchronizacji w Hz. Następny znak po wartości „W” informuje o wypadkowym poziomie sygnału synchronizacji, gwiazdka odpowiada sytuacji zwykłej natomiast krzyżyk (#) wiadomości zawierającej raport OOO. Na końcu (po prawej stronie) znajdują się dwie dalsze liczby. Pierwsza z nich wskazuje czy tekst został zdekodowany przy użyciu dekodera Reeda-Salomona (1) czy też nie (0). Druga z liczb obrazuje względny stopień ufności w skali od 0 do 10 dla dekodowania z poszukiwaniem dogłębnym. Dane te nie są wyświetlane dla meldunków specjalnych.

W przypadku gdy nie możliwe było osiągnięcie bezbłędnej synchronizacji program sumuje składniki widmowe z wielu cykli i próbuje utworzyć z nich tekst sumaryczny (ang. *average tekst*), który jest następnie wyświetlany w dolnym polu tekstowym znajdującym się powyżej linii przycisków.

W obszarze granicznym dekodery z poszukiwaniem dogłębnym dostarcza wyników niepewnych, do których można mieć tylko ograniczone zaufanie. W takiej sytuacji dekodowany tekst jest poprzedzony znakiem zapytania a ostateczna decyzja o uznaniu prawidłowości danych lub o ich odrzuceniu należy do operatora stacji.

Oceniając wartość zdekodowanych informacji lepiej jest założyć, że wiadomość zawiera całkowicie błędne znaki wywoławcze i współrzędne lokatora a nie tylko kilka zafałszowanych liter. W ocenie wartości informacji pomocne jest doświadczenie praktyczne w interpretacji znaczenia parametrów Sync, dB, DT, DF, W, przebiegu wszystkich trzech linii na wskaźniku graficznym, w rozpoznawaniu sygnałów zakłócających i interferencji i odróżnianiu ich od sygnałów użytecznych. Warto także podejść do otrzymanych danych z pewną dozą septycyzmu i w przypadku odebrania jakiegoś egzotycznego znaku sprawdzić w następnym cyklu czy pozostanie on niezmienny. Błędy przypadkowe powtarzają się naogół rzadko więc nieprawidłowo odebrany znak raczej nie będzie identyczny następnym razem. Operator może wpływać na przebieg procesu dekodowania w zależności od własnych potrzeb. Wyboru odpowiednich parametrów dokonuje się w menu „Decode” („Dekodowanie”).

- o Punkt „Decode”|”JT65”|”Only EME calls” („Dekodowanie”|”JT65”|”Wyłącznie stacje EME”) powoduje, że w trakcie przeszukiwania bazy danych program uwzględnia tylko znaki stacji z atrybutem EME.
- o Punkt „No shorthands if TX1” („Ignoruj komunikaty specjalne jeśli wybrany jest tekst Tx1”) powoduje, że program nie dekoduje komunikatów specjalnych dopóki nadawany jest tekst nr 1.
- o Punkt „Decode”|”JT65”|”No deep search” powoduje wyłączenie dekodera przeszukującego bazę danych. Jego włączenie powoduje punkt „Normal deep search” w tym samym menu. Wyniki dekodowania są jednak wyświetlane tylko wówczas gdy poziom ufności przekracza 3. Punkt „Aggressive deep search” („Intensywne przeszukiwanie”) powoduje wyświetlanie wyników począwszy od poziomu ufności 1. Ostatni punkt „Include average in aggressive deep search” powoduje uwzględnienie w procesie przeszukiwania także wiadomości uzyskiwane z sumowania (uśredniania) cykli. W przypadku umówionego QSO należy zaznaczyć pole „Sked”. Program nie wyświetla wówczas wyników poszukiwania dogłębnego o ile nie mają one związku z umówioną stacją.

### Formaty komunikatów JT65

Komunikaty JT65 mogą mieć jeden z trzech formatów:

1. Mogą zawierać dwa do czterech pól tekstowych (alfanumerycznych) o ustalonej i przedstawionej dalej zawartości.
2. Dowolny tekst o długości do 13 znaków alfanumerycznych.
3. Meldunki specjalne: RO, RRR i 73.

Pola tekstowe wiadomości (komunikatu) pierwszego typu mogą zawierać oba oficjalne znaki wywoławcze, czteropozycyjne współrzędne lokatora i ewentualnie raport OOO.

W miejscu pierwszego znaku może występować tekst CQ lub QRZ. Znaki wywoławcze mogą zawierać uzupełnienia oddzielone za pomocą ukośnej kreski takie jak prefiks kraju albo dodatki informujące o miejscu pracy innym niż stałe QTH (/m, /p, /1 itd.). Spis dozwolonych dodatków podany jest w dalszym ciągu instrukcji.

W polach tych mogą też występować raporty typu -NN lub R-NN gdzie NN jest raportem w dB oraz skróty RO, RRR i 73. Znak minusa poprzedzający raport jest obowiązkowy a sama wartość raportu



może leżeć w granicach 01 do 30. W przypadku niejednoznaczności raport powinien być uzupełniony o znak korespondenta lub przynajmniej jego część.

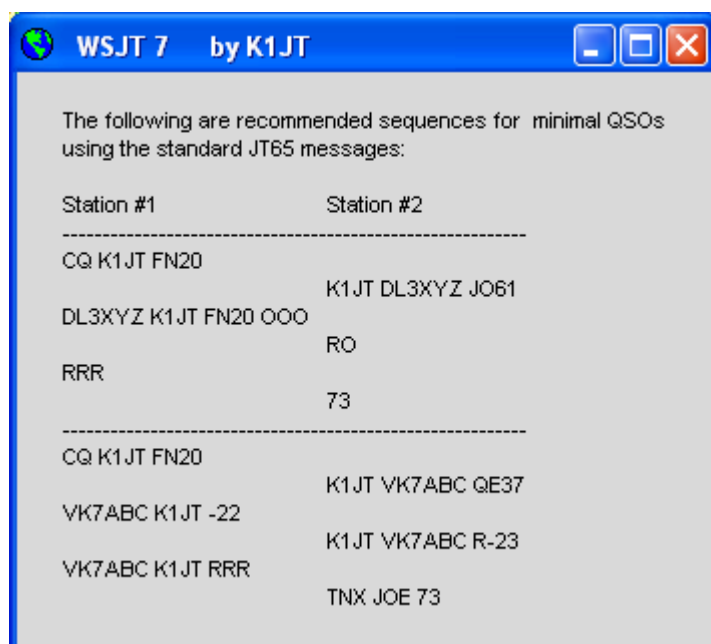
Najprostsza łączność JT65 może przebiegać jak następuje:

<u>Stacja 1</u>	<u>stacja 2</u>
CQ K1JT FN20	K1JT VK7MO QE37
VK7MO K1JT FN20 OOO	RO
RRR	73

W warunkach dużego ruchu (tłoku na paśmie) przebieg ten można jeszcze bardziej skrócić podając raport od razu w wywołaniu i rezygnując z pożegnania 73:

<u>Stacja 1</u>	<u>stacja 2</u>
VK7MO K1JT -24	K1JT VK7MO R-26
VK7MO K1JT RRR	

Okno obrazujące przebieg minimalnej łączności otwiera się za pomocą kombinacji klawiszy „Duże litery”-F5 (ang. *shift-F5*) lub w menu pomocy.



Przykłady użycia uzupełnień znaków:

CQ ZA/PA2CHR  
 CQ RW1AY/1  
 ZA/PA2CHR K1JT  
 K1JT ZA/PA2CHR OOO  
 QRZ K1JT FN20

Meldunki specjalne nadawane za pomocą ustalonych kombinacji tonów mogą być dekodowane nawet przy poziomach o 5 dB niższych od zwykłych komunikatów. Składają się one z dwóch kluczowanych tonów i są widoczne na wskaźniku wodospadowym w postaci dwóch równoległych linii. Komunikaty rozpoczynające się od RO, RRR i 73 są automatycznie nadawane w postaci specjalnej. Zwykle wiadomości spełniające wymagania podane w punkcie 1 tzn. zawierające

ją oba znaki, CQ, QRZ, współrzędne lokatora albo raport są kodowane i nadawane w sposób standardowy.

Wiadomości o innej treści są traktowane jak wiadomości typu 2 a ich długość jest ograniczona do 13 znaków alfanumerycznych (liter, cyfr lub znaków przestankowych).

Treść nadawanego komunikatu jest wyświetlana po prawej stronie dolnej linii informacyjnej.

Standardowa wiadomość typu 1 jest wyświetlana na żółtym tle, tekstowa (typu 2) – na czerwonym a meldunki specjalne – na niebieskim.

### Częstotliwości JT65 na falach krótkich i na UKF

Na falach krótkich zalecane jest korzystanie z następujących częstotliwości dla emisji JT65A (odpowiadają one częstotliwości wytłumionej nośnej czyli odczytywanej na skali częstotliwości dostrojenia VFO):

- 1838 kHz
- 3576 kHz
- 7035 kHz w Europie i 7076 kHz w USA
- 10139 kHz
- 14076 kHz
- 18102 kHz
- 21076 kHz
- 28076 kHz.

Podobnie jak w większości emisji cyfrowych używana jest górna wstęga boczna (USB). Największe szanse spotkania korespondentów rokuje częstotliwość 14076 +/- 1 kHz, na pozostałych częstotliwościach odbywają się głównie łączności umówione.

W łącznościach naziemnych JT65A na UKF-e zalecane są częstotliwości:

- 50,076 MHz
- 50,160 MHz
- 50,260 MHz
- 144,076 MHz
- 144,116 MHz
- 144,160 MHz.

Aktualne informacje o aktywności JT65 zarówno na falach krótkich jak i EME można znaleźć w internecie m.in. pod adresem <http://www.chris.org/cgi-bin/jt65talk>.

### CW

Emisja CW ma służyć jako pomoc dla amatorów łączności EME chcących korzystać z cykli 1, 2 i 2,5 sekundowych. Program nadaje z szybkością 15 słów/min. kluczując ton o częstotliwości 800 Hz oraz włącza i wyłącza nadajnik. Użytkownik musi wybrać długość cyklu naciskając prawym albo lewym klawiszem myszy na pole „TR period” w dolnej linii informacyjnej. Przeważnie w paśmie 50 MHz stosowane są cykle 1-minutowe, w paśmie 144 MHz – 1- lub 2-minutowe a w paśmie 432 MHz i w wyższych – 2,5 minutowe.

Teksty tworzone są i wybierane w sposób identyczny jak dla JT65.

### WSPR

W wersji 7 dodana została możliwość prowadzenia łączności w systemie WSPR. Początkowo był on przewidziany wyłącznie do pracy radiolaterni małej mocy służących do badania warunków propagacji i do tego celu został także opracowany oddzielny program noszący nazwę WSPR. Bardzo dobre wyniki odbioru siągane przy niskich mocach nadajników spowodowały zainteresowanie możliwością prowadzenia QSO emisją WSPR. Program WSPR nadaje komunikaty w standardowym formacie natomiast w WSJT ich format został rozszerzony tak, że mogą one zawierać nie tylko informacje radiolaterni ale również i informacje niezbędne do przeprowadzenia łączności. Nowsze wersje programu WSPR dekodują również komunikaty o rozszerzonym formacie ale nadają jedynie standardowe komunikaty radiolaterni.

Ze względu na obszerność tematu jego szczegółowe omówienie zostało przeniesione do dodatku A.

### Doświadczalne emisje JT2 i JT4

Emisja JT2 korzysta z dwustanowego kluczowania częstotliwości (FSK) do celów synchronizacji i z różnicowego kluczowania częstotliwości dla transmisji danych. Pozwala to na transmisję bitu

danych i synchronizacyjnego w każdym z nadawanych symboli. Symbole te są nadawane z szybkością 4,375 bodów a odstęp częstotliwości wynosi 4,375 Hz.

JT4 korzysta natomiast z czterostanowego kluczowania częstotliwości i pozwala na zawarcie w każdym z symboli zarówno bitu synchronizacji jak i bitu danych. Szybkość transmisji wynosi również 4,375 boba ale możliwy jest tu wybór różnych odstępów częstotliwości.

Obie emisje są przeznaczone do prowadzenia łączności przy użyciu bardzo słabych sygnałów. Stosowana jest w nich taka sama struktura komunikatów i taki sam sposób kodowania jak w emisji JT65. Do korekcji przekłamań FEC stosowany jest kod splotowy o długości  $K = 32$  i współczynnika  $r = 1/2$ . Powoduje to otrzymywanie wyników podobnych jak w przypadku JT65 – albo stacja odbiorcza jest w stanie zdekodować komunikat bezbłędnie albo jest on ignorowany.

Wyniki uzyskiwane dla emisji JT2 są porównywalne z osiąganymi dla JT65 albo nawet trochę lepsze na pasmach 144 MHz i poniżej. Sygnał zajmuje pasmo 8,75 Hz co pozwala na zmieszczenie dużej liczby stacji w standardowym kanale SSB (2,5 kHz). Może więc ona być wykorzystywana również do łączności EME niezależnie od użycia jej w pasmach fal długich, średnich i krótkich.

Emisja JT4 jest jeszcze w większym stopniu odporna na niekorzystne warunki w porównaniu z JT2. Dla celów eksperymentalnych przewidziano w niej szereg różnych szerokości pasma sygnału a poszczególne jej warianty noszą oznaczenia JT4A do JT4G.

W sygnale JT4A stosowany jest odstęp tonów równy 4,375 Hz a całkowita szerokość pasma wynosi 17,5 Hz czyli dwa razy więcej niż dla JT2, ale jest to tylko 5 % pasma zajmowanego przez sygnał JT65B. Czułość odbioru JT4A jest tylko o 0,5 do 1 dB gorsza aniżeli dla JT65.

Dla JT4G odstęp tonów wynosi 315 Hz a całkowita szerokość pasma 1260 Hz. Szerokopasmowe warianty JT4 są przewidziane w pierwszym rzędzie dla łączności EME w pasmach mikrofalowych albo dla łączności z rozproszeniem przez obszary deszczowe (ang. *rain scatter*) w paśmie 10 GHz.

Emisje JT2 i JT4 są w stadium eksperymentalnym i w związku z tym ich parametry i właściwości mogą ulec zmianom w przyszłych wersjach programu. Autor nie zaleca na razie rezygnacji z pracy emisją JT65 i zastąpienia jej przez JT2 lub JT4.

Zestawienie najważniejszych parametrów emisji JT2 i JT4

Emisja	Odstęp częstotliwości	Pasma	Czułość (min. stos. sygnału do szumu)	Zastosowanie
	[Hz]		[Hz]	
JT2	4,375	8,75	-24	KF, EME na 50 i 144 MHz
JT4A	4,375	17,5	-23	EME na UKF-ie
JT4B	8,75	35,0	-22	
JT4C	17,5	70,0	-21	
JT4D	39,375	157,5	-20	EME w pasmach 2,3 i 3,4 GHz
JT4E	78,75	315,0	-19	EME w paśmie 5,7 GHz
JT4F	157,5	630,0	-18	EME w paśmie 10 GHz
JT4G	315,0	1260,0	-17	

Graniczną czułość (minimalny stosunek sygnału do szumu) należy traktować orientacyjnie i odnosi się do warunków gdy rozmycie widma sygnału nie przekracza odstepu częstotliwości.

W trakcie pracy można zauważyć 3 listki boczne oprócz głównego wierzchołka czerwonej linii. Uwagi dotyczące możliwych zastosowań należy traktować jako sugestię. Ścisłejsze określenie granic zastosowań będzie możliwe dopiero po zdobyciu doświadczeń praktycznych.

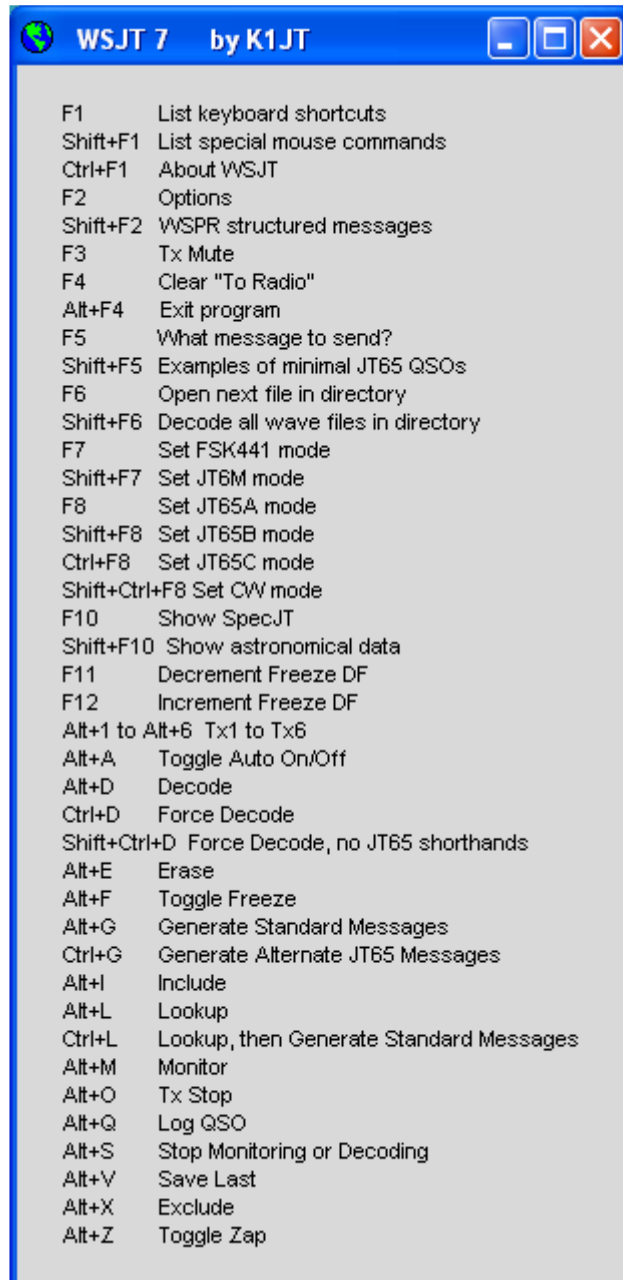
Dekodery obu emisji nie są jeszcze całkowicie dopracowane ani zoptymalizowane. W dalszym ciągu konieczne jest użycie automatycznego dostrojenia (AFC), uśredniania (kumulowania) kolejnych komunikatów, użycia dopasowanych filtrów i precyzyjnego doboru parametrów.

Jak dotąd obie emisje były skutecznie stosowane w zakresach od 1,8 MHz do 144 MHz włącznie z łącznościami EME.

## Znaczenie klawiszy i ich kombinacji

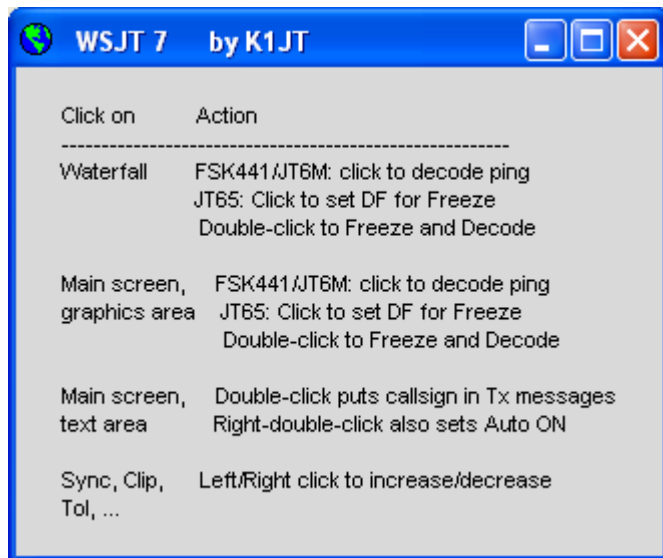
Klawisz funkcyjny F1 lub punkt menu „Help”|”Keyboard shortcuts” |”Pomoc”|”Znaczenie klawiszy”) powodują otwarcie okna, w którym dla przypomnienia podane jest znaczenie klawiszy i ich kombinacje. Pozwalają one na szybsze wywołanie potrzebnej funkcji bez konieczności szukania jej w menu.

Klawisz lub kombinacja	Znaczenie (funkcja)
F1	Otwarcie okna zawierającego niniejszy spis (jest ono przedstawione na ilustracji poniżej).
„Duże litery”-F1 („Shift”-F1)	Wywołanie spisu funkcji wywoływanych za pomocą myszy.
CTRL-F1	Wywołanie informacji o programie.
F2	Otwarcie okna konfiguracji.
F3	Blokada nadawania.
F4	Skasowanie zawartości pola znaku korespondenta („To radio”).
F5	Otwarcie okna przypominającego zasady łączności i kolejność komunikatów.
F6	Otwarcie następnego pliku dźwiękowego WAV.
„Duże litery”-F6	Odtworzenie wszystkich plików dźwiękowych WAV.
F7	Wybór emisji FSK441.
„Duże litery”-F7	Wybór emisji JT6M.
F8	JT65A
„Duże litery”-F8	JT65B
CTRL-F8	JT65C
„Duże litery”-CTRL-F8	Przejsie na telegrafię (CW).
F10	Przechodzenie do kolejnych okien programu.
ALT-1 do ALT-6	Wybór odpowiednio tekstów Tx1 do Tx6.
ALT-A	Włączenie lub wyłączenie automatycznej transmisji (odpowiada przyciskowi „Auto...”).
ALT-D	Dekodowanie
ALT-E	Kasowanie
ALT-F	Przełączanie zamrażania poszukiwania (pole „Freeze”).
ALT-G	Utworzenie standardowych komunikatów (odpowiada przyciskowi „GenStdMsgs”).
ALT-I	Włączenie ścieżki do dekodowania (odpowiada przyciskowi „Include”).
ALT-L	Funkcja poszukiwania („Lookup”).
CTRL-L	Funkcja poszukiwania („Lookup”) i utworzenie standardowych komunikatów.
ALT-M	Włączenie odbioru i dekodowania (odpowiada przyciskowi „Monitor”).
ALT-O	Przerwanie nadawania (odpowiada przyciskowi „Tx Stop”).
ALT-P	Odtwarzanie.
ALT-Q	Zapis QSO w dzienniku stacji.
ALT-S	Wyłączenie odbioru i dekodowania (odpowiada przyciskowi „Stop”).
ALT-V	Zapis ostatniej odebranej ścieżki.
ALT-X	Wyłączenie ostatniej ścieżki.
ALT-Z	Zaznaczenie lub usunięcie zaznaczenia w polu „ZAP” (włączenie lub wyłączenie funkcji „ZAP” czyli eliminacji krótkich zakłóceń impulsowych przed zdekodowaniem sygnału).
Klawisze znacznika (strzałki) w prawo i w lewo	Zmiana parametru DF w górę lub w dół.



## Funkcje myszy

Punkt menu „Help”|„Special mouse commands” („Pomoc”|„Funkcje myszy”) otwarcie okna, w którym dla przypomnienia wymienione są funkcje wywoływane za pomocą myszy w poszczególnych polach lub obszarach okien.



Click on	Action
Waterfall	FSK441/JT6M: click to decode ping JT65: Click to set DF for Freeze Double-click to Freeze and Decode
Main screen, graphics area	FSK441/JT6M: click to decode ping JT65: Click to set DF for Freeze Double-click to Freeze and Decode
Main screen, text area	Double-click puts callsign in Tx messages Right-double-click also sets Auto ON
Sync, Clip, Tol, ...	Left/Right click to increase/decrease

### Na wskaźniku wodospadowym:

FSK441/JT6M – naciśnięcie na sygnał powoduje zdekodowanie odbicia.

JT65: – naciśnięcie na sygnał powoduje wybór DF i zaznaczenie pola „Freeze”. Podwójne naciśnięcie – włączanie i wyłączanie pola „Freeze”.

### Okno główne, wskaźnik graficzny:

FSK441/JT6M – w celu zdekodowania należy nacisnąć na krzywą przebiegu sygnału w miejscu przypuszczalnego odbicia (wierzchołka),

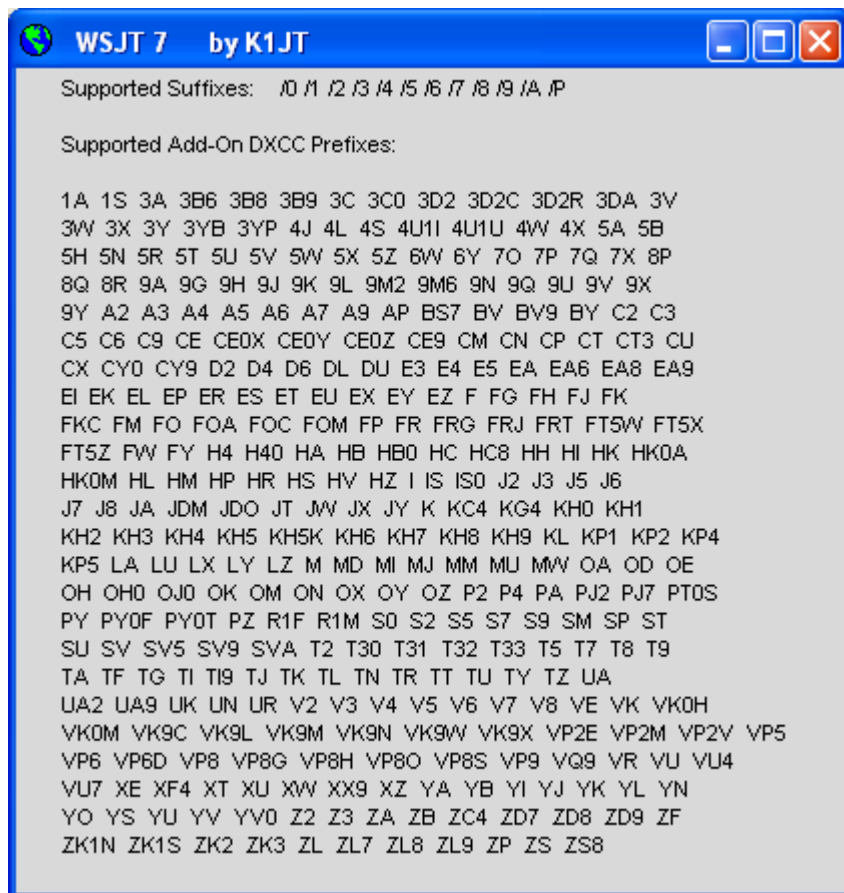
JT65 – naciśnięcie na krzywą powoduje wybór DF i zaznaczenie pola „Freeze”. Podwójne naciśnięcie – włączanie i wyłączanie pola „Freeze”.

### Okno główne, pole tekstowe:

Podwójne naciśnięcie lewym klawiszem myszy powoduje wstawienie znaku wywoławczego do komunikatów i pola „To radio”. Naciśnięcie prawym klawiszem myszy powoduje włączenie automatyki nadawania.

Pola parametrów „Sync”, „Clip”, „Tol” itd. – naciśnięcie lewym klawiszem myszy powoduje zwiększenie, a prawym – zmniejszenie wartości parametru.

## Dozwolone rozszerzenia znaków wywoławczych



Widoczne po lewej stronie okno, otwierane w menu pomocy, zawiera spis dopuszczalnych rozszerzeń znaków wywoławczych: zarówno ich prefiksów jak i sufiksów.

## Wybór literatury

1. "WSJT: New Software for VHF Meteor-Scatter Communication." (QST, grudzień 2001)
2. "JT44: New Digital Mode for Weak Signals." (QST, czerwiec 2002)
3. "EME with JT65" (QST, czerwiec 2005)
4. "The JT65 Communications Protocol" (QEX, wrzesień-październik 2005).
5. "WSJT: Meteors, Moonbounce, and More." (materiały z konferencji, wrzesień 2005)
6. "Open Source WSJT: Status, Capabilities, and Future Evolution." (materiały z konferencji, Wurzburg, sierpień 2006)
7. "Open Source WSJT." (prezentacja PowerPoint)
8. "How Many Bits are Copied in a JT65 Transmission?" (DUBUS, 3/2006)
9. "Recommended Procedures for Random Digital EME." (DUBUS, 3/2006)
10. "MAP65: A Panoramic, Polarization-Matching Receiver for JT65." (Microwave Update, październik 2007)
11. "Quest for Optimum Coding and Modulation Schemes for EME." (materiały z konferencji, Florencja, sierpień 2008)

Spis i dostęp do aktualnie zalecanej literatury na temat WSJT, łączności EME i tematyki pokrewnej znajduje się w witrynie K1JT pod adresem:

<http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/Documentation.htm>.



## Dodatek A

### Łączności WSPR w programie WSJT7

#### Wprowadzenie

W poniższych punktach przedstawiono najważniejsze różnice pomiędzy emisjami WSPR i JT65.

1. W trybie WSPR stosowane są cykle o czasie trwania 2 minut w miejsce minutowych jak w JT65.
2. Struktury komunikatów różnią się lekko między sobą. Znaki wywoławcze podawane w spiczastych nawiasach są nadawane w postaci zakodowanej (szczegóły podane są w dalszym ciągu instrukcji); w raportach używana jest skala S1 do S9 przy czym S1 odpowiada stosunkowi sygnału do szumu odpowiadającemu -30 dB na skali WSJT, S2 — -27 dB, itd. aż do S9 – -6 dB. Użytkownik ma do dyspozycji szereg gotowych w całości lub częściowo typowych komunikatów oraz komunikaty o dowolnej zawartości i długości do ośmiu liter. Zestaw komunikatów wraz z przykładami podany jest w tabeli 1.
3. Naciśnięcie prawym klawiszem myszy na pole TX6 powoduje otwarcie okna z przykładowymi wzorami komunikatów przeznaczonych do celów specjalnych. We wzorach tych należy zastąpić słowa pisane małymi literami przez rzeczywiste dane natomiast słowa napisane dużymi literami pozostają bez zmiany. Po naciśnięciu na ekranie przycisku „OK” komunikat jest kopiowany do pola TX6 w oknie głównym programu. Kombinacja klawiszy „duże litery” i F2 powoduje wyświetlenie spisu słów dozwolonych do użycia w komunikatach specjalnych. Użytkownik powinien zwrócić uwagę na przestrzeganie formatu komunikatów. Treść komunikatów wraz z zawartymi w nich określeniami nadawana jest w postaci zakodowanej i dlatego też wszelkie nieprawidłowości – odchyłki od dopuszczalnego formatu – uniemożliwią właściwe zakodowanie i rozpoznanie komunikatu (przykład tłum.).
4. Analogicznie jak w emisji JT65 podwójne naciśnięcie myszą zdekodowanego (odebranego) znaku powoduje przejście go do komunikatów standardowych wraz z właściwym raportem o sile sygnału. Podwójne naciśnięcie prawym klawiszem myszy daje ten sam wynik ale dodatkowo włączany jest tryb automatyczny „Auto”.

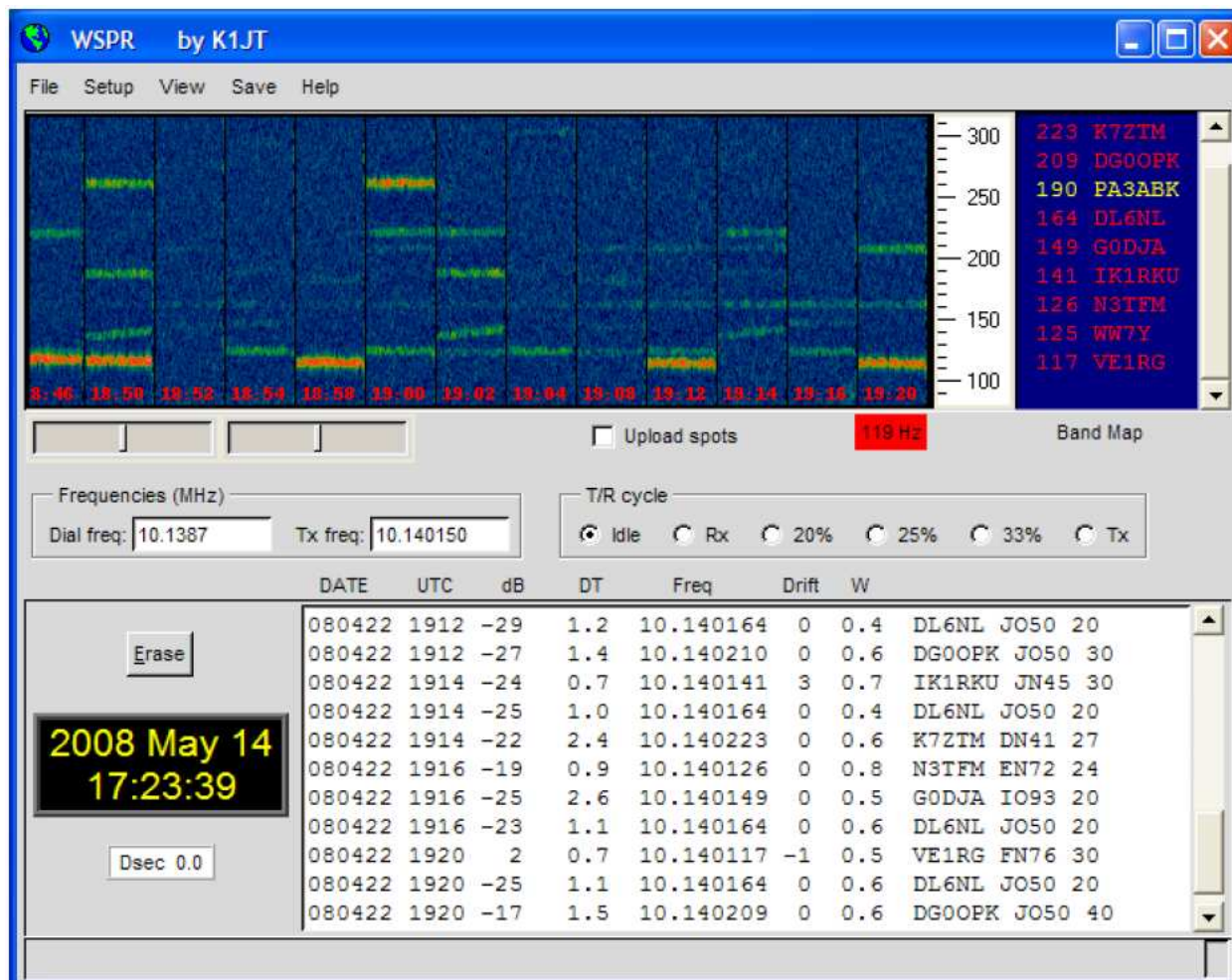
Autor zaleca użytkownikom dokładne zapoznanie się z poniższą instrukcją przed rozpoczęciem łączności WSPR a wszelkie uwagi i komentarze należy nadsyłać na adres [kljt@arrl.net](mailto:kljt@arrl.net).

#### Protokół WSPR

Opracowany w 2008 roku protokół WSPR był przewidziany w pierwszym rzędzie do użytku w radiolatarniach małej mocy pracujących w zakresach fal długich, średnich i krótkich ale jednocześnie od początku przewidziano w nim możliwość prowadzenia łączności przy użyciu bardzo słabych sygnałów. WSPR wykorzystuje skompresowane komunikaty o ustalonej strukturze zawierające dane korekcyjne FEC oraz dane synchronizacyjne, w skład których wchodzi dokładny czas i umożliwiające obliczenie różnicy czasów systemowych stron nadawczej i odbiorczej. Sygnał jest kluczowany 4-stanowo częstotliwościowo z szybkością 1,46 boda. Czas transmisji komunikatu wynosi prawie dwie minuty a szerokość pasma sygnału – około 6 Hz czyli w przybliżeniu 1/60 szerokości pasma sygnału JT65B i około ¼ pasma sygnału telegraficznego nadawanego z szybkością 20 słów/min. W paśmie o szerokości kilkuset Hz mogą się zmieścić prawie bezkolizyjnie tuziny sygnałów WSPR. Ilustracja poniżej przedstawia okno programu WSPR w trakcie odbioru 200 Hz wycinka pasma 30 m.

Program WSPR nadaje w czasie 2-minutowego odcinka czasu po czym przechodzi na odbiór na czas trwania większej (ustalonej przez operatora) liczby cykli. Typowym współczynnikiem aktywności jest 20-25%. Podstawowe komunikaty WSPR zawierają znak nadawcy, lokator stacji (4-literowy) oraz informację o mocy nadajnika w dBm. Przeważnie stosowane moce nadajników leżą w granicach 100 mW do 5 W ale czasami prowadzone były także próby ze znacznie niższymi mocami.

Minimalny stosunek sygnału do szumu pozwalający na zdekodowanie sygnału WSPR wynosi -29 dB w przeliczeniu na pasmo 2500 Hz. Podobnie jak w emisji JT65 skuteczne zabezpieczenie FEC pozwala na prawidłowy odbiór komunikatów w większości przypadków lub na rozpoznanie konieczności ich zignorowania w razie wystąpienia silnych przekłamań.



### Tryb WSPR w programie WSJT

W programie WSJT w wersji 7 używana jest rozszerzona wersja protokołu pozwalająca na transmisję komunikatów o zawartości niezbędnej w łącznościach. Te nowe typy komunikatów są podane w tabeli 1. Zawiera ona w pierwszej (lewej) kolumnie wzory komunikatów a w drugiej (prawej) – ich przykłady. Słowa napisane we wzorach dużymi literami występują w komunikatach dokładnie w podanym brzmieniu natomiast zapisane małymi są zastępowane przez rzeczywiste dane j.np. znaki wywoławcze, raport, lokator, moc nadajnika itp. jak to podano przykładowo w prawej kolumnie.

Ze względu na ustaloną długość komunikaty WSPR mogą zawierać jeden ze znaków w postaci otwartej (standardowej) i drugi w postaci zakodowanej przy użyciu 15-bitowego indeksowanego kodu rozproszonego (ang. *hash code*). Te drugie są zawarte w wyświetlanym tekście w nawiasach spiczastych, j.np. <OE1KDA>, i to zarówno w komunikatach nadawanych jak i odbieranych. Znaki zakodowane w ten sposób mogą być prawidłowo rozpoznane jedynie w przypadku gdy w jednym z poprzednich komunikatów zostały odebrane w postaci niekodowanej (standardowej). W przeciwnym przypadku w nawiasach spiczastych wyświetlany jest wielokroppek. Użyty w programie rozproszony kod 15-bitowy pozwala w większości przypadków na prawidłowe zdekodowanie znaku wywoławczego stacji.

Tabela 1. Wzory i przykłady komunikatów WSPR

<u>Wzór</u>	<u>Przykład</u>
CQ znak lokator	CQ K1JT FN20
CQ p/znak	CQ PJ4/K1JT
<znak1> znak2	<K1JT> W6CQZ
DE znak lokator	DE W6CQZ CM87
DE p/znak	DE PJ4/K1JT
znak1 <znak2> raport	W6CQZ <K1JT> S4
QRZ znak	QRZ K1JT
p/znak raport	PJ4/W6CQZ S4
znak1 <znak2> R raport	K1JT <W6CQZ> R S3
p/znak R raport	PJ4/K1JT R S3
<znak1> znak2 RRR	<W6CQZ> K1JT RRR
znak1 <znak2> RRR	W6CQZ <K1JT> RRR
DE p/znak RRR	DE PJ4/K1JT RRR
73 DE znak lokator	73 DE W6CQZ CM87
73 DE p/znak	73 DE PJ4/K1JT
TNX imię 73 GL	TNX VICTORIA 73 GL
OP imię 73 GL	OP HARRY 73 GL
moc W DIPOLE	5 W DIPOLE
moc W VERTICAL	10 W VERTICAL
moc W zysk DBD	1 W 0 DBD
moc W zysk DBD 73 GL	1500 W 21 DBD 73 GL
PSE QSY częstotliwość KHZ	PSE QSY 1811 KHZ
WX wx temp F/C wiatr	WX SNOW -5 C CALM
Dowolny tekst	CUL JACK

Najprostsze QSO przeprowadzone emisją WSPR może składać się z podanego poniżej przykładowego ciągu komunikatów.

<u>Stacja 1</u>	<u>stacja 2</u>
1. CQ K1JT FN20	
2.	<K1JT> W6CQZ
3. W6CQZ <K1JT> S4	
4.	K1JT <W6CQZ> R S3
5. <W6CQZ> K1JT RRR	
6.	TNX JOE 73 GL

Stacje nasłuchujące QSO od początku są w stanie odebrać całkowitą treść podobnie jak stacje uczestniczące i to nawet gdy odbierany jest tylko jeden z partnerów. Jedynie w przypadku włączenia się do odbioru później, dopiero w trakcie QSO znaki wyświetlane w nawiasach spiczastych mogą nie zostać prawidłowo zdekodowane. W ich miejsce wyświetlany jest wówczas wielokropek jak to widać w poniższym przykładzie:

W6CQZ <...> S4

Po odebraniu następnych komunikatów najczęściej możliwe jest prawidłowe rozpoznanie i wyświetlenie również i zakodowanych w kodzie rozproszonym znaków wywoławczych. Stacje uczestniczące w łączności nie mają trudności ze zdekodowaniem znaków, ponieważ występują one najpierw w postaci niezakodowanej dzięki czemu dekodowanie kodu rozproszonego staje się możliwe.

W stosowanym systemie raportów wartość S1 odpowiada -30 dB w skali WSJT, S2 = -27 dB, S3 = -24 dB, itd. aż do S9 = -6 dB. Próg słyszalności sygnału odpowiada w tej skali raportom ok. S5 do S6.

Występująca we wzorach komunikatów litera "p" oznacza prefiksy lub sufiksy znaku podawane przed znakiem łamania lub po nim, np. ZB2/DF2ZC albo DH7FB/P. Podana w nich informacja zastępuje inne zawarte w typowych komunikatach j.np. lokator stacji lub zakodowany znak (długość wszystkich komunikatów pozostaje stała i w związku z tym konieczne jest ewentualne rozdzielenie informacji na kilka kolejnych komunikatów – przyp. tłum.).

Pisane małymi literami oznaczenia „moc” („*pwr*”), „zysk” („*gain*”), „temp”, „częstotliwość” („*freq*”) są zastępowane przez odpowiednie wartości liczbowe.

Przykładowo stacja prowadząca łączność EME w paśmie 2 m może nadać komunikat:

1500 W 21 DBD

aby poinformować korespondenta o jej wyposażeniu, a krótkofalowa stacja QRP może nadać przykładowo:

1 W 0 DBD lub

5 W DIPOLE

Po zakończeniu łączności w paśmie 80 m operator może zaprosić korespondenta do przeprowadzenia łączności w paśmie 160 m przy użyciu następującego komunikatu:

PSE QSY 1811 KHZ

W komunikatach meteorologicznych oznaczenie "wx" może być zastąpione przez następujące dane: CLEAR, CLOUDY, RAIN lub SNOW, temperatura („*temp*”) jest podawana w stopniach Celsjusza lub Farenheita (np. 76 F albo 5 C), symbol „*wind*” jest zastępowany przez następujące alternatywy: CALM, BREEZES lub WINDY. Imiona mogą zawierać najwyżej 9 liter (dłuższe muszą więc zostać odpowiednio skrócone), a tekst dowolny może zawierać do 8 liter, liczb albo znaków przestankowych „+”, „-”, „/”, „?” (dla ich wyróżnienia w tekście podane są one w cudzysłowie, ale oczywiście w treści komunikatów występują bez cudzysłowu). Znak odstępów oznacza w protokole WSPR dalsze gotowe lub częściowo gotowe komunikaty j.np. te podane w ostatniej grupie wzorów. Można je stosować po zdobyciu pewnego doświadczenia w pracy w eterze.

Ilustracja poniżej przedstawia symulowaną łączność WSPR przeprowadzoną przy użyciu programu WSJT. Warto zwrócić uwagę na bardzo wąskie pasmo sygnału widocznego na wskaźniku wodospadowym. Poziom sygnału w tym przykładzie leży 10 dB poniżej progu słyszalności.

### Parametry protokołu

Porównanie podstawowych parametrów protokołu WSPR z odpowiednimi parametrami WSJT zawiera tabela 2. Komunikat WSPR zawiera 50 bitów danych użytkowych przy czym w większości komunikatów 28 bitów jest przeznaczony na znaki w postaci standardowej a 15 na znaki zakodowane przy użyciu kodu rozproszonego lub na lokator stacji. Pozostałych 7 bitów może zawierać raport, potwierdzenia, informację o mocy nadajnika lub oznaczenia (identyfikację) komunikatów specjalnych. W komunikatach specjalnych na dane użytkowe przeznaczone są 43 bity.

W transmisji WSPR stosowane jest 4-stanowe kluczkowanie częstotliwości przy czym odstęp pomiędzy częstotliwościami sygnału jest równy 12000/8192 czyli 1,46 Hz a szybkość transmisji wynosi 1,46 boba.

Każdy z nadawanych komunikatów zawiera  $(50 + K - 1) \times 2 = 162$  symbole przy czym w skład symbolu wchodzi dwa bity: bit danych (MSB) i bit synchronizacji (LSB). Transmisja komunikatu trwa  $162 \times 8192/12000 = 110,6$  sekundy.

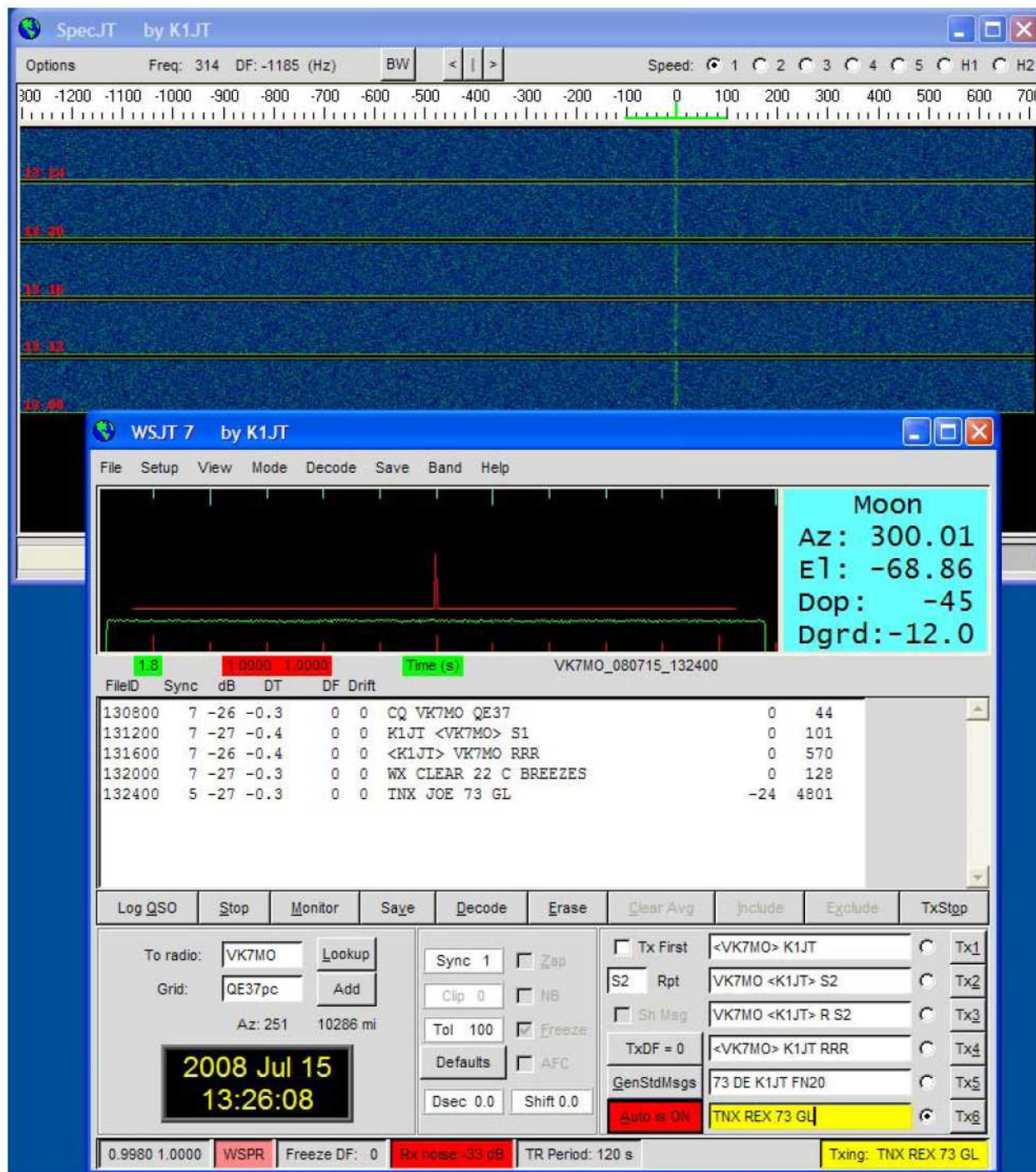


Tabela 2. Najważniejsze parametry protokołów WSPR i JT65.

	WSPR	JT65
<b>Długość komunikatu w bitach</b>	50	72
<b>Kod korekcyjny FEC</b>	Splotowy, K=32, r=1/2	RS (63,12)
<b>Liczba nadawanych symboli</b>	162	126
<b>Liczba bitów synchronizacyjnych</b>	162	126
<b>Kluczowanie</b>	4-FSK	65-FSK
<b>Szybkość transmisji w bodach</b>	1,46	2,69
<b>Czas transmisji komunikatu</b>	110,6	46,8

<b>Pasma zajmowane przez sygnał (Hz)</b>	5.9	355
--	-----	-----

### Osiągana czułość

Tabela 3 zawiera zestawienie osiągalnych czułości (minimalnych stosunków sygnału do szumów) dla emisji WSPR i dla innych emisji przeznaczonych do łączności przy użyciu słabych sygnałów. Założono tutaj występowanie szumu gausowskiego (białego), brak zaników i wpływ efektu Dopplera nie przekraczający 1 Hz. Odpowiada to większości tras transmisji amatorskich w pasmach długo-, średnio- i krótkofalowych.

Tabela 3. Orientacyjne porównanie czułości dla CW, JT65B i WSPR.

	<b>Minimalny stosunek S/N (dB)</b>
<b>CW (dla najbardziej doświadczonych operatorów)</b>	-18
<b>JT65B (dekoder standardowy)</b>	-24
<b>JT65B (średnia z trzech transmisji, dekoder standardowy)</b>	-27
<b>JT65B (poszukiwanie dogłębne)</b>	-28
<b>WSPR</b>	-29
<b>WSPR (średnia z trzech transmisji)</b>	-32

Pomimo, że protokół WSPR został zasadniczo opracowany do użytku w pasmach fal długich, średnich i krótkich został on już także wypróbowany w łącznościach EME w paśmie 144 MHz. Zasadniczo spisał on się dobrze na tej trasie ale występują tutaj także pewne niedogodności w porównaniu z JT65. Dwukrotnie dłuższy czas transmisji komunikatu powoduje dwukrotne przedłużenie czasu trwania QSO oraz większe obciążenie termiczne stopni mocy. Ze względu na większy wpływ efektu Dopplera (przekraczający przeważnie 1 Hz) emisja WSPR zasadniczo nie będzie dostatecznie skuteczna na pasmach 432 MHz i wyższych. Autor pracuje nad innym podobnym do WSPR rodzajem emisji stosującym jednak jednonominutowe cykle transmisji.

Programy WSPR i WSJT są dostępne bezpłatnie w witrynie WSJT: [physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/](http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/). Podlegają one warunkom licencji GNU regulującej sposób ich rozpowszechniania i dostępność kodu źródłowego. Mogą one pracować pod systemami operacyjnymi Windows, Linuks, FreeBSD i OS/X, a ich kod źródłowy jest dostępny pod adresem [developer.berlios.de/projects/wsjt/](http://developer.berlios.de/projects/wsjt/).

Autor dziękuje szczególnie G4KLA, VA3DB, W1BW i W6CQZ za ich wkład w opracowanie obu programów.

## Dodatek B

### Specyfikacje protokołów WSJT

#### FSK441

W emisji FSK441 stosowane jest czterostanowe kluczkowanie częstotliwości MFSK z szybkością transmisji 441 bodów. Częstotliwości akustycznych podnośnych wynoszą: 882, 1323, 1764 i 2205 Hz. Kod każdego z nadawanych znaków składa się z trzech nadawanych kolejno tonów i ma długość 3/441 sekundy czyli około 2,3 msek. Alfabet FSK441 zawiera 43 znaki i jest zawarty w poniższej tabeli (cyfry oznaczają kolejny numer podnośnej):

Tabela 4  
Alfabet FSK441

1	001	H	120
2	002	I	121
3	003	J	122
4	010	K	123
5	011	L	130
6	012	M	131
7	013	N	132
8	020	O	133
9	021	P	200
.	022	Q	201
,	023	R	202
?	030	S	203
/	031	T	210
#	032	U	211
odstęp	033	V	212
\$	100	W	213
A	101	X	220
B	102	Y	221
C	103	0	223
D	110	E	230
F	112	Z	231
G	113		

Przykładowo litera T mająca kod 210 jest nadawana w postaci ciągu częstotliwości 1764, 1323, 882 Hz. Warto zwrócić uwagę na fakt, że znak odstępu ma kod 033 i że kody rozpoczynające się od najwyższego tonu (3) nie są używane. Każdy z nadawanych komunikatów zawiera co najmniej jeden znak odstępu.

Program dekodera może dzięki temu odtworzyć w sposób niezawodny sygnał synchronizacji bez potrzeby przesyłania go dodatkowo.

Przyjęta zasada kodowania jest jednym z czynników zapewniających dużą skuteczność w łącznościach FSK441 poprzez odbicia od smug meteorytów.

Cztery możliwe dodatkowo kombinacje 000, 111, 222 i 333 są używane do transmisji w postaci skróconej komunikatów specjalnych. Odpowiada to transmisji pojedynczego tonu dla każdego z nich a ton ten może często być rozpoznany nawet na słuch. Kombinacje te odpowiadają komunikatom „R26” (jest to standardowy raport używany bardzo często w łącznościach MS), „R27”, „RRR” i „73”. Komunikaty w postaci skróconej są nadawane po wymianie znaków wywoławczych. W warunkach większego ruchu nie należy ich stosować ze względu na możliwe nieporozumienia. Odpowiadające im raporty i potwierdzenia powinny wówczas zawierać znaki wywoławcze stacji.

## JT65M

W emisji JT65M stosowane jest kluczkowanie 44-stanowe co odpowiada nadawaniu jednego z 44 tonów. Jeden z nich jest wykorzystany do celów synchronizacji a pozostałe 43 odpowiadają 43 znakom alfabetu. Alfabet ten jest identyczny jak dla FSK441.

Częstotliwość synchronizacji wynosi  $1102500/1024 = 1076,66$  Hz. Odstęp pomiędzy pozostałymi 43 częstotliwościami wynosi natomiast  $11025/512 = 21,53$  Hz a najwyższa częstotliwość – 2002,059 Hz. Szybkość transmisji wynosi 21,53 boda a więc czas trwania każdego z tonów jest równy 1.21,53 czyli 0,04644 sekundy. Znaki nadawane są w grupach po trzy: na początku ton synchronizacji a po nim następują dwa znaki itd. Szybkość transmisji netto równa się  $(2/3) * 21,53 = 14,4$  boda.

Sygnał przypomina na słuch utwór grany na flecie pikolo.

## JT65

Szczegółowy opis protokołu można znaleźć w podanej powyżej literaturze dostępnej w druku i w witrynie WSJT.

Ujmując rzecz skrótowo JT65 korzysta z cykli 60-sekundowych i komunikatów i ściśle ustalonym formacie. Komunikaty standardowe są nadawane w postaci skompresowanej, tak że do nadania dwóch znaków wywoławczych i lokatora stacji wykorzystywanych jest 71 bitów (komunikaty typu 1). Bit nr 72 służy do odróżnienia wiadomości typu 2 (zawierających dowolny tekst o długości do 13 znaków alfanumerycznych). Komunikaty o specjalnych formatach mogą zawierać przykładowo znaki wywoławcze z dodatkami (prefiksami i sufiksami) albo raportami zamiast lokatora.

Komunikaty wymieniane w ramach łączności EME mają identyczną długość. Po skompresowaniu komunikatu dodawane są do niego dane korekcyjne obliczane przy użyciu kodu Reeda-Salomona (63, 12). Po zakodowaniu wiadomość o długości 72 bitów mieści się w 63 symbolach transmitowanych. JT65 wymaga możliwie dokładnej zbieżności czasu i częstotliwości po obu stronach. Transmitowany pakiet danych składa się ze 126 symboli odpowiadających odcinkom czasu transmisji. Każdy z nich ma długość  $4096/11025$  czyli 0,372 s. W ramach danego odcinka czasu nadawany jest sygnał o stałej amplitudzie i o jednej z 65 częstotliwości. Zmiana częstotliwości następuje z zachowaniem ciągłości fazy.

Z danymi użytkowymi splatany jest wektor synchronizacyjny o charakterze pseudoprzypadkowym. Pozwala on na skorygowanie występujących w praktyce różnic czasu i częstotliwości.

Transmisja rozpoczyna się w pierwszej sekundzie licząc od początku cyklu a kończy po upływie 47,8 sek. Ton synchronizujący nadawany jest na częstotliwości  $1025 * 472 / 4096$  czyli 1270,5 Hz i jest nadawany wówczas gdy w wektorze pseudolosowym występuje jedynka.

```
100110001111110101000101100100011100111101101111000110101011001
101010100100000011000000011010010110101010011001001000011111111
```

Zakodowane dane użytkowe są nadawane w 63 odcinkach czasowych nie przeznaczonych do celów synchronizacji.

Każdy z nadawanych symboli jest reprezentowany przez ton o częstotliwości  $1278,5 \text{ Hz} + 2,6917 \text{ N} * \text{m}$  Hz, gdzie N odpowiada wartości 6-bitowego symbolu czyli leży w zakresie od 0 do 63 a m przyjmuje wartości całkowite 1, 2 lub 4 odpowiednio dla wariantów JT65A, JT65B i JT65C.

W transmisji raportu „OOO” następuje zamiana pozycji sygnału danych i synchronizacji w symbolu.

W meldunkach skróconych nie występuje sygnał synchronizacji a ich czas trwania wynosi 1,485 sek. co odpowiada 16384 próbkom. Najniższa częstotliwość sygnału odpowiadająca sygnałowi synchronizacji wynosi 1270,5 Hz.

Odstęp drugiej częstotliwości wynosi  $26,92 \text{ n} * \text{m}$  Hz gdzie n = 2, 3 lub 4 odpowiednio dla meldunków „RO”, „RRR”, i „73” a m = 1,2 lub 4 odpowiednio dla JT65A, B i C.

Częstotliwość synchronizacji 1270,5 Hz odpowiada środkowi wskaźnika wodospadowego. Jest to najniższa częstotliwość sygnału a ze względu na jej częste występowanie na wskaźniku widoczna jest prawie ciągła linia. Meldunki specjalne widoczne są w postaci linii równoległych do niej.



Meldunki nie są dekodowane o ile nie są odbierane od samego początku. Niedokładność zegara może więc całkowicie uniemożliwić odbiór.

### **WSPR**

Protokół i sposób prowadzenia łączności w systemie WSPR zostały szczegółowo opisane w dodatku A. W tym miejscu wystarczy więc wspomnieć w skrócie, że podobnie jak dla JT65 stosowane są skompresowane komunikaty o ściśle określonych formatach i zawartościach. Czas trwania cyklu nadawczego wynosi 120 sekund (2 minuty).

## Dodatek C

### Obliczenia astronomiczne

WSJT oblicza azymut i elewację anteny dla skierowania jej na księżyc, słońce lub inny wybrany obiekt. Oprócz tego oblicza on odchyłkę częstotliwości spowodowaną efektem Dopplera, zastępczą temperaturę nieba itp.

Do obliczeń tych wykorzystywany jest trójwymiarowy model opracowany przez Jet Propulsion Laboratory. Model ten w postaci tablic stanowi podstawę do interpolacyjnego obliczenia danych z dużą dokładnością. Przykładowo położenie księżyca lub planet może być określone z dokładnością do 0,0000003 stopnia kąтового.

Włączenie tabel efemeryd i funkcji interpolujących do WSJT nie przysporzyłoby większych trudności ale dokładność uzyskanych wyników przekracza znacznie wymaganą. WSJT przeprowadza więc obliczenia korzystając ze skończonych wielomianów okresowych.

Dokładne algorytmy służące do obliczenia położenia słońca i księżyca zostały opracowane przez Van Flanderna i Pulkkinena i opublikowane w *Astrophysical Journal Supplement Series* nr 44, str. 391-411, 1979 r. Ich rozszerzenie przyniosło wzrost dokładności o 0,02 i 0,04 stopnia dla obliczeń położenia słońca i księżyca. Wpływy aberracji i nutacji można pominąć przy tej dokładności a otrzymane wyniki będą dostatecznie dokładne w okresie najbliższych kilku tysięcy lat.

W obliczeniach założono zgodność czasu uniwersalnego i czasu efemerydów ignorując dodawane co pewien czas sekundy wyrównawcze ale pomimo to uzyskuje się wystarczającą dokładność wyników. Położenie słońca podawane jest w postaci współrzędnych geocentrycznych natomiast dla położenia księżyca uwzględniana jest paralaksa dzienna. Obliczone współrzędne odnoszą się do lokalizacji stacji. Wartość elewacji odpowiada środkowi tarcz słońca i księżyca.

Dla zwiększenia dokładności obliczeń wpływu efektu Dopplera użyto rozszerzonych wielomianów określających odległość księżyca. WSJT uwzględnia także spłaszczenie kuli ziemskiej dla miejsca położenia stacji. Dokładność obliczeń wpływu efektu Dopplera wynosi poniżej 1 Hz dla pasma 144 MHz.

Podawane przez WSJT zastępcze temperatury nieboskłonu zostały wzięte z mapy nieba dla 408 MHz opublikowanej przez Haslama w *Astronomy and Astrophysics Supplement Series* nr 47, 1, 1982. Dane te są korygowane częstotliwościowo przy użyciu współczynnika -2,6.

Rozdzielczość użytej jako podstawa mapy wynosi 1 stopień a więc przekracza znacznie kąty otwarcia wiązek większości anten EME. Oznacza to, że rzeczywista temperatura w polu widzenia anteny jest wartością uśrednioną i wpływ obiektów o wyższej temperaturze będzie w rzeczywistości znacznie zmniejszony. Również wpływ sygnałów pochodzenia ziemskiego odebranych przez listki boczne anteny nie spowoduje istotnej różnicy w stosunku do podawanej przez program temperatury nieba.