

WSPR – a gyenge jelek terjedésének jelzője

Berzsenyi László, HA5EA

Az amatőr rádiózásban általában ki vagyunk szolgáltatva a hullámterjedés szeszélyeinek. A kiszámíthatatlanság izgalmasabbá teszi a forgalmazást, ugyanakkor mégiscsak szeretnénk tudni, hogy adott pillanatban, a kívánt körzet elérésére milyen esélyeink vannak. A terjedési előjelzések gyengesége, hogy nagy régiókra és időtávokra szólnak, nem pedig konkrét időpontra, ill. a QTH-nkhoz legközelebb eső földrajzi helyre. Erre a problémára kínál megoldást a rövid- és középhullámú sávokban a Weak Signal Propagation Reporter (Gyenge Jelek Terjedésének Jelzője) angol megnevezés kezdőbetűiből alkotott WSPR (ejtsd. vhiszper), mely – nem minden szándék nélkül – kiejtésében megegyezik a „whisper” (suttogás) angol szó kiejtésével.

A WSPR-t *Joe Taylor*, K1JT a Princeton-i Egyetem fizika professzora, korábban a Massachusetts-i Egyetem asztronómia professzora alkotta meg és publikálta 2008-ban. K1JT az első keringő pulzár felfedezéséért 1993-ban fizikai Nobel díjat kapott. Rádióamatőrként DX-ekre vadászik 160 métertől a mikrohullámokig terjedő sávokban és alkotója a Hold-visszaverődéses forgalmazást (EME), valamint a meteor nyomvonalas forgalmazást (MS) forradalmasító, népszerű, szabad forráskódú számítógépes programoknak, hogy csak a legjelentősebbeket említsük.

Számos rádióamatőr járult hozzá a WSPR fejlesztéséhez, mint pl. a software GNU/Linux, FreeBSD és OS X operációs rendszerekre való alkalmazásának kidolgozása, ill. a kezdeti hibák javítása. A WSPR-ről átfogó leírás jelent meg a *QST 2010. novemberi* számában [1] K1JT és *Bruce Walker*, W1BW tollából. W1BW az MIT-n szerzett diplomát fizikából és magas szintű, tu-

dományos számítástechnikával foglalkozik, jelenleg a Massachusetts-i Broad Intézetben. A rádiózásban a QRPP és az SDR a fő érdeklődési köre.

E bevezetés után – a K1JT által publikált, fent említett és egyéb internetes információk alapján – lássuk, hogyan működik a WSPR, mit hozhat számunkra és hogyan használhatjuk a gyakorlatban?

Az internetről letölthető „WSPR 2.12 and FMT” Windows alapú program vagy annak Linuxos változata [2] és egy SSB adóvevő segítségével bekapcsolódhatunk kis teljesítményű állomások világhálózatába, melyek jeladó-szerű adásokkal mérik fel a lehetséges terjedési útvonalakat. A résztvevő állomások többsége ad és vesz, de gyakori a csak megfigyelői aktivitás is. Elvben és a terjedés isteneinek jóakarataiból minden, éppen aktív állomás venni tud mindenkit és őt is veszik, egyazon sávon belül. Amikor e kapcsolatok révén globális képet nyerünk, akkor kezd a dolog érdekessé válni, és éppen ez a célja a rendszer alapját képező hálózatnak, a WSPRnet-nek [3], melyet W1BW írt és működtet. A rendszer használói úgy konfigurálják a programot, hogy vételi riportjaik valós időben, automatikusan feltöltődjenek a WSPRnet-en elhelyezett központi adatbázisba. Ha felmegyünk a WSPRnet-re, pillanatokon belül képet kapunk arról, hogy milyen térről vesznek minket és az eredményt megtekinthetjük egy világtérképen is.

A WSPR program ad és vesz, de nem alkalmas a párbeszédessé forgalmazásra. Egyetlen dolgot tesz, de azt nagyon jól. Speciálisan kódolt, jeladó-szerű üzeneteket küld és vesz, melyek annak meghatározását célozzák, hogy valamely terjedési útvonal nyitott-e. A küldött üzenet a hívőjelet, az állomás grid lokátorral meghatározott földrajzi helyét és a teljesít-

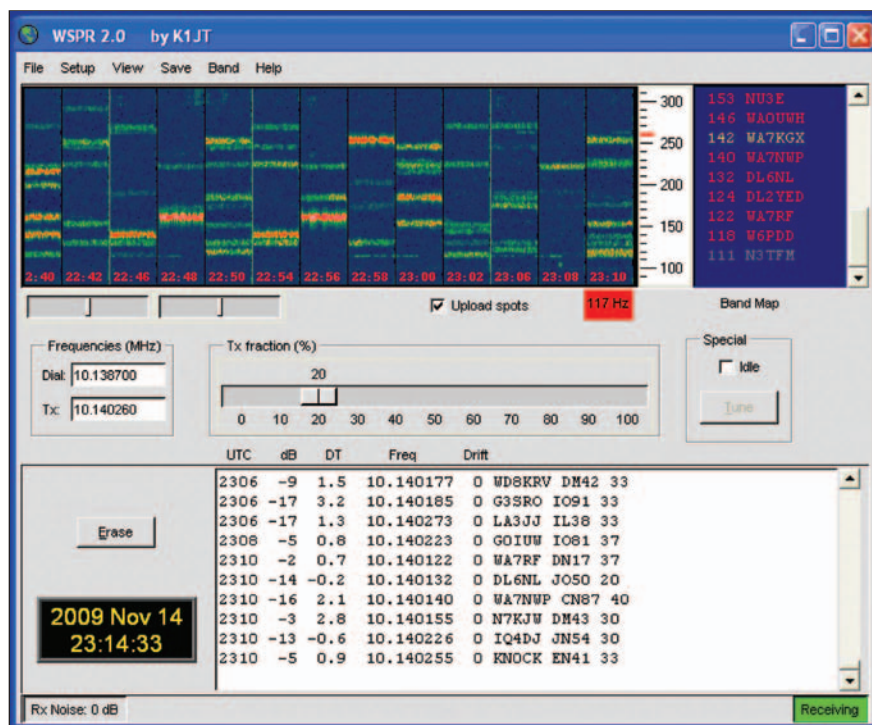
ményszintet dBm-ben tartalmazza tömörített adat formátumban, előremutató hibajavítási (FEC) kódolással. A program az 50 bináris számjegyre tömörített bitfolyamot konvolúciós kóddal $K=32$ kényszer-hosszal és $r=1/2$ bitrátával kódolja. A létrejövő 162 bit $\{(50-1+K)*2\}$ mindegyikét két bites csatorna szimbólum legfontosabb bitjének használva, a szimbólum 4 tónusú FSK módban kerül adásba 1,46 baud sebességgel. A legkevésbé fontos bitet ál-véletlenszerű szekvencia határozza meg, melyet mind az adás, mind a vétel oldali software ismer. Ez lehetővé teszi az idő és a frekvencia pontos szinkronizálását. A nagy kényszer-hosszal kialakított konvolúciós kódok fontos előnye, hogy a nem detektált dekódolási hibák ritkák. Ezek a kódok túl komplexek ahhoz, hogy a jól ismert és egyébként nagyon hatékony Viterbi algoritmussal dekódolhatók legyenek, így – ehelyett – a WSPR dekóder az ún. szekvenciális algoritmust alkalmazza. A FEC nagymértékben növeli a jó vétel esélyét és – mint említettük – rendkívüli mértékben csökkenti a hiba lehetőségét. A jel sávszélessége csupán 6 Hz, mely véletlenszerű időmegosztással biztosítja, hogy WSPR jelek tucatjai mindegyik amatőr sáv kicsiny, 200 Hz-es szegmenseibe beleférjenek.

Ami a vételt illeti, minden egyes WSPR jel az időt UTC-ben, a jel/zaj viszonyt dB-ben (2500 Hz referencia sávszélességben), az időeltolást (DT) másodpercben, a frekvenciát MHz-ben, a „mászás” ütemét Hz/percben és a dekódolt üzenet szövegét tartalmazza. Körülbelül ± 2 másodpercnél nagyobb időbeli eltérés jelentős óra hibára mutat adás- vagy vételi oldalon, esetleg mindkettőn. ± 1 Hz/percnél nagyobb mértékű frekvenciacsúszás az adókészüléknek tulajdonítható és lehetőleg korrigálni kell. (Természetesen a

vevő mászása is hozzájárulhat a frekvenciacsúszáshoz, de ez könnyen észrevehető, mert minden állomás azonos mértékben csúszik el ebben az esetben.) A jó frekvenciastabilitás lényeges kellék a WSPR nagy érzékenységéhez, mivel a dekódoláshoz használt software szűrők sáv szélessége csak kb. 1,5 Hz. A WSPR protokoll mindössze -28 dB jel/zaj viszonyánál is hatékony 2500 Hz sáv szélességben, miáltal 10-15 decibellel alatta van a hallhatósági küszöbnek. A legtöbb sávban a jellemző teljesítményszint 5 W, vagy annál kevesebb, gyakran sokkal kevesebb. Csodálattal figyelhetjük meg, hogy QRP jeleinket a világ milyen távoli sarkaiban veszik. A megegyezés szerinti WSPR frekvenciákat a táblázat tartalmazza.

Most térjünk rá a használat gyakorlati kérdéseire! A WSPR hangkártyás üzemmód. Hardware követelményei hasonlóak pl. a PSK31 követelményeihez. A számítógép Windows, Linux, FreeBSD vagy OS X operációs rendszerrel működjön, és órája szinkronizálható legyen az UTC-vel. Legalább 1,5 GHz-es CPU, 100 MB RAM és 800×600 felbontású monitor szükséges. A hangkártya képes legyen 48 kHz mintavételezési sűrűsége. Az adás-vétel kapcsolat lehet VOX vagy történhet soros porton keresztül. Az adóvevőt USB állásba kell kapcsolni. Fontos, hogy a számítógépünk órája 1 másodpercen belüli pontosságú legyen. Ez megoldható pl. az Internet Server és a Dimension4 program [4] segítségével.

Normál esetben a WSPR képernyő valahogy az **1. ábrán** látható módon néz ki.



1. ábra

A letöltést és a számítógép rádióval való összekapcsolását követően első lépésként Setup-ban kért adatainkat kell megadni. (SWL-ek max. 6 karakterből álló egyedi azonosítót írnak be a hívójel helyett.) Az itt kért Station parameters kérdései magukért beszélnek. Ha adásra is használjuk a programot, az Upload spots kockát be kell jelölni. Ilyenkor meg kell adni a PTT módját (DTR, VOX stb.) valamint a PTT portot is. Ezután a Band menüből kiválasztjuk a kívánt sávot. Ekkor a Dial freq. ablakban megjelenik a sávra a fenti táblázatban megadott egyezményes frekvencia, ahova a rádiót

állítani kell. Az adási frekvenciák 1400-1600 Hz-cel vannak a skála szerinti frekvencia fölött. Értékét az határozza meg, hogy a grafikus ablakban hova kattintunk. Az alsó rész a 200 Hz-es tartomány alsó részét hozza, a felső részek értelemszerűen a felső részek valamelyikét.

A program működése nagymértékben automatizált. Az időben szinkronizált adások egy másodperccel az UTC páros-számú perccel megelőzően kezdődnek és kevesebb, mint két percig tartanak. A vételi és adási intervallumok ál-véletlenszerű módon váltakoznak úgy, hogy átlagban a két perces intervallumok számának meghatározott hányada (tipikusan 20 ... 25%) fordítódik adásra. A TX fraction elnevezésű tolóablakban lehet beállítani az adásra allokkált időhányadot. Az alapérték 20%, ami jó kompromisszum a leggyakoribb feltételekre és azt jelenti, hogy a rendszer kb. 10 perccenként ad egyszer (2 percet) és az idő többi részét vételre fordítja. Az adás-vétel szekvenciák véletlenszerűek annak érdekében, hogy más WSPR állomások vételi esélyeit

Sáv [m]	Skála frekvencia [MHz]	TX frekvencia [MHz]
160	1,836 600	1,838 000 – 1,838 200
80	3,592	3,594 000 – 3,594 200
40	7,038 600	7,040 000 – 7,040 200
30	10,138 700	10,140 100 – 10,140 300
20	14,095 600	14,097 000 – 14,097 200
17	18,104 600	18,106 000 – 18,106 200
15	21,094 600	21,096 000 – 21,926 200
12	24,924 600	24,926 000 – 24,926 200
10	28,124 600	28,126 000 – 28,126 200
6	50,293 000	50,294 400 – 50,294 600