

NVIS a katasztrófa-hírközlésben

Dr. Gschwindt András HA5WH, gschwindt@mht.bme.hu

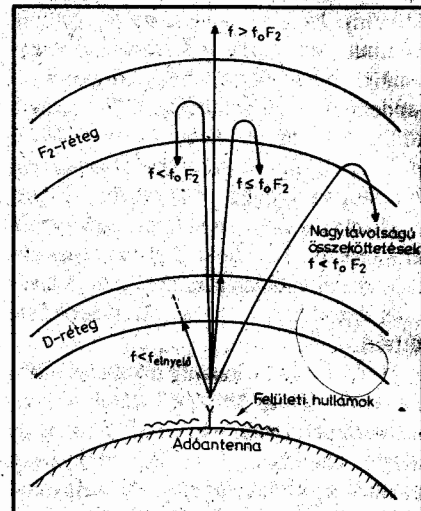
Az NVIS (Near Vertical Incident Skywave – a függőlegeshez közeli beesésű térhullám) a rövidhullámú (RH) összeköttetések jellegzetes terjedési módja. Alkalmazásának ismételt felfedezésére napjainkban kerül sor, amikor kezdenek előjönni az URH és/vagy mikrohullámú sávokban üzemelő rádiórendszerek felhasználási korlátai. Egy nagy területet lefedő árvíz, földrengés vagy terrorcselekmény teljesen elnémíthatja az átjátszó/bázisállomások tömegére épült rádiótelefonokat.

Mindennapjaink, életünk részévé vált a GSM, Tetra vagy más rendszerű, kényelmesen használható, mindenkit elérő, kis helyen elférő mobiltelefon. Szinte divatcikk lett, változó színben, méretben kaphatjuk a szolgáltatóktól. A növekvő frekvenciák használatát az egyre több felhasználó, a forgalom növekedése indokolja. Az URH-sávokból a mikrohullámok irányába mozduló hálózatok egyre sűrűbb bázisállomás-hátteret kívánnak, hiszen működésük a kézi készülékek használatán alapul. A frekvencia növekedésével hatósugaruk csökken.

Az ionoszféra és a térhullámok

Az ionoszféra a Nap-Föld kölcsönhatásnak a következménye, léte, állapota döntően a Naptól függ. Az 1. ábrán az ionoszféra két jellegzetes állapotát, a nappali és az éjszakaiit tüntettük fel. A harmadik, az átmeneti, a reggeli és esti órákban zajlik és az NVIS szempontjából a legbizonytalanabb. A számunkra legfontosabb két réteg a D és az F. Ezek határozzák meg döntően a közel függőlegesen beeső hullámok terjedését. Az F felső része az F_2 , mely a nappali órákban ad jó reflektáló felületet. Állapotuk alapvetően a Naptól függ, hiszen az onnan érkező elektronok töltik fel. Az F-réteg reflexió tulajdonságai a Naptól való függőség következtében napszakonként, naponként, évszakonként, évenként változnak és függenek a földrajzi helytől is. Az évenkénti változás a Nap kb. 10,5 éves változási periódusához kapcsolódik. Az RH-terjedés jellemzői óráról órára változnak.

Koncentráljunk a függőlegeshez közeli beesési szögekre! Olyan frekvencián kell sugározni, ahol a függőle-

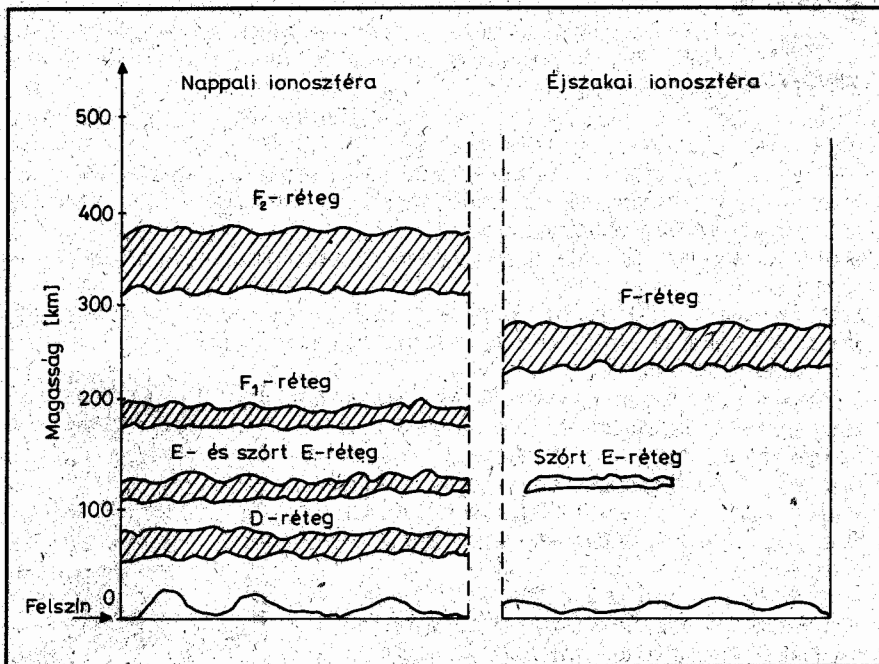


2. ábra

gesen felsugárzott jelek nem tudnak átjutni az F-rétegen, onnan visszaverődnek és lehetővé teszik a holtzónamentes összeköttetés kialakulását. A 2. ábrán az NVIS szempontjából fontos jelutakat tüntettük fel. A közel függőlegesen felsugárzott jelnek nappal át kell jutnia az E- és D-rétegen (oda és vissza) és reflektálnia kell az F_2 -ről. A határhelyzet a 90° -os beeséshöz tartozó f_{0F_2} , melynél nagyobb frekvenciájú jelek kilépnek a világgörbe. A számunkra kevésbé fontos E-réteget nem ábrázoltuk.

A térhullámok mellett nem szabad elhanyagolni a felületi hullámokat sem. Az adóközel területeken kettős hatás érvényesülhet: közvetlenül vehetjük a felületi hullámot és időközrel a térhullámot. A kettős eredője a jelmaximum vagy -minimum lehet, a jelek fázishelyzetétől függően. Nagyon nemkívánatos az ilyen vételi helyzet, ezért az NVIS-antennáknak lehetőleg csak felfelé szabad sugározniuk, a felületi hullámot minimalizálni kell.

A D-réteg csak nappal alakul ki. Érdekessége, hogy a rajta áthaladó jeleket, ha azok viszonylag alacsony frekvenciások, elnyeli. Szinte mindenki előtt jól ismert a jellegzetes középhullámú terjedés: nappal csak felületi hullámokkal tudunk műsort szórni, hiszen a felfelé sugárzott jeleket a D-réteg elnyeli, energiájuk a réteget mele-



1. ábra

gíti. Az éjszakai órákban megszűnő D-réteg miatt a jeleink az F-rétegig jutnak, ahonnan reflektálódnak. Kialakul a nagytávolságú, térhullámon alapuló középhullámú terjedés.

A nappali NVIS szempontjából tehát van egy alsó frekvenciahatár, melyet a D-réteg határoz meg (csillapítás nélkül kell átjutni a jelünknek) és egy felső, melyet az F_2 korlátoz (vissza kell verődnie az F_2 -ről).

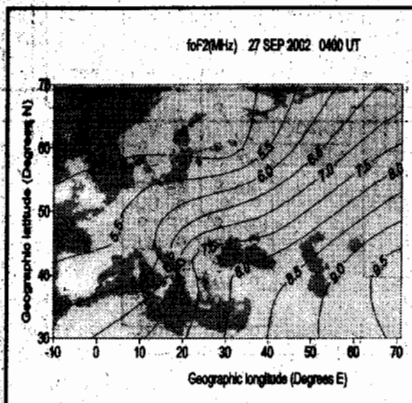
Vegyünk egy jellegzetes példát! Nappal, 12 óra körüli időszak, Budapest. Az F_2 által visszavert, rá mérőlegesen beeső maximális frekvencia 11 MHz (f_oF_2). A D-réteg az 5 MHz feletti frekvenciákat csillapítás nélkül engedi át, tehát a 7 MHz-es amatőrsávban hullámok nélküli, 0 km-től (az adótól) induló összeköttetéseket hozhatunk létre 400...500 km-es körzetben. Ideális rádiócsatorna országon vagy kis körzeten belüli összeköttetésekre!

Képzeljük el, hogy egy mély völgyben vagyunk, ahonnan a tőlünk 20 km-re lévő segélyhellyel kell összeköttetést teremtenünk! A megoldás a függőlegesen felfelé sugárzás, – az NVIS alkalmazása. Ebben az elrendezésben az NVIS-nek nincs egyszerű, olcsó versenytársa, hiszen a legtöbb esetben a geostacioner műholdakat sem látjuk a hegyek miatt (hazai környezetet feltételezve!). Hasonló a helyzet sűrű erdők esetén is. A felületi hullámot a növényzet csillapítja, de függőlegesen szabad az út!

NVIS-frekvencia választása

Az üzemi frekvenciánkat az ionoszféra állapota és az adóengedélyünk szabta korlátoknak megfelelően kell megválasztanunk.

A maximális frekvenciát, melyet még visszaver az ionoszféra (90° -os



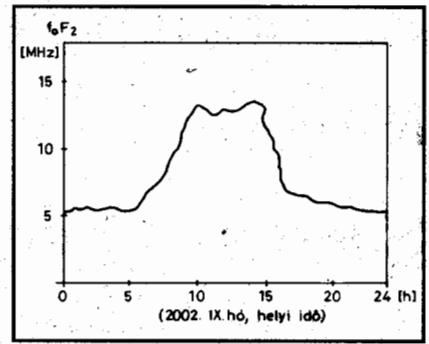
3. ábra

beesés esetén), a Föld több pontján szinte folyamatosan mérik. Az így kapott eredmény valóságos; ez az f_oF_2 . Ezekhez az eredményekhez interneten könnyen hozzájuthatunk. A hozzánk legközelebbi mérőállomás Belgrádban van, de mérnek Rómában és Athénban is. Ezeket az ún. közel valós idejű frekvenciaértékeket térképeken tüntetik fel, melyeket óránként frissítenek. A 3. ábrán Európára, egy adott időpontra vonatkozó, valós méréseken alapuló vázlatos térkép látható. (Az interneten a www.ionosphere.rcru.rl.ac.uk/maps.htm címen juthatunk hozzá. Hasonló található a www.ips.gov.au weboldal Európára vonatkozó részén is. Érdemes lenne a Rádiótechnika havi, ionoszféra-előrejelzései között az f_oF_2 -nek is helyet biztosítani!) Magyarország földrajzi helyzete nagyjából $K 19^\circ$ és $E 47^\circ$. Az f_oF_2 értéke 6,4 MHz körül van, NVIS-összeköttetésre a 3,5 MHz-es sávot használhatnánk, de itt meg kellene nézni a D-réteg elnyelését. Az optimum 5,2...5,4 MHz lenne, ahol nincs amatőrsáv.

Az üzemi frekvenciát az f_oF_2 -nél kb. 10...15%-kal kisebbre célszerű választani, hogy megbízhatóbb, stabilabb összeköttetéshez jussunk.

Egy tipikus, 24 órás f_oF_2 változást mutat a 4. ábra. A legmagasabb frekvenciaértéket délben, a legalacsonyabbat éjjelkor találjuk. Aktív Nap, egyenlítői környezet az f_oF_2 nagyságát akár 20 MHz fölé is növelheti, bár ehhez egy aktív D-réteg is tartozik, ami még a 14 MHz-es jeleket is csillapítja. A 10,1 MHz-es sáv lenne jó ilyen környezetben az NVIS-t felhasználó összeköttetésekhez. Éjszaka a 3,6 MHz körüli frekvenciák optimálisak, de 1,8 MHz használata sincs kizárva (nincs D-réteg!).

A Nap aktivitásának csökkenésével (a napfoltminimum éveiben) az f_oF_2 is csökken és eljutunk olyan időszakhoz, amikor napközben a 7 MHz-es, mérőlegesen felsugárzott hullámokat az F_2 átengedi, az f_oF_2 pedig kisebb lesz, mint 7 MHz. Használjuk ilyenkor a 3,5 MHz-et? A baj az, hogy a D-réteg csillapítása akár 20 dB is lehet napközben, a 80 m-es sávban. A rádióamatőr számára ilyen helyzetben megszűnt az NVIS lehetősége. Hiányzik egy rádióamatőr sáv valahol 5...5,2 MHz körül! A „WARC-sávok”-kal (10, 18, 24 MHz) a már meglévő, régen használt sávok közé iktattak újakat, hogy jobban lehessen a terjedéshez alkalmazkodni. 3,5 és 7 MHz közé azonban nem került sáv!



4. ábra

Az angol amatőrök a felügyelő hatóságokkal összefogva láttak neki az „öt megás” kísérlethez, mellyel a következő négy évben szeretnék az NVIS hasznosságát bizonyítani. Ehhez feltétlenül szükség van 5 MHz körüli frekvenciákra! Hasonló hírek érkeztek Németországból is. Az IARU is tett már lépéseket egy 5 MHz-es amatőrsáv megnyitásának érdekében.

Természetesen más megoldás is lehetséges, ahogy az USA-ban és más országokban is történik, ahol amatőrök jogosultságot kapnak nem amatőrcélú frekvenciák használatára vész-helyzet esetén. Vegyes (professzionális és amatőr) hálózatok is működnek.

Az NVIS-frekvenciák előrejelzése

Az előzőekben az optimális üzemi frekvencia meghatározásánál mérési eredményekre hivatkoztunk. A gyakorlatban azonban szükség van a holnap vagy néhány hét múlva használható frekvenciák meghatározására is.

Az ionoszféra állapotának előrejelzésére, az f_oF_2 meghatározására sok kézi és gépi módszer létezik. Megbízhatóságuk, pontosságuk „rosszabb, mint a meteorológiai előrejelzés” –, ahogy a professzionális hírközlők minősítik a különböző ionoszféra-modelleken alapuló számításokat. Az óvatosabbak igyekeznek 20...25%-kal a számított f_oF_2 alatt forgalmazni, de ennek ára a megnövekvő csillapítás és a veszély, hogy a D-réteg is „besegít”, drasztikusan csökkentve a jelünk szintjét.

A legkorszerűbb rendszerek egy frekvenciaészleltől, az ionoszféra állapotának gyors vizsgálatára támaszkodva választják ki és használják a legkedvezőbb frekvenciát. Többen talán már találkoztak is az elnevezéssel: ALE (Automatic Link Establishment – automatikus útvonal-meghatározás). Fejlesztés alatt áll a rádióamatőr változata is.

(Folytatjuk)