

## Az aktív ionoszféra és kezelésének módja

### Az ionoszféráról és a Naptevékenységről...

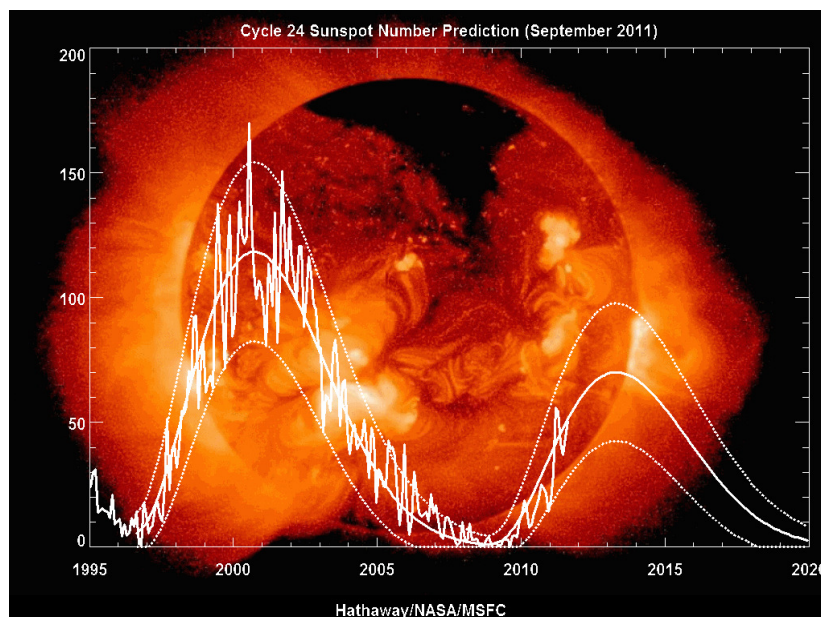
Mostanában egyre többet hallunk az ionoszféra GNSS helymeghatározásra gyakorolt hatásáról. A témában sok érdekes és hasznos tanulmány született. Vajon, miért most került szakmánk homlokterébe ez a téma? Eddig miért nem okozott komolyabb problémát az ionoszféra?

Napunk aktivitásában 11 éves ciklusokat figyeltek meg a kutatók és bizony 11 évvel ezelőtt – az előző csúcs idején - még saját bázisokat használtunk, ahol a rövid bázistávolságok miatt nem okozott komolyabb gondot az aktív Ionoszféra. A technológia fejlődésével megjelenő napjainkban használt különböző hálózati megoldások ( MAC, VRS, FKP), a megnövekedett valós bázistávolságok miatt, sokkal jobban ki vannak téve a Nap ezen hatásának. A hálózati megoldásokat használók egyre gyakrabban tapasztalhatják, hogy GNSS vevőik nagyobb ionoszféra aktivitás mellett sokszor képtelenek az inicializálásra.

Sajnos, a Kígyó-éve nem kecsegtet sok jóval: az adatok elemzése szerint valószínűsíthető, hogy a 2013-ban lesz a Nap a legaktívabb.

Milyen természeti erők állnak az ionoszféra zavarainak hátterében?

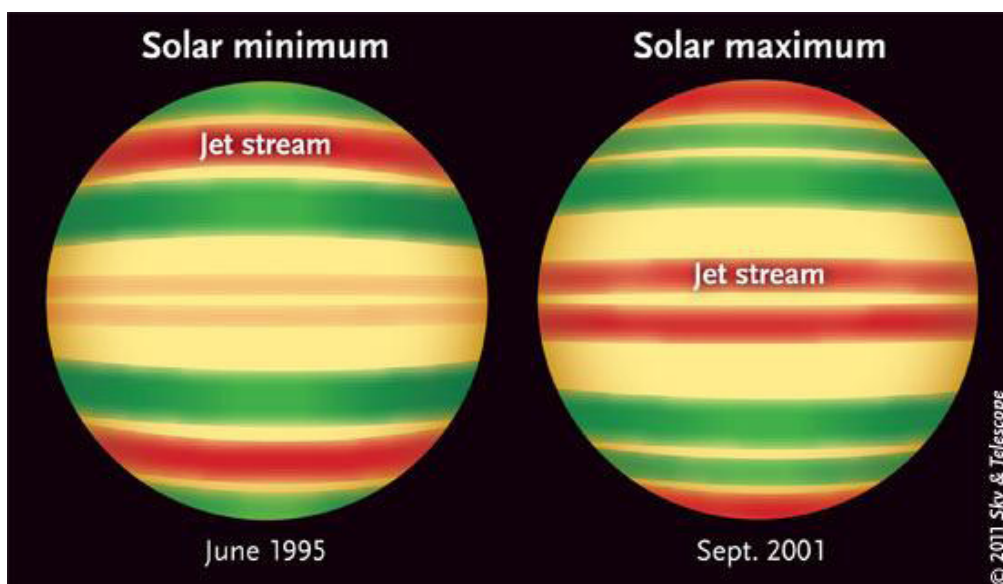
A Nap elektromágneses sugárzása (UV – és röntgensugárzása) az Ionoszférában lévő semleges atomokat ionizálja – azaz elektronikus töltéssel látja el. Az így aktívvá váló töltéssel rendelkező atomok késleltetik a műholdak által sugárzott jelek terjedési sebességét. Minél aktívabb Napunk, annál nehezebb az ionoszférát modellezni. A Nap aktivitása (az 1. ábrán látható) 11 éves periódusokra bontható. Az 1. ábráról jól leolvasható, hogy egy aktív időszak felszálló ágban járunk.



1. ábra- A Nap aktivitásának előrejelzése

Az ionosféra aktivitása jellemzően a téli hónapok déli óráiban a legerőteljesebb.

További érdekes résztvevői a naptevékenységnek az úgy nevezett Jet stream-ek (futóáramlások). Minden Jet stream a sarkok környékén kezdi életét és idővel a Nap egyenlítője felé halad. A mostani naptevékenységnél a sarkokon megjelenő „fiatal” Jet streamek még nem látszódnak. A 2-es ábrán látható, hogy a Nap aktív korszakában két stream is megfigyelhető. Egy „fiatal” a sarkok környékén, mely az egyenlítőhöz leáramolva a következő ciklus maximumát eredményezi, és egy „idősebb” stream, mely a mostani aktivitást okozza. Érdekessége a mostani ciklusnak, hogy a „fiatal” streamek még nem jelentek meg a sarkoknál. Ebből a kutatók arra következtettek, hogy a következő ciklus akár el is maradhat.



2. ábra - Jet streamek elhelyezkedése minimum és maximum aktivitás esetén

A 17. században Napunk egy viszonylagos nyugalmi állapotban volt. Az akkori nyugalmi állapot egy mini jégkorszakot eredményezett (Maunder minimum), minek következtében több fokkal lecsökkent az éves átlaghőmérséklet. Ebben az időszakban fagyott be rendszeresen a Duna, és Londonnál a Temze is.

A fent vázolt különleges jelenség nekünk földmérőknek sajnos csak bosszúságot okoz: a műholdas helymeghatározó rendszerek magas ionosféra aktivitás mellett nehezebben inicializálnak és megbízhatóságuk lényegesen csökken. A jelenség kezelése óriási kihívást jelent mind a műszergyártóknak, mind az RTK hálózatot üzemeltetőknek.

A probléma elhárítására a gyártók fejlesztéseiket más-más irányvonalak mentén kezdték meg, így - noha ezek külön-külön mind professzionális megoldások - nem egységesegek.

Előfordul, hogy az elképzelések ütköznek, ezért szabványosításuk lassú és nehézkes folyamat.

A Leica Geosystems AG is saját elképzelései szerint dolgozik már évek óta a probléma kezelésén.

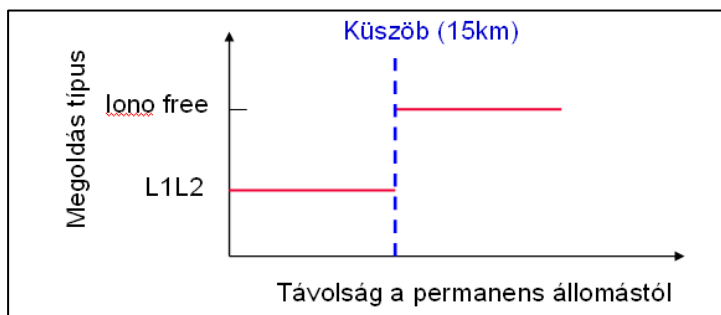
A Leica műszerek saját modelljeikkel próbálják az Ionoszféra aktivitásából eredő problémákat lekezelni. Ezen okból kifolyólag az RTCM 1030/1031-es üzeneteket - melyek a maradékhibákra vonatkozó üzeneteket tartalmaznak, a Leica műszerek sokáig nem használták fel.

A fejlesztők kezdetben – bízva a saját megoldásukban - nem tartották szükségesnek az RTCM szabvány 2007-ben elfogadott fentebb említett két üzenetének fogadását.

Az RTCM szabvány definiálja a két üzenettípust, de nem teszi kötelezővé használatukat. A szabvány megadja a lehetőséget a saját fejlesztések előnybe részesítésére, mint ahogyan a Leica műszerek is tették ezt korábban. Azonban egyes RTK hálózatok, jól illesztették rendszerükbe a fentebb említett két üzenet típust. A Leica fejlesztői a hálózatok sikeres ionoszféra kezelése láttán változtattak korábbi álláspontjukon. Új algoritmusokat dolgoztak ki melyek figyelembe veszik a hálózat által küldött üzenetek tartalmát, ugyanakkor a korábban használt saját modellezését is megtartották. A két módszer kombinálásának eredményeképpen, egy olyan korszerű ionoszféra kezelést kapunk, mely beépítésre került a SmartRTK technológiába.

### ...és a jelenségek kezeléséről a Leica berkein belül

A SmartRTK két főbb egységből áll, az úgy nevezett Atmospheric Decorrelator Technológiából és az Egyesített szűrőből.

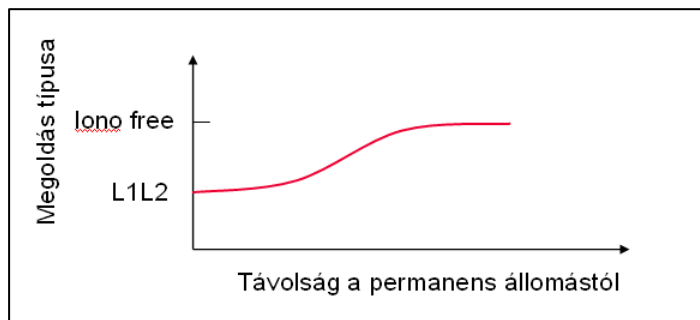


2. ábra – II generációs Atmospheric Decorrelator Technológia

maradékhibákat. Túl közeli bázistávolság esetén ki kellett kapcsolni az algoritmust, mert hibás eredményeket mutatott. A rövid bázistávolság esetén (<5 km) nem volt alkalmazható az algoritmus, annak ellenére, hogy már rövid távolságok esetén is jelentkeznek a távolságfüggő hibák. A Leica mérnökei arra jutottak, hogy két alap algoritmust kell kifejleszteniük. A rövid bázistávolságokra az L1L2-t, a hosszabb bázistávolságokra az Ion free megoldást használták.

Az Atmospheric Decorrelator Technológia felel részben az ionoszféra hatásából származó hiba kezeléséért. Az algoritmus begyűjti a rendelkezésre álló hálózati adatokat, majd megbecsüli a maradékhiba mértékét. A mérnökök rájöttek, hogy egyetlen

algoritmussal nem lehet elég hatékonyan lekezelni a



3. ábra – III. generációs Atmospheric Decorrelator Technológia

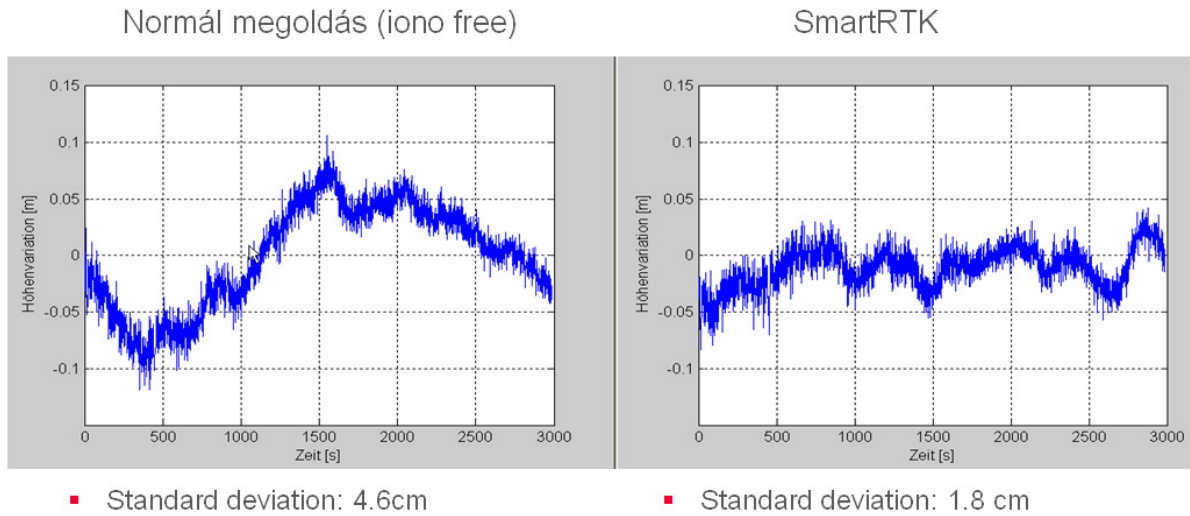
távolságok esetén az Ion free megoldás adta a pontosabb modellezést.

A fejlesztés azonban még mindig nem volt tökéletes. A problémát az jelentette, hogy a légköri körülmények nem konstansok, azaz folyton változnak. Így a küszöbérték is folyamatosan tolódtott a légköri viszonyoknak megfelelően. A 15 km-es küszöbhatár különböző légköri viszonyoknál más és más helyekre kellett, hogy kerüljön. Extrémebb légköri viszonyok mellett a jobb megoldást az biztosította, ha a műszer nem 15 km-es távolság után váltott át az Ion free megoldásra, mint korábban a II. generációs koncepciónál, hanem már jóval előtte, akár 11 km-nél.

Egy újabb problémát jelentett a két modell közti váltás a küszöbtávolság környékén. A két megoldás között nem volt átmenet, így egy vonalas létesítmény felmérésben a küszöbérték környékén törés következett be a vonalvezetésben. A Leica Geosystems AG szakemberei tovább finomították az eljárást melynek lényege, hogy a műszer kiszámolja a pozíciót mindkét algoritmussal, majd a légköri viszonyok függvényében a megfelelő súllyal veszi figyelembe a két algoritmust.

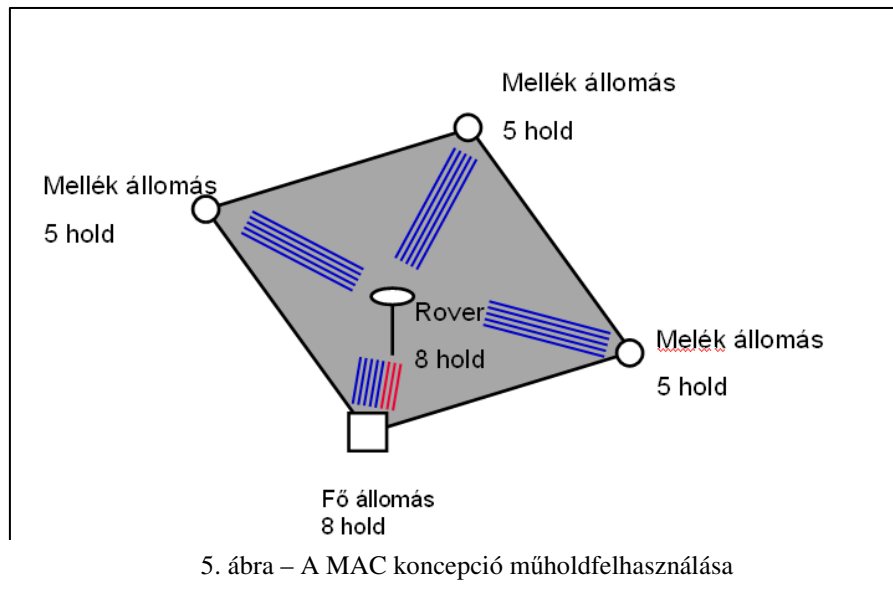
A IV. generáció az egyes RTK hálózatok által küldött maradékhiba üzeneteket ( RTCM 1030, 1031, 1039, 1015) és a saját fejlesztésű algoritmusokat kombinálja, melynek hatására magas hálózati maradék hibák mellett is a műszerek képesek megfelelő működést nyújtani.

Mit is jelent ez a gyakorlati életben? A Leica szakemberei összehasonlították a SmartRTK-t az elsőgenerációs megoldással szemben, amikor egyetlen általános algoritmust használt a műszer, mely egy meghatározott küszöbérték felett ( 5 km) került alkalmazásra. Az eredmény megdöbbentő volt. Egyes helyzetekben a hagyományos algoritmus eredményei több cm-vel eltértek a valóságtól, még a SmartRTK technológia lényegesen jobb eredményeket mutatott.



4. ábra – Magassági értelmű koordináta-eltérések ( hibák) grafikus megjelenítése a hagyományos és a SmartRTK megoldásra vonatkozóan.

A SmartRTK másik része az egyesített szűrő, mely a MAC koncepció elvét használva a környező permanens állomások adatát gyűjti be, így több valós állomásra támaszkodik a mérésünk, melyek ennek köszönhetően kevésbé lesznek hibákkal terheltek.





A korábbi hálózati megoldások (VRS, FKP) fő problémája az volt, hogy a GNSS műszer csak azokra a holdakra támaszkodott melyekre a hálózat feloldotta a ciklus-többértelműség. Ilyenkor a felmérő azt tapasztalhatta, hogy a műszere a szerverhez való kapcsolódás után kevesebb holdat észlelt. A SmartRTK egyesített szűrője ezt a problémát oldja meg, mivel nem csak azokat a holdakat használja fel a mérés során melyekre a hálózat feloldotta a ciklus-többértelműséget.

A Leica SmartRTK egyesített szűrője felhasznál minden műholdat, amire a ciklus-többértelműség fel lett oldva a hálózatban, valamint minden műholdat amit a fő állomás lát. Azaz amelyeket a többi állomás már nem követ és amelyekre a ciklus-többértelműséget nem tudták feloldani a hálózatban.

Az egyesített szűrőnek köszönhetően a Leica műszerek lényegesen több műholdra támaszkodhatnak a MAC módszer alkalmazása közben, mint más megoldást használó műszertársaik, így képessé váltak olyan helyeken is mérni, ahol más megoldások a nagy kitakarások miatt csődöt mondhatnak.