RÓZSA SZABOLCS – MILE MÁTÉ

GPS a csapadék előrejelzésében

A GPS rendszert napjainkban gyakran használjuk helymeghatározásra és navigációra gépkocsinkban, mobiltelefonunkon. Azt már viszont kevesebben tudják, hogy az elmúlt években hasonló rendszereket fejlesztett ki Oroszország (GLONASSZ), Kína (Beidou) és az Európai Unió is (Galileo). Ezeket a rendszereket összefoglalóan globális műholdas navigációs rendszereknek (GNSS) nevezzük.

Mindegyik műholdrendszer alapelve, hogy a műholdak a földi felhasználók felé időbélyeggel (kódokkal) ellátott mérőjelet küldenek, amelyek alapján a műhold és a vevő távolságát meg tudják határozni. A műholdak helyzetének ismeretében egyszerű geometriai összefüggésekkel számíthatóvá válik a műholdvevő helyzete.

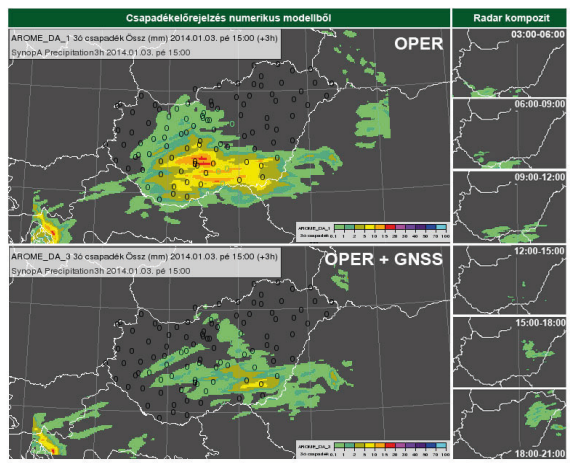
Bár az alapelv nagyon egyszerű, a méréseket számos szabályos hiba terheli. A mérőjel a légkörben változó sebességgel terjed. Az ionoszférában a Nap ionizáló sugárzása miatt létrejött szabad elektronok okoznak késleltetést, míg a légkör alsó néhányszor 10 kilométeres részében – a sztratoszférában és a troposzférában – a légköri gázok és a vízpára jelenléte lassítja a mérőjelek terjedését. A késleltetések nagyságrendje zenit irányban mintegy 2–10 méter az ionoszféra, és 2–2,5 m nagyságú az elektromosan semleges troposzféra és sztratoszféra esetében.

A navigációban jellemzően néhány méter pontos helymeghatározást szolgáltató GNSS méréseket precíz feldolgozási technikákkal a geodéziában is fel tudjuk használni azáltal, hogy ily módon a helymeghatározás pontosságát akár milliméteres nagyságrendre is fokozhatjuk. Ennek megvalósításához ismert koordinátájú pontokon végzett észlelésekre van szükségünk. A fixen telepített GNSS vevőkből felépített hálózatokkal (**1. ábra**) a geodézia, az építőipar, a földtudományok és a mezőgazdaság számos területén tudjuk biztosítani a néhány centiméter pontos helymeghatározást, így navigálva például az önvezető mezőgazdasági erőgépeket.

A helymeghatározáson túl azonban ezen állomáshálózatok Földünk megfigyelésére is alkalmasak. Köszönhetően annak, hogy ezen GNSS állomások helyzete nagy pontossággal ismert, a mért műhold–vevő távolságokból a vevők helyzete mellett a méréseket terhelő hibahatások mértékét is meg tudjuk határozni. Ezáltal a GNSS mérések a légkör néhány paraméterének megfigyelésére is alkalmassá tehetők.

2011–2016 között a BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszékének vezetésével több hazai intézmény kutatói vizsgálták, hogy a GNSS mérések miként használhatók a meteorológiai előrejelzések pontosítására. A várható csapadék mennyiségének és intenzitásának előrejelzéséhez kulcsfontosságú, hogy ismerjük a légköri oszlopban található vízpára mennyiségét, az integrált vízgőztartalmat. Ezt a légköri jellemzőt általában meteorológiai ballonokra rögzített rádiószondákkal határozzák meg. A mérések magas költsége miatt ilyen észleléseket hazánkban csak Budapesten és Szegeden, 12 órás időbeli felbontással tudunk végezni.

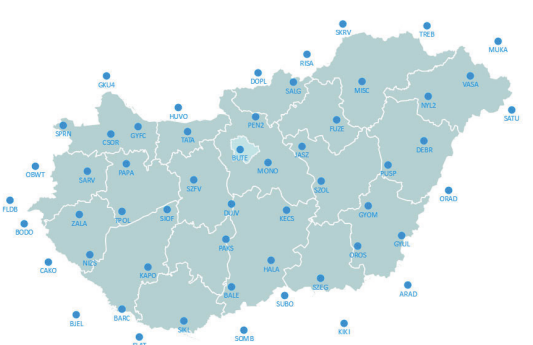
Kimutatható, hogy a GNSS mérésekből levezetett ún. nedves troposzferikus késleltetés szoros kapcsolatban áll a légkör integrált vízgőztartalmával. Így a földmérési célból kiépített aktív GNSS hálózat méréseinek felhasználásával mintegy 60 km-es térbeli, és jelenleg egyórás időbeli felbontással meghatározható az állomások feletti légköri oszlop teljes vízpáratartalma.



2. ábra. GNSS mérések hatása a csapadék-előrejelzés pontosságára (balra fent: csapadék-előrejelzés numerikus modellből GNSS nélkül, balra lent: csapadék-előrejelzés numerikus modellből GNSS mérések bevonásával, jobbra: a vizsgált nap radar kompozit képei)

A projekt keretében a BME a Kozmikus Geodéziai Obszervatóriummal együttműködve kialakította azt a GNSS feldolgozó rendszert, amely rutinszerűen állítja elő a nedves troposzferikus késleltetések értékét az aktív GNSS hálózat minden állomására. Az adatok numerikus előrejelző modellek kiindulási állapotába történő bevonását az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársai jelenleg is tesztelik. A **2. ábrán** egy ilyen teszt eredményét mutatjuk be. Ennek bal oldalán látható, hogy a vizsgált időszakban a numerikus modell a déli országrészre 10–15 mm csapadékot jelzett előre, ugyanakkor a jobb oldali oszlopban található radarképek azt mutatják, hogy a tényleges csapadék mennyisége nem haladta meg sehol a néhány millimétert. A GNSS adatok bevonásával jelentősen javult a numerikus modell csapadék előrejelzésének a pontossága, ahogyan azt az ábra bal alsó részén láthatjuk.

A biztató eredmények hatására a fejlesztések tovább folytatódnak, így a közeljövőben a meteorológiai előrejelzésben már a hazai GNSS mérések eredményei is hasznosulhatnak.



1. ábra. A hazai aktív GNSS hálózat felépítése
(Forrás: Budapest Főváros Kormányhivatala, Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztályának Kozmikus Geodéziai Osztálya, röviden KGO)