

**A TALAJ HIDROFIZIKAI TULAJDONSÁGAINAK HATÁSA
A KONVEKTÍV CSAPADÉKRA ÉS A VÍZMÉRLEG EGYES
ÖSSZETEVŐIRE: METEOROLÓGIAI ÉS KLIMATOLÓGIAI
VIZSGÁLATOK MAGYARORSZÁGON**

A doktori (PhD) értekezés tézisei

BREUER HAJNALKA

FÖLDTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Iskolavezető: Dr. Gábris Gyula egyetemi tanár

FÖLDRAJZ-METEOROLÓGIA PROGRAM

Programvezető: Dr. Nemes-Nagy József egyetemi tanár

Témavezetők:

dr. habil. ÁCS FERENC
egyetemi docens

és

dr. HORVÁTH ÁKOS

Országos Meteorológiai Szolgálat

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
METEOROLÓGIAI TANSZÉK
BUDAPEST, 2012

A VIZSGÁLT PROBLÉMAKÖR

A földfelszín, mint a légkör alsó határfeltétele mindig is a modern meteorológiai vizsgálatok tárgya volt. Jelentőségének megítélése az évtizedek során folyamatosan változott, azonban napjainkban a nagy térbeli felbontású modellek megjelenésével egyre jelentősebb szerepet kap. A felszíni energia egyenlegre való hatása a legeggyértelműbb, amely hatás alapvetően meghatározza a felszín közeli légkörben zajló folyamatokat. Az energia egyenleg legösszetettebb komponense a látens hőáram. Mértékét a légköri hatások mellett meghatározza a felszín borító növényzet vízforgalma, valamint a talajnedvesség-tartalom. Mindemellett a talajnedvesség függ a talaj fizikai tulajdonságaitól, illetve talaj egyes paramétereinek meghatározási módjától. A felszíni energiaegyenlegben bekövetkező változások elsősorban a felszíni hőmérsékletre és a harmatpontra vannak hatással, melyek kölcsönhatásban állnak a légkör dinamikus labilitásával. Ezen kívül a hőáramok, a turbulens kicserélődés révén, a határrétegbeli hő, nedvesség és momentum átvitelt is meghatározzák. E két fő hatás következtében, végső soron, a talajnedvesség befolyásolja mind a konvekciót, mind a csapadékképződést.

A talajnedvességnek és a talaj tulajdonságainak a planetáris határrétegre és a konvektív csapadékképződésre gyakorolt hatásainak vizsgálata igen szerteágazó. E tekintetben először a kezdeti talajnedvességre, a különböző talajtextúrákra, a talajparamétereket meghatározó pedotranszfer függvényekre és a talaj tulajdonságok térbeli eloszlására való érzékenységet vizsgálták. Ezen összefüggéseket azonban nem egységesen, hanem különböző összetettségű, a légkörrel kölcsönhatásban levő vagy attól csak egy irányban függő és különböző térbeli felbontású modellekkel végezték. Mindezek mellett a talajadatbázisra való érzékenységet csak elvétve vizsgálták. Mivel a mezoskálájú modellezésben a látens és a szenzibilis hőáram ismerete különösen fontos, egy globálisan használt és egy lokális talajadatbázisból meghatározott talajparaméter-együttes összehasonlítása meteorológiai szempontból is indokolt.

CÉLKITŰZÉSEK

Kutatásom célja a talajnedvességet meghatározó hidrofizikai tulajdonságoknak a konvektív csapadéokra és a vízmérleg egyes összetevőire gyakorolt hatását vizsgálata. A hidrofizikai tulajdonságokat a magyarországi talajmintákból összeállított HUNSODA (röviden HU) és az észak-amerikai mintákat tartalmazó USDA (röviden US) adatbázis alapján becsültem. Az USDA adatbázisból meghatározott paramétereket világszerte használják, főként az MM5 és WRF modellekben. Így egy regionális léptékű adatbázisból meghatározott paraméterekkel való összehasonlítás érdekes, sőt fontos feladat. A HUNSODA adatbázisból a talajparamétereket egyedül állítottam elő. A konvektív csapadéokra vonatkozó vizsgálatokat az MM5 időjárás előrejelző modell segítségével végeztem. A szimulált csapadék intenzitását és területi eloszlását a mérésekből előállított csapadékmezőkkel vetettem össze. Magyarország vízmérlegét egy általam összeállított, többrétegű talajnedvesség modell segítségével szimuláltam a XX. századra vonatkozóan felhasználva a CRU TS 1.2 adatbázist. E modell segítségével a talajparaméterek talajadatbázis különbözőségéből eredő hatását a vízmérleg összetevőire vonatkozóan is vizsgáltam.

ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

A dolgozatban az egyik elsődleges feladat az volt, hogy meghatározzam a HUNSODA adatbázishoz tartozó hidrofizikai talajparamétereket. Azon paraméterek kerültek meghatározásra, melyek az MM5 modellhez szükségesek, számításuk a magyar talajtani gyakorlatban használt módszerek alapján végeztem. Így a talaj szemcseméreték szerinti talajtextúra osztályozást és a szabadföldi vízkapacitást az USDA adatbázistól eltérő módon számítottam.

Az MM5 modellel végzett szimulációkat napi skálán verifikáltam. Ehhez a csapadékméréseket a modellel összevethető formában kellett reprezentálnom. A napi csapadékedényes méréseket Kriging módszerrel interpoláltam a modell felbontásához képest háromszor rosszabb felbontású rácsra (≈ 18 km). A térbeli felbontás csökkentésére azért volt szükség, mert az interpolációs módszer elengedhetetlen feltétele az, hogy a rács

akkora legyen, amelyben legalább egy mérés van. A szimulált csapadékmezők durvább felbontású mezőjét szintén Kriging módszerével állítottam elő.

A mezők összehasonlítását egy nemparaméteres korrelációs együttható, valamint egy beválási mutató meghatározásával végeztem. Az érzékenységi vizsgálatkor nem csak a mért és a szimulált csapadékmezőket vettem össze, hanem magukat a szimulációkat is. A korrelációs együtthatóra, pedig szignifikancia vizsgálatot végeztem.

A vízmérleg modell fejlesztésénél fontos szempont volt az, hogy lehetőleg minél több információt vegyek figyelembe a talaj és a felszínborítottsági adatok ismerete mellett, ugyanakkor használhatók legyenek a havi léptékű meteorológiai adatok esetén is. A talajtextúrához kapcsolódó hervadásponthoz (Θ_w), szabadföldi vízkapacitás (Θ_f), telítési talajnedvesség (Θ_s), porozitási index (b), telítési vízpotenciál (Ψ_s) és telítési vízvezetőképesség (K_s), valamint a felszínborítottsághoz kapcsolódó levélfelületi index és minimális sztómaellenállás és a talaj rétegvastagsága a meghatározó paraméterek.

A vízmérleg modellben – a Richards egyenlet következtében – 30 perces időlépcsőt alkalmaztam, de a párolgás becsléséhez már a napi vagy 12 órás hőmérséklet és légnedvesség adatok elegendők. A Magyarországra felhasznált adatbázisban azonban havi értékek állnak rendelkezésre, ezért ezekre leskálázást alkalmaztam. A hőmérséklet és légnedvesség változókra egyszerű lineáris leképezést hajtottam végre. Csapadék esetén átlagos csapadék gyakoriságot és csapadékintenzitást határoztam meg a rendelkezésre álló napi csapadék adatok alapján. Ezt 4 magyarországi állomásra (Budapest, Szeged, Szombathely, Debrecen) és a XX. századra vonatkozóan tettem meg. Ezen adatok szerint történik a 12 órás időintervallumra való leskálázás. A modell verifikálását egy évre napi, míg 13–20 évre havi időléptékben végeztem el. A referenciaképpen szolgáló adatsorok az Illinois állambeli (USA) 11 állomás, valamint a debreceni obszervatórium mért talajnedvesség adatai voltak.

EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK

A talaj hidrofizikai tulajdonságait leíró új eredmények a következők:

- 1) Meghatároztuk a magyarországi talajok Campbell parametrizációjában szereplő hidraulikus paraméter-értékeket a HUNSODA adatbázis és Filep és Ferencz (1999) talajtextúra-klasszifikációja szerint.
- 2) Összehasonlítva az US és a HU paraméter-értékeket, bemutattam, hogy az agyag textúrára vonatkozó b^{HU} közel feleakkora, mint a b^{US} . Továbbá a Θ_s^{HU} és a Θ_f^{HU} átlagosan mintegy 60 mm/m-rel nagyobb, mint a Θ_s^{US} és a Θ_f^{US} . Ehhez hasonlóan a párolgást meghatározó hasznos vízkészlet ($\Theta_f - \Theta_w$) is átlagosan 55 mm/m-rel nagyobb a HU, mint az US paraméterekre. A vizsgált 12 textúra közül a legnagyobb eltérések az agyagos vályog és vályogos homok fizikai féleségek esetén voltak.

Az időjárás előrejelző modellnek a talaj hidraulikus tulajdonságaira való érzékenységét illetően a következő új eredményeket kaptam:

- 3) A talajok hidraulikus paraméter-értékei közötti különbségek nyáron maximálisan 100 W/m^2 -es nagyságú szenzibilis és látens hőáram különbségeket okoznak. E különbségek a felszínközeli hőmérsékletben és harmatpontban átlagosan $\pm 1^\circ\text{C}$ eltérést jelentenek és az időjárás függvényében változnak. A harmatpont depresszióbeli különbség, pedig kétszer ekkora.
- 4) A talaj és a növényi paraméterek hatása a CAPE-ra és a csapadékintenzitásra összemérhető.
- 5) A hidraulikus paraméter-értékek megváltozásából eredő talajnedvesség-változások nemlineáris hatással vannak a csapadék mennyiségére és területi eloszlására. A kapott csapadérendszer egymáshoz képest többnyire csak el vannak tolódva. Ez az eltolódás 50 km körüli.
- 6) A talajtextúra és a paraméter-értékek megváltoztatása szignifikáns különbségeket eredményezett a csapadék területi eloszlásában. A különbségek mértéke függ a napi csapadék mennyiségétől. A legnagyobb eltérések a 3–5 mm/nap intervallumban jelentkeztek, melyek a leggyakrabban előforduló mért csapadékösszegek.

- 7) A talaj paraméterek között fontossági sorrend állítható fel a csapadékmezőre gyakorolt hatás nagysága szempontjából. Legnagyobb különbséget a talajparaméterek együttese okozza, majd ezt követi a talajtextúrának a modellezett területen belüli területi eloszlásának hatása és a talajnedvesség rácson belüli területi eloszlásának a hatása.
- 8) Egy-egy paraméter megváltoztatása nem jár szignifikáns csapadékváltozással.
- 9) Hazai adatbázisból származó talajtextúra és talajparaméter együttes használata a globális talajadathoz képest javítja a szimulált csapadék beválását.

A vízmérleg modell használatával kapcsolatos új eredményeim a következők:

- 10) A modell a havi vízkészletet egy-két év átlagában jól ($R=0,75-0,8$), a sokévi átlagokat tekintve pedig kiválóan ($R=0,96-0,99$) szimulálja.
- 11) Az egyes vízmérleg összetevők magyarországi területi átlagának évi menete nem függ a talajadatbázis használatától; a felszíni és a talaj tulajdonságok területi eloszlása a meghatározó.
- 12) Évi összegeket tekintve, a talajba jutó víz mennyisége 20–40 mm, míg a felszíni elfolyás 10–30 mm-rel tér el a HUNSODA és USDA adatbázisok használata esetén. A két különböző talajadatbázis okozta területi eloszlásbeli különbségek visszavezethetők a hasznosítható vízkészletbeli és a talaj vízelvezető képességbeli különbségekre.

Összességében elmondható, hogy a talajadatbázisok használata hatással van a szimulált konvektív csapadék, valamint a havi vagy többéves skálájú vízmérleg összetevők becslésének eredményeire. Ezért javasolandó a lokális talajparaméterek használata a globális helyett a felszín-légkör kölcsönhatás vizsgálatokban.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

Lektorált cikkek:

Ács, F., **Breuer, H.**, Szász, G., 2007: A tényleges párolgás és a talajvízkészlet becslése tenyészidőszakban. *Agrokémia és Talajtan*, 56, 217–236.

Ács, F., Horváth Á., **Breuer, H.**, 2008: A talaj szerepe az időjárás alakulásában. *Agrokémia és Talajtan*, 57(2), 225–238.

Ács, F., Horváth, Á., Breuer, H., Rubel, F., 2010: Sensitivity of local convective precipitation to parameterization of the field capacity and wilting point soil moisture contents. *Időjárás*, 114 (1-2), 39–55. (IF=0,546)

Ács, F., Horváth, Á., **Breuer, H.**, Rubel, F., 2010: Effect of the soil hydraulic characteristics on the local convective precipitation. *Meteorologische Zeitschrift*, 19(2), 1–11, DOI 10.1127/0941-2948/2010/0435 (IF=1,257)

Breuer, H., Ács, F., 2010: Surface resistance estimation of some crops using different climate, soil-, and vegetation-specific data. *Időjárás*, 114(3), 203-215. (IF=0,546)

Breuer H., Ács F., 2011: Magyarország többretegű talajmodell alapján becsült vízmérlege a XX. században. *Agrokémia és Talajtan*, 60(1), 65-86.

Breuer H., Ács F., Rajkai K., Horváth Á., 2011: A talaj hidrofizikai tulajdonságainak hatása a konvektív csapadéokra. *Agrokémia és Talajtan*, 60(2), 309-324.

Horváth, Á., Ács, F., **Breuer, H.**, 2009: On the relationship between soil, vegetation and severe convective storms: Hungarian case studies. *J. Atmos. Res.*, 93, 66–81, doi:10.1016/j.atmosres.2008.10.007 (IF=1,456)

Szász, G., Ács, F., **Breuer, H.**, 2007: Estimation of surface energy and carbon balance components using a Thornthwaite-based approach in the vicinity of Debrecen. *Időjárás*, 111, 239–250.

Nemzetközi konferenciákon bemutatott poszterek:

Ács, F., **Breuer, H.**, Horváth, Á., 2008: The sensitivity of storms to soil hydraulic characteristics. 8th Annual Meeting of the European Meteorological Society (EMS), 7th European Conference on Applied Climatology (ECAC), 29. September – 3. October 2008, Amsterdam, The Netherlands. EMS2008-A-00085 (poszter és absztrakt)

Breuer, H., Ács, F., Horváth Á., Rubel, F., 2010: Effects of soil hydraulic properties on the convective precipitation and cloud formation: MM5 simulations in Hungary. European Research Course on Atmospheres (ERCA), Grenoble, France, 01.11–02.12.2010. (poszter)

Breuer, H., Ács, F., Rubel, F., Horváth, Á., 2009: The sensitivity of convective precipitation to soil texture distribution and soil hydraulic characteristics. 9th Annual Meeting of the European Meteorological Society (EMS)/ 9th European Conference on Applications in Meteorology (ECAM), 28. September – 2. October 2009, Toulouse, France. EMS2009-490. (poszter és absztrakt)

Horváth, Á., Ács, F., **Breuer, H.**, 2007: On the relationship between soil, vegetation and severe convective storms: A case study. 4th European Conference on Severe Storms, Abstracts book (Section 3, Number 25). (poszter és absztrakt)

Ismeretterjesztő cikkek:

Ács, F., **Breuer, H.**, Horváth, Á., 2008: Esszé a talaj, a növényzet és a zivatarok közötti kapcsolatrendszeréről. *Légkör*, 53(4), 20–23.

Breuer, H., 2009: A növényzet és a légkör közötti kapcsolat erőssége. *Légkör*. 54(3), 8–11.