

HIDEG LÉGPÁRNÁK VIZSGÁLATA AZ ERA-INTERIM REANALÍZIS FELHASZNÁLÁSÁVAL

Szabóné André Karolina, Bartholy Judit, Pongrácz Rita

ELTE Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
e-mail: karol@nimbus.elte.hu

Bevezetés

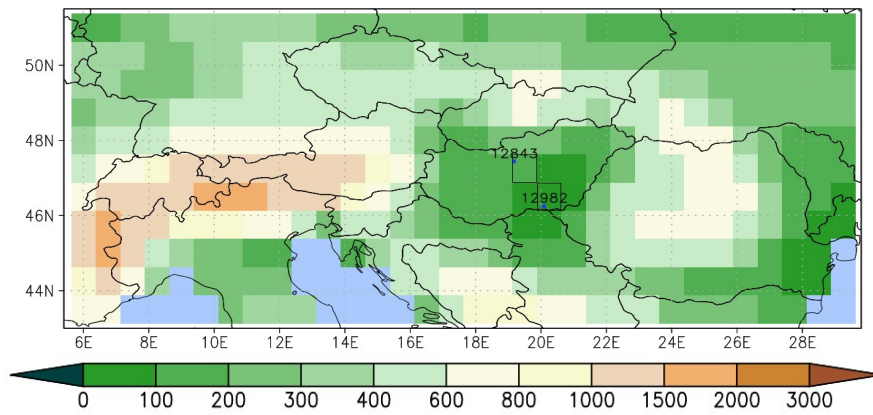
A hideg légpárna egy téli, anticiklonális időjárási helyzet, amely a Kárpát-medencében gyakran előfordul. Fennállásakor hideg levegő tölti ki a medencét, a magasban pedig meleg légtömeg található (H. Bóna, 1986). Amennyiben a hőmérsékleti inverzió érinti a felszín, elsőfajú vagy egyszerű hideg légpárnáról beszélünk (Tóth, 1984). Ekkor a levegő vertikálisan nem keveredik át, így a felszínen kibocsátott légszennyező anyagok feldúsulnak és szmog képződik. Ebben az esetben ködös időjárás jellemző. A hideg légpárnák másik típusa (másodfajú vagy összetett) esetén az inverzió magasabban helyezkedik el, így köd helyett alacsony szintű rétegfelhőzet tölti ki a medencét. Hideg légpárna esetén ónos eső is előfordulhat. Ez a jelenség több napig, akár hetekig is fennállhat, megszűnéséhez például egy erős hidegfront szükséges. Előrejelzése nehézségekbe ütközik, ugyanis akár egyik napról a másikra is kialakulhat, illetve a numerikus időjárás előrejelző modellek általában a valóságnál korábban várják kialakulását és feloszlását. Emellett azért is kihívás a hideg légpárnák vizsgálata, mert nincsen objektív, számszerű definíciója a jelenségnek.

Egy doktori kutatás keretein belül a várható éghajlatváltozást vizsgáljuk, különös tekintettel a hideg légpárnákra. Az éghajlati jellegű vizsgálatokat mind a múlt, mind a jövőre elvégezzük a hideg légpárnás időszakok előfordulási gyakoriságára, tartamára, intenzitására vonatkozóan. Ehhez mindenképpen szükséges a jelenség pontos számszerű definíciója, illetve egy olyan módszer kidolgozása, amely jól azonosítja a hideg légpárnás időszakokat.

Módszertan

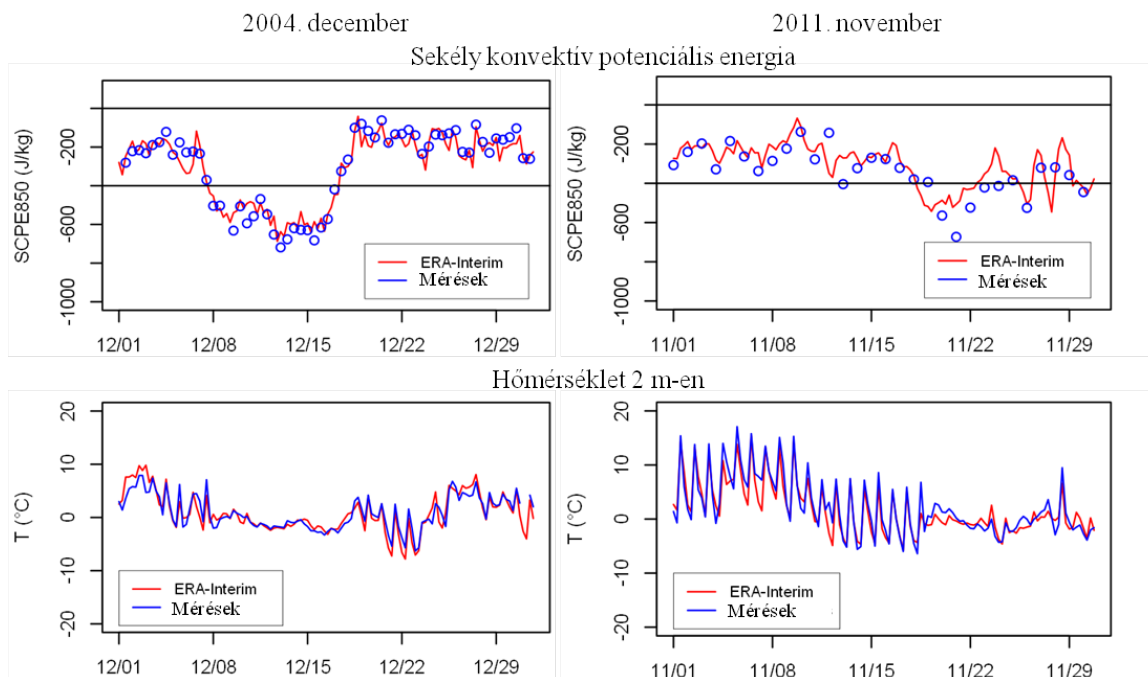
A hideg légpárna azonosításához például a logisztikus regressziót lehet használni. A logisztikus regressziós modell felállításához használhatnánk mérési adatokat, de azok szabálytalan térbeli és időbeli felbontásúak, ami nagy adatmennyiség esetén megnehezíti kezelésüket. Ezért döntöttünk a napjainkban ismert legmegbízhatóbb reanalízis adatbázis, a $0,75^\circ$ horizontális felbontású ERA-Interim (Dee et al., 2011) alkalmazása mellett (*1. ábra*). Mielőtt a globális modellel meghajtott regionális éghajlati modell validálására használnánk, elvégeztük a reanalízis verifikálását rádiószondás (Durre et al., 2006) és szinoptikus (Smith et al., 2011) mérési adatokkal.

A verifikáció során vizsgált változók az alábbiak: (1) tengerszintre átszámított légnyomás, (2) annak időbeli változása, (3) szélesség és szélirány 10 m-en, (4) hőmérséklet és (5) relatív nedvesség 2 m-en. Ez utóbbi három mennyiséget (3–5) a felszín közeli szintek mellett három nyomási szintre (925 hPa, 850 hPa és 700 hPa) is megvizsgáltuk (Szabóné André et al., 2016). Továbbá kiszámítottuk az ún. sekély konvektív potenciális energiát (SCPE⁸⁵⁰), mely azt az energiamennyiséget jelenti, ami ahhoz kell, hogy egy bizonyos vastagságú légrétegben (pl. a 850 hPa-os nyomási szint alatt) a légállapot száraz adiabatikussá váljon (Szabóné André et al., 2015).



1. ábra: A vizsgált tartomány domborzata (m) a 0,75°-os horizontális felbontású ERA-Interim alapján.

Terjedelmi korlátok miatt jelen írásunkban csak az SCPE⁸⁵⁰ és a léghőmérséklet (standard 2 m magasságban) időbeli menetét mutatjuk be két időszakra, Budapestre vonatkozóan (2. ábra). A grafikonokon jól látható, hogy mindkét változó kielégítő egyezést mutat mindkét időszakban. Azokon a napokon, amikor hideg légpárna volt megfigyelhető, az SCPE⁸⁵⁰ mennyiség -400 J/kg alatti értéket vett fel. Ekkor a kétméteres hőmérséklet napi menete is megszűnt a köd, illetve az alacsony szintű rétegfelhőzet miatt.

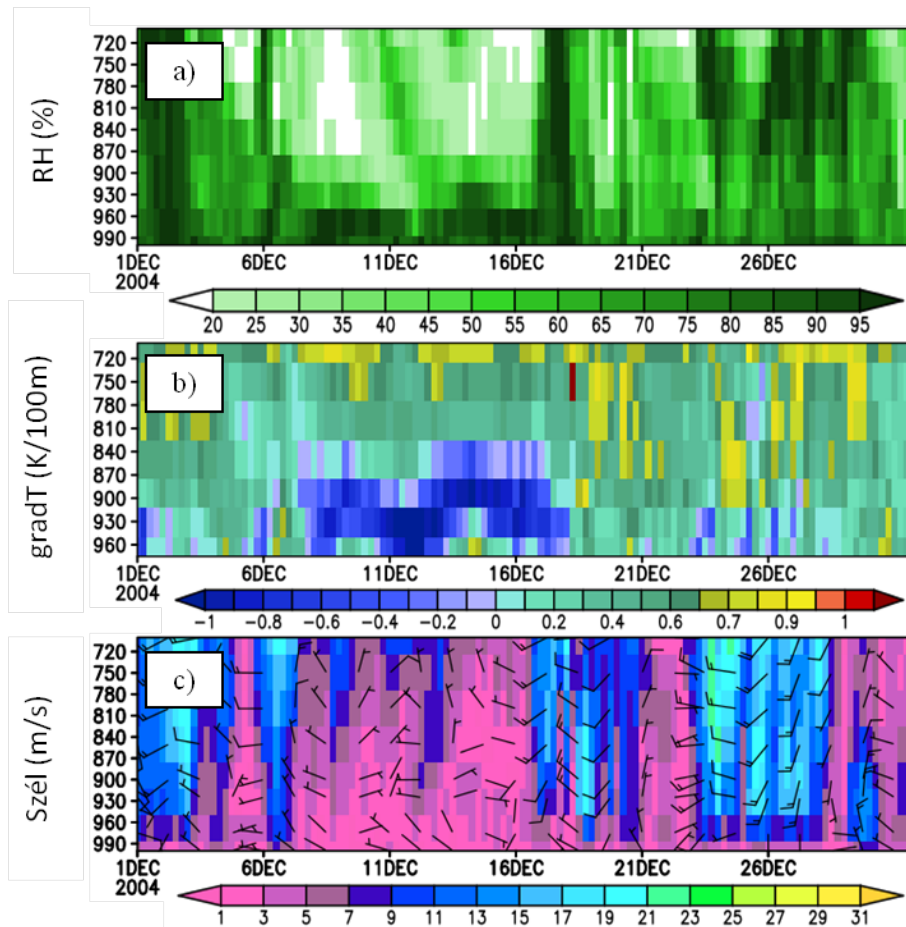


2. ábra: Az SCPE⁸⁵⁰ (fent) és a kétméteres hőmérséklet (lent) időbeli menete Budapesten (ERA-Interim: é.sz. 47,25°, k.h. 19,5°, valós: é.sz. 47,4°, k.h. 19,2°) 2004 decemberében (balra) és 2011 novemberében (jobbra).

Esettanulmány

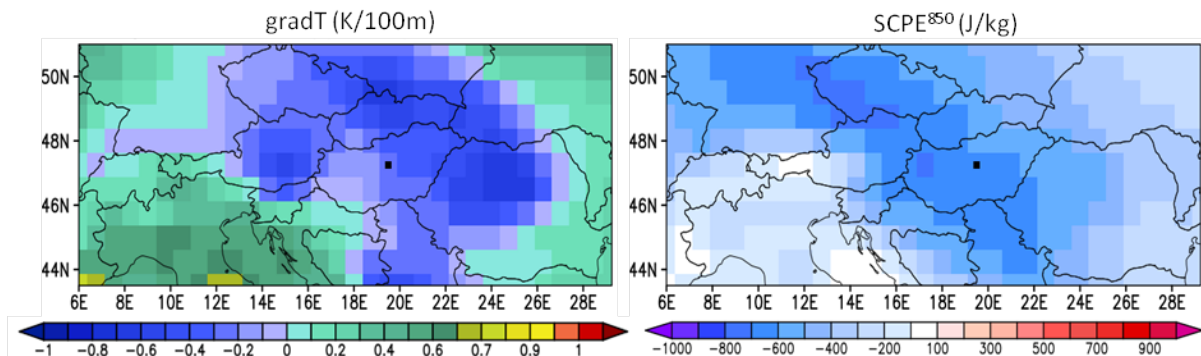
A továbbiakban az ERA-Interim adatai felhasználásával mutatjuk be a 2004. decemberi hideg légpárnás időszakot. A relatív nedvesség, a vertikális hőmérsékleti gradiens, a szélesség és szélirány vertikális eloszlásának időbeli menetét mutatja a 3. ábra a budapesti – egyetlen – rácscellára vonatkozóan. A hideg légpárna inverzió (3.b ábra, kék árnyalatok) alapján a hideg légpárna 2004. december 7-től 17 UTC-ig tartott. Abban az időszakban megfigyelhető, hogy a

felszín közelében nedves, míg a magasban száraz volt a levegő (3.a ábra), illetve a felszín közelében szélsendő uralkodott (3.c ábra).



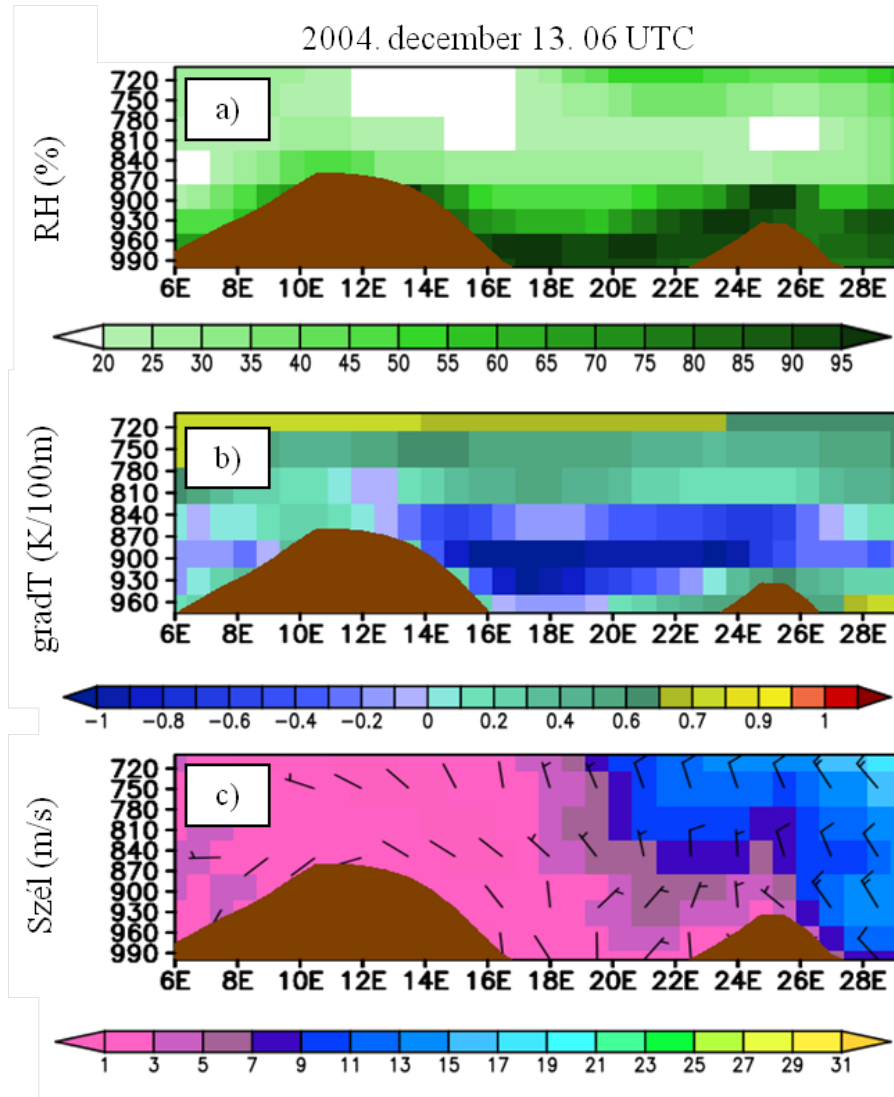
3. ábra: A relatív nedvesség (a), a vertikális hőmérsékleti gradiens (b), valamint a szélesség és szélirány (c) vertikális eloszlásának időbeli menete Budapesten (é.sz. 47.25°, k.h. 19.5°) az ERA-Interim adatai alapján 2004 decemberében.

A hideg légpárnák elemzését a vertikális szerkezetek áttekintése után a horizontális kiterjedés vizsgálatával folytatjuk, melyhez térképes megjelenítést használunk. A hőmérsékleti gradiens mutató térképen (4. ábra, bal oldal) egy nagy kiterjedésű inverziós réteg figyelhető meg a 850 hPa-os nyomási szinten, amely szinte az egész Kárpát-medencét kitölti. Az SCPE⁸⁵⁰ értékét részletező térképen (4. ábra, jobb oldal) is jól látható a medencében lévő stabil rétegződésű légtömeg.



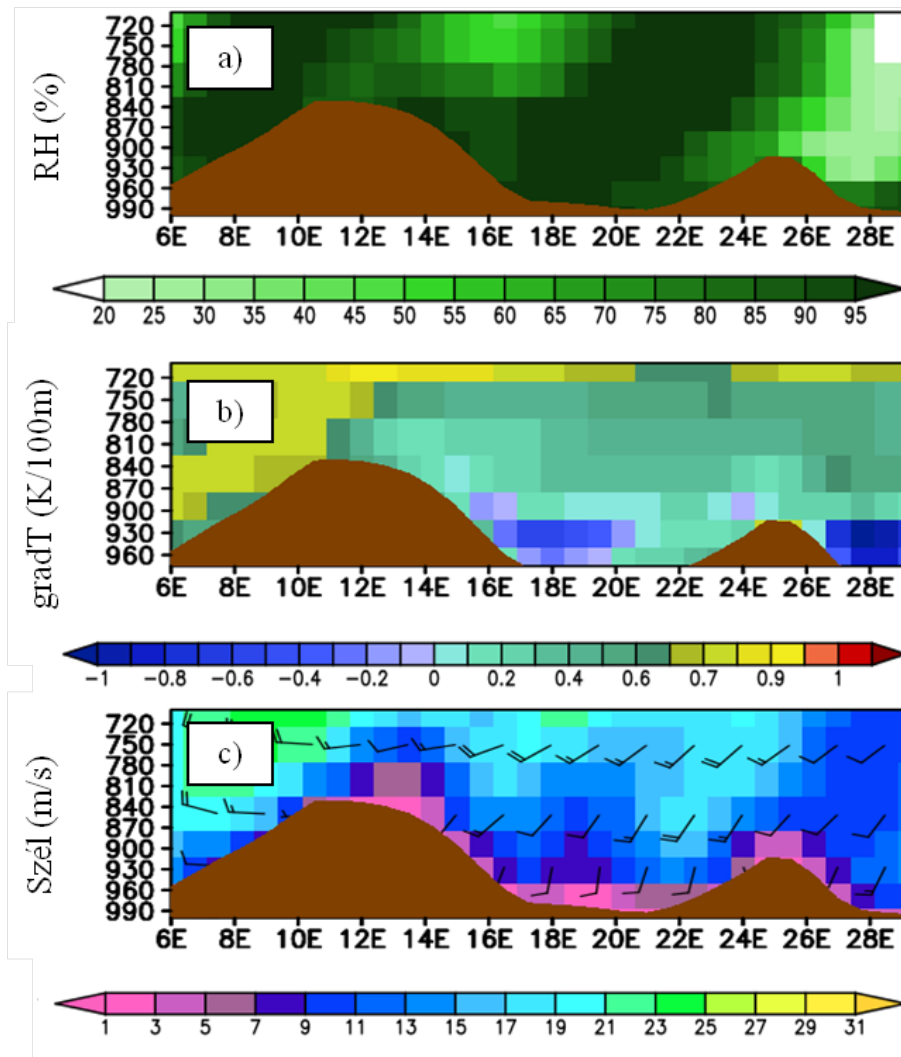
4. ábra: A 850 hPa-os vertikális hőmérsékleti gradiens (bal oldalon) és az SCPE⁸⁵⁰ (jobb oldalon) az ERA-Interim adatai alapján.

A hideg légpárna térbeli felépítését a térképek mellett vertikális keresztmetszetekkel is vizsgálhatjuk. A relatív nedvesség (5.a ábra) alapján elmondható, hogy a nedves levegő az adott szélességi körön 2004. december 13-án 6 UTC-kor kitöltötte az egész Kárpát-medencét. Emellett az inverzió és a szélcsend az egész medence felett megfigyelhető (5.b és 5.c ábra).



5. ábra: A relatív nedvesség (a), a vertikális hőmérsékleti gradiens (b), valamint a szélesség és szélirány (c) vertikális keresztmetszete Budapest szélességi köre mentén (é.sz. 47.25°) az ERA-Interim adatai alapján 2004. december 13-án 6 UTC-kor.
A barna színnel jelölt hegységek nyugatról keletre haladva: Alpok, Kárpátok.

December 17-én egy hidegfront vonult át a Kárpát-medence felett, amely 18-án éjjelre feloszlatta a hideg légpárnát (6. ábra). A relatív nedvességet bemutató vertikális metszeten (6.a ábra) jól megfigyelhető a fronthoz kapcsolódó felhőzet. A vertikális hőmérsékleti gradienst ábrázolva (6.b ábra) látható, hogy az inverzió legyengült, s a Kárpát-medence jelentős részén teljesen megszűnt. Ezzel egy időben a szél megerősödött (6.c ábra).



6. ábra: A relatív nedvesség (a), a vertikális hőmérsékleti gradiens (b), valamint a szélesség és szélirány (c) vertikális keresztmetszete Budapest szélességi köre mentén (é.sz. 47,25°) az ERA-Interim adatai alapján 2004. december 18-án 0 UTC-kor. A barna színnel jelölt hegységek nyugatról keletre haladva: Alpok, Kárpátok.

Összefoglalás, további tervek

Írásunkban egy tipikus kárpát-medencei, téli időjárási helyzetet, a hideg légpárna jelenségét ismertettük. Az ERA-Interim reanalízis felhasználásával – annak verifikálása után – bemutattuk a 2004. decemberi időszakot, amikor egy hideg légpárna 10 napig uralta országunk időjárását. A reanalízis a mérésekhez képest jobb tér- és időbeli felbontással rendelkezik, ami részletes vizsgálatokat tesz lehetővé. Rácsponti jellege miatt numerikus modellek verifikációjára és éghajlati modellek validációjára is alkalmas.

Ahhoz, hogy a múltra, illetve a jövőre éghajlati jellegű vizsgálatokat végezhessünk, szükséges a jelenség pontos, számszerű definíciója, illetve egy olyan módszer kidolgozása, amely megfelelően azonosítja a hideg légpárnás időszakokat. Ehhez például a logisztikus regressziót lehet használni. A logisztikus regressziós modell felállításához szükséges egy ún. tananyag létrehozása. E művelet során múltbeli adatok alapján megkeressük a hideg légpárnás időszakokat, amire az elkövetkező időszakokban fog sor kerülni a számszerű definíció megadása után.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat támogatta az AGRÁRKLIMA2 projekt (VKSZ_12-1-2013-0034) és az Európai Gazdasági Térség (EGT) Támogatási Alap „Alkalmazkodás az Éghajlatváltozáshoz” Program (EEA-C13-10).

Hivatkozások

- Dee, D.P., Uppala et al., 2011: The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. *Q J Roy Meteor Soc.*, 137: 553–597. doi:10.1002/qj.828
- Durre, I., Vose, R.S., Wuertz, D.B., 2006: Overview of the Integrated Global Radiosonde Archive. *J Climate*, 19: 53–68.
- H. Bóna, M., 1986: Hideg-légpárnák aeroszinoptikai vizsgálata a Kárpát-medencében. OMSz, Budapest, *Meteorológiai tanulmányok*, 54.
- Smith, A., Lott, N., Vose, R., 2011: The Integrated Surface Database: Recent Developments and Partnerships. *B Am Meteorol Soc.*, 92, 704–708. doi:10.1175/2011BAMS3015.1
- Szabóné André, K., Bartholy, J., Pongrácz, R., 2016: Synoptic climatological analysis of persistent cold air pools over the Carpathian Basin. *EGU General Assembly 2016*, Vienna, Austria, 17-22 April 2016, EGU2016-2928
- Szabóné André, K., Bartholy, J., Pongrácz, R., 2015: A hideg légpárnák számszerű vizsgálatának lehetőségei. In: *Aktuális kutatások az ELTE Meteorológiai Tanszékén, Eötvös Loránd Tudományegyetem.* (szerk.: Pongrácz R., Mészáros R., Kis A.) *Egyetemi Meteorológiai Füzetek* 26, 82–86.
- Tóth, P., 1984: Parametrizáció bevezetése hideg-légpárnák keletkezésének és feloszlásának analízise céljából. OMSz, Budapest, *Meteorológiai tanulmányok*, 51.