

Természetes felszínek áramlásmódosító hatásának becslése

Dr. Radics Kornélia¹, Dr. Bartholy Judit²

¹MH Meteorológiai Szolgálat, 1135 Budapest, Lehel u. 33-35. (tel.: +36-1-236-5327)

²ELTE Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány s. 1/A. (tel.: +36-1-372-2945)
kornelia.radics@mil.hu, bari@ludens.elte.hu

A természetes felszínek, így a domborzat és az érdesség áramlásmódosító hatásának becslését 29 magyarországi meteorológiai állomás legfrissebb, nyolc éves időszaka alapján végeztük. A vizsgálatokhoz a dán fejlesztésű Wind Atlas Analysis and Application Programot (WASP-ot) alkalmaztuk. A WASP a mért széladatok horizontális és vertikális extrapolációjára szolgáló, Jackson és Hunt elméletére alapozott, lineáris, spektrális modell (Mortensen et al., 1993), melynek felhasználásával készült az Európai szélátlasz (Troen és Petersen, 1989) is. Svédországi mérési adatsorok felhasználásával feltártuk a WASP modellezési korlátjait (Bartholy és Radics, 2000; 2001), majd a hegyhátsági toronymérés (Haszpra et al. 2001) négy szinten (10 m-en, 48 m-en, 82 m-en és 115 m-en) mért széladatainak segítségével igazoltuk a WASP modell hazai adaptálhatóságát. Így lehetőség nyílt a modellezési eredmények verifikálására. A széladatok horizontális és vertikális extrapolációját esettanulmányok során végeztük el (Radics és Bartholy, 2002b), továbbá a domborzat és az érdesség áramlásmódosító hatását elemeztük azzal a céllal, hogy feltárjuk a rendelkezésre álló szélmező legfontosabb sajátosságait. A kutatás befejező részében az ország egész területére – a WASP modell és a digitális terepmodellek alkalmazásával – modelleztük és megszerkesztettük az átlagos szélsébséget ábrázoló térképeket (Radics, 2004).

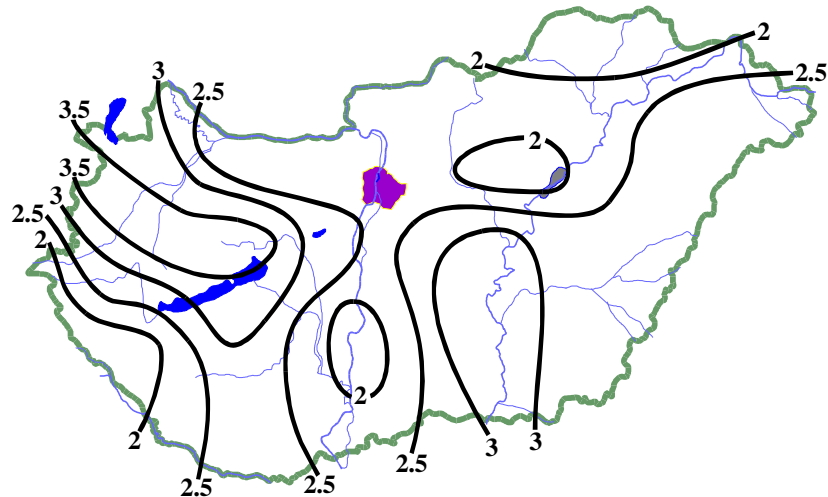
Eredmények, következtetések

Előadásunk során az európai ajánlásoknak megfelelő hazai szélklíma vizsgálatainkat mutattuk be. Eredményeinket összefoglalva az alábbi legfontosabb következtetéseket vonhatjuk le.

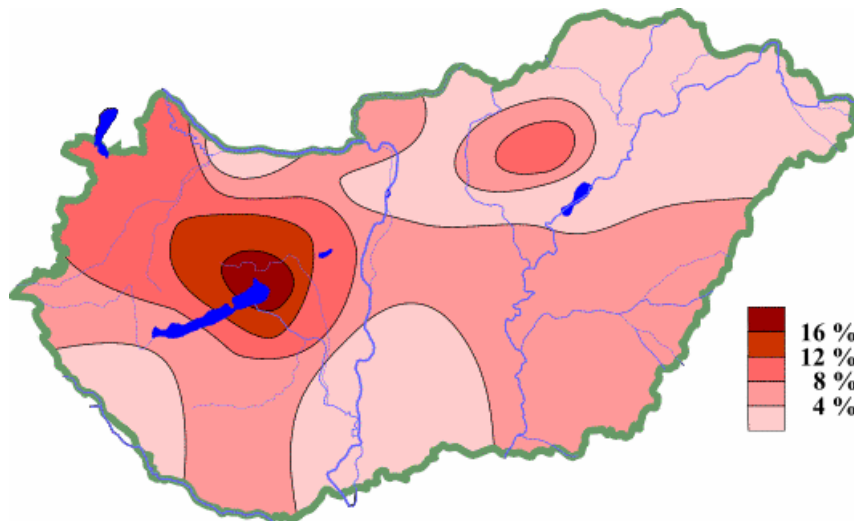
- 29 magyarországi meteorológiai állomás nyolc éves, 10 m-es magasságra korrigált széladatsora alapján az éves átlagos szélsébség $1,47 \text{ m s}^{-1}$ (Jósvafő) és $4,05 \text{ m s}^{-1}$ (Szentkirályszabadja) között változik (1. ábra). Így az európai szélosztályozás alapján hazánk a mérsékelt szél kategóriába sorolható (Bartholy et al. 2003).
- Az extrém szélsébségek (pl. 7 m s^{-1} -nél nagyobb szélsébségek) relatív gyakoriságának területi eloszlása (2. ábra) az átlagos szélsébséghez hasonló képet mutat. A legszelesebb vidék az észak-nyugati országrész, de a dél-keleti területek is jelentős szélkinccsel rendelkeznek.
- A Dunántúlon és a középső országrészben az északi és északnyugati szelek, míg a keleti országrészben az északi és északkeleti szelek a leggyakoribbak (3. ábra). Az uralkodó szélirány relatív gyakorisága alacsony, 11,5 % (Miskolc) és 25,4 % (Szentkirályszabadja) közé esik. A szélcsendes időszakok aránya néhány térségben kifejezetten magas értéket

vesz fel; átlagosan 1,39 % (Kékestető, 25,07 m-en) és 23,2 % (Jósvafő, 9,99 m-en) között változik.

- A szélsébség havi anomáliái általában 1 m s^{-1} -on belül maradnak, azaz szélklímánk az egész év során kiegyenlítettnek mondható.



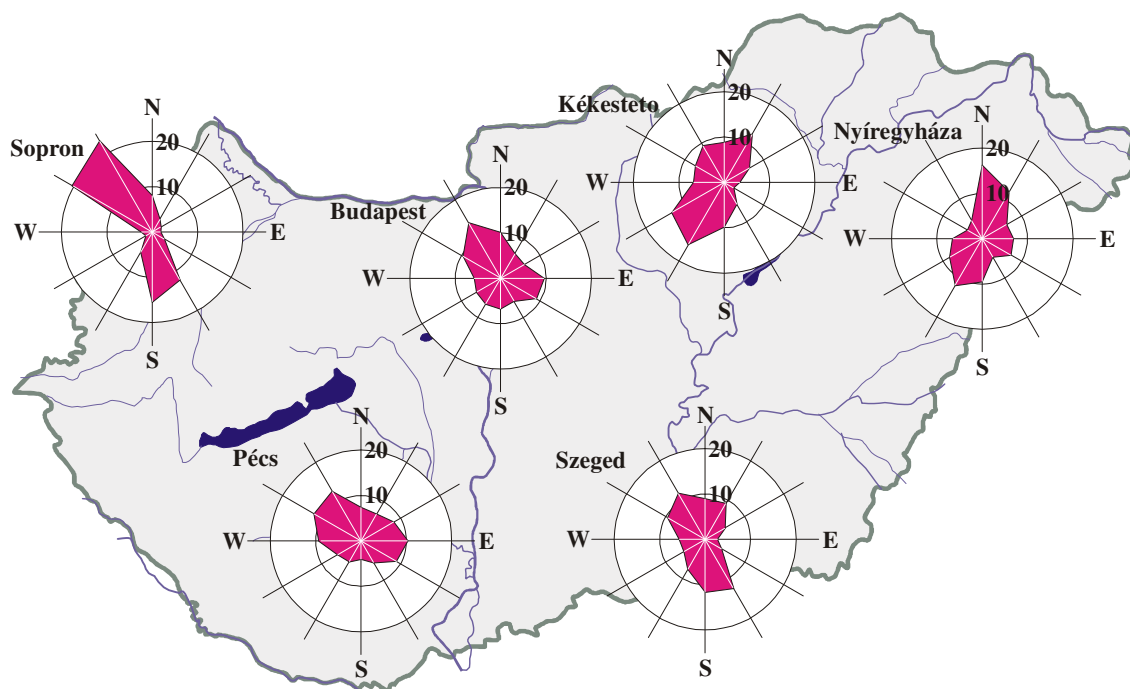
1. ábra. A 10 m-re interpolált szélsébségi értékek [m s^{-1}] éves átlagának területi eloszlása Magyarországon.



2. ábra. A 7 m s^{-1} -nél nagyobb szélsébségek relatív gyakoriságának területi eloszlás hazánkban.

- A hegyhátsáli toronymérés alapján a legszelesebb (március) és a legkevésbé szeles (október) hónapokban vizsgáltuk a szélsébség relatív gyakorisági értékeit az egyes mérési magasságokban. Bár a tavaszi hónapok lényegesen nagyobb szélkinccsel

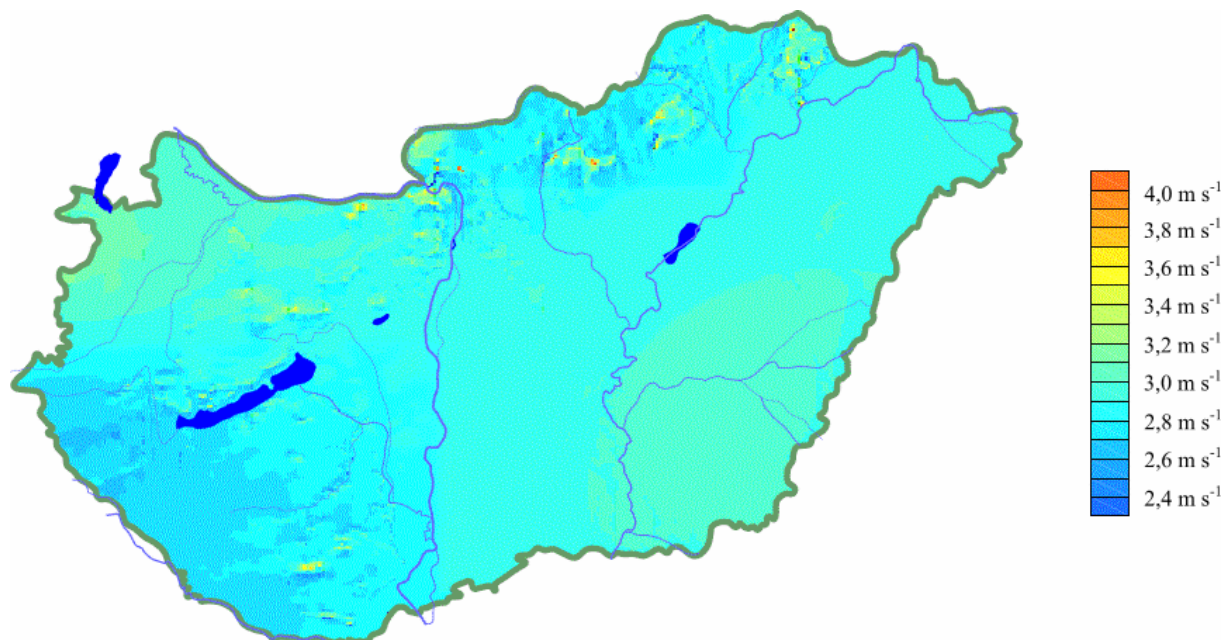
rendelkeznek, nem találtunk szignifikáns különbséget a márciusi és októberi szélesség eloszlások között a magasabb szinteken (Radics és Bartholy, 2002a). A magasság és a szélesség növekedésével mind a szélcsendes időszakok száma, mind a relatív gyakorisági értékek szórása csökken.



3. ábra. A mért szélirány értékek relatív gyakoriságának (%) területi eloszlása hazánkban.

- A vertikális szélprofil jellemzésére használt formulákkal nem találtunk jelentős különbséget a hegyhátsági mérések teljes adatsorára, valamint a stabilis és labilis esetekre számított szélességi értékek három különböző szintre meghatározott hibája között (Bartholy és Radics, 2005). Mind a teljes adatsorra, mind a labilis esetekre a felhasznált profilege nyeltek alulbecsülik a magasabb szinteken uralkodó szélességi értékeket. Ezzel ellentétben, stabilis légköri viszonyok esetén a valóságban alacsonyabb szélességek fordulnak elő 82 m-en és 115 m-en, mint az a leggyakrabban alkalmazott szélprofil-formulák segítségével számítható.
- A topográfia és a modellezett átlagos szélességi értékek jó egyezést mutatnak a rendelkezésre álló szélteljesítmény-mezővel. Még kis horizontális távolságok (5-10 km) esetén is lényeges különbségek ($60-80 \text{ W m}^{-2}$) mutatkozhatnak a rendelkezésre álló szélteljesítmény mennyiségében a domborzati különbségek, illetve az érdességi viszonyok függvényében.
- Magyarországon az átlagos szélesség nagy térbeli változékonyságot mutat (4. ábra). Különösen a hegyvidéki területeken találunk kis távolságon belül jelentős eltéréseket. 120 m-es magasságban a modellezett átlagos szélesség átlagosan közel másfélszerese a 10 m-re számított értéknek. A felszín feletti magasság növekedésével a leginkább és legkevésbé szeles vidékek szélviszonyai közti különbség egyre nő.

- Az ország regionális szélviszonyainak tanulmányozása, elemzése a WAsP felhasználásával modellezett finom felbontású széltérképek (Radics, 2004) segítségével végezhető el, melyek különböző szinteken ábrázolják az átlagos szélviszonyokat.



4. ábra. A domborzat áramlásmódosító hatásának figyelembe vételével 10 m felszín feletti magasságra modellezett átlagos szélsébségmező.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki a Magyar Honvédség Meteorológiai Szolgálatának a szinoptikus meteorológiai állomások széladatsoráért, Dr. Weidinger Tamásnak (ELTE, Meteorológiai Tanszék) a digitális terepmodellek használatának lehetőségéért, Dr. Haszpra Lászlónak (Országos Meteorológiai Szolgálat) és Dr. Barcza Zoltánnak (ELTE, Meteorológiai Tanszék) a hegyhátsági profilmérések és a stabilitási paraméterek idősoráért.

Az elvégzett kutatásokat részlegesen az alábbi pályázatok támogatták: OTKA T-034867, T-038423, T-049824, K-62478, NKFP-3A/0006/2002, NKFP-3A/082/2004, NKFP-6/079/2005 számú programjai, valamint az EU5-ös keretprogramon belül futó CHIOTTO projekt (EVK2-CT-2002/0163). Köszönjük a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíjának támogatását.

Felhasznált irodalom

Bartholy J. és Radics K. (2000): A szélenergia hasznosítás lehetőségei a Kárpát-medencében. *Egyetemi Meteorológiai Füzetek*, No. 14, Budapest, 80p.

- Bartholy J. és Radics K. (2001): Selected wind characteristics and potential use of wind energy in Hungary. Part I. *Időjárás* 105, 109-126.
- Bartholy J., Radics K. és Bohoczky F. (2003): Present state of wind energy utilisation in Hungary: policy, wind climate, and modelling studies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 7, 175-186.
- Bartholy, J., Radics, K. (2005): Wind profile analyses and atmospheric stability over a complex terrain in southwestern part of Hungary. *Physics and Chemistry of the Earth*, Vol. 30, 195-200.
- Haszpra L., Barcza Z., Bakwin, PS., Berger, BW., Davis, KJ. és Weidinger T. (2001): Measuring system for the long-term monitoring of biosphere/atmosphere exchange of carbon dioxide. *J. Geophys. Res.* 106(D3), 3057-3070.
- Mortensen, N.G., Landsberg, L., Troen, I. és Petersen, E.L. (1993): *Wind Atlas Analysis and Application Program (WAsP)*. Risø Nat. Labs, Roskilde, Denmark, 126p.
- Radics K. és Bartholy J. (2002a): Selected wind characteristics and potential use of wind energy in Hungary. Part II. *Időjárás* 106, 59-74.
- Radics K. és Bartholy J. (2002b): Estimation of climate effects of land use changes with simple wind models. *Physics and Chemistry of the Earth* 27, 1073-1076.
- Radics K. (2004): A szélenergia hasznosításának lehetőségei Magyarországon: hazánk szélklímája, a rendelkezésre álló szélenergia becslése és modellezése. Doktori értekezés, ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest, 139p.
- Troen, I. és Petersen, L. (1989): *European Wind Atlas*. Risø Nat. Labs, Roskilde, Denmark, 656p.