

# KLIMATOLÓGIAI KUTATÁSOK A DEBRECENI EGYETEM METEOROLÓGIAI TANSZÉKÉN

Szegedi Sándor, Bíróné Kircsi Andrea

Debreceni Egyetem, Meteorológiai Tanszék, 4010 Debrecen Pf. 13.  
e-mail: szegedi.sandor@science.unideb.hu, kircsi.andrea@science.unideb.hu

## Bevezetés

A Debreceni Egyetem 2012-ben ünnepli alapításának 100. évfordulóját. A Magyar Királyi Tudományegyetemen, a Bölcsészettudományi Kar keretei között 1914-ben hozták létre a Földrajz Intézetet, melynek oktatási és kutatási profiljában már megjelent a meteorológia-klimatológia. 1928-ban szereltek fel egy meteorológiai állomást az Egyetem területén, azonban csak 1934-ben jött létre önálló Meteorológiai Intézet Berényi Dénes vezetésével. Az 1949-ben szervezett Természettudományi Karhoz 1951-ben csatlakozott a korábbi Intézet Meteorológiai Tanszék névvel. A Tanszéken folyó kutatások irányai mindig szorosan illeszkedtek a vezetők tapasztalataihoz, érdeklődéséhez. A Tanszék fennállása óta mind a mai napig nevével ellentétben inkább klimatológiai kutatásokat végez: a klimatológia számos elméleti és gyakorlati területe volt vizsgálat tárgya az elmúlt évtizedekben.

Berényi Dénes (1900–1971) a mikrometeorológia és az agroklimatológia terén volt iskolateremtő személyiség. A talajközeli légréteg sokrétű mikroklimatológiai vizsgálata, a deduktív megközelítés gyakorlata Magyarországon a nevéhez fűződik. Neves tanítványaival (Szász Gábor és Justyák János) számos természetű növény állomány-klimáját írta le és jellemezte főként a természet eredményességének növelése érdekében. Ő maga évekig készített és adott ki pár napos előrejelzéseket a Debrecenben várható időjárásról, mégis kutatásai inkább az éghajlatlanhoz kapcsolódtak. A tanszéket 1968-ig, nyugdíjba vonulásáig igazgatta.

Justyák János (1926–2012) kezdetben kertészeti növények mikroklímájával foglalkozott, később a Tokaj-hegyaljai szőlők mikroklímája érdekelte. Vizsgálta a tökeművelés módok mikroklímára gyakorolt hatását, és a szőlőállomány sugárzás- és hőháztartását. Számos terepklíma mérése alapján kutatási módszereket dolgozott ki. Az erdő klimatikus vizsgálata 1972-től a Tanszék „Síkfőkút Projekt” produkciós biológiai kutatásba történő bekapcsolódásának volt köszönhető. Akadémiai doktori értekezését 1990-ben védte meg, mely a Tokaj-hegyaljai szőlőültetvények mezo- és mikroklimatikus jellemzőiről szólt. Tanszékvezetőként 1968–1991 között irányította munkatársai oktató-kutató tevékenységét.

Tar Károly 1991–2009 között töltötte be a Meteorológiai Tanszék tanszékvezetői szerepét. A Debreceni Egyetemen a neve összeforrt a szélklimatológiával a közel négy évtized alatt. Kutatásai elsősorban a szél statisztikus-klimatológiai tulajdonságaira terjednek ki, de vizsgálataiban fontos szerepet kap a szélben rejlő energia, mely hazánkban is energiatermelésre hasznosítható. PhD hallgatói jelenleg is főként a megújuló energiákhoz, azon belül nap- és szélenergia hasznosítást segítő kutatásokat végeznek. Számos ötlettel segíti a hazai szélenergia hasznosítás gyakorlati fejlődését, de kiváló szervezőkészsége révén mind a mai napig sokat tesz azért, hogy a légköri erőforrások terén nyert tudományos eredmények minél szélesebb körben megismerhetővé váljanak. Kezdetben munkatársai a már hagyományokkal rendelkező erdőklimatológiai kutatásokat

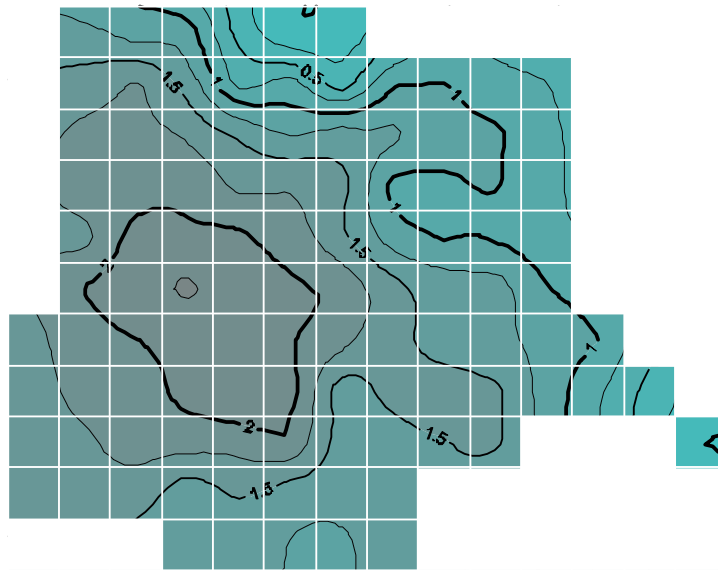
folytatták, majd személyi változások miatt a Meteorológiai Tanszék kutatási irányai 1998-ban új elemmel bővültek, a városklimatológiai vizsgálatokkal.

### Városklimatológiai vizsgálatok a Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszékén

Az új téma megjelenése a Tanszék kutatási profiljában Szegedi Sándor nevéhez fűződik, aki 2009-től tanszékvezetőként tevékenykedik. Miután Debrecenben sohasem volt korábban szisztematikusan létrehozott városi meteorológiai mérőhálózat a városklimatológiai jelenségek megismerésére mobil mérési technika alkalmazását választottuk.

Az első expedíciós hőmérséklet, légnedvesség monitoring vizsgálatok 1999–2000 között zajlottak Debrecenben, amikor is kimutatásra került, hogy az ún. „városi hősziget” jelenség Debrecen esetében igazolható.

A 2002–2003 között a Szegedi Tudományegyetem Éghajlat és Tájföldrajzi Tanszékével és a DE AGTC Természeti erőforrások Tanszékével közös OTKA kutatás kérdései Debrecen vonatkozásában a városi hőtöbblet létrejöttének okaival, fejlődésének jellegzetességeivel, térbeli és időbeli alakulásának megértésére koncentráltak. Ebben a kutatásban számszerűsítettük a debreceni hősziget-intenzitás átlagos értékeit, megrajzoltuk jellemző térbeli képét, feltártuk egész éjszakai keresztmetszet-mérések segítségével időbeli dinamikájának tulajdonságait.



1. ábra: A hősziget-intenzitás [°C] átlagos területi képe 2002. április – 2003. március között Debrecenben

A 2003–2004 között, illetve 2007–2011 között zajló összehasonlító mérési sorozat a városi hőtöbblet kimutatására irányult Debrecen környezetében lévő kisebb településeken. Ekkor számos különféle népességszámú, eltérő beépítési típusú alföldi település esetén is feltártuk a jellemzően éjszaka folyamán megjelenő jelenséget. A településméret függvényében meghatároztuk, hogy milyen meteorológiai feltételek mellett mutatható ki a vidéki és városi területek között jelentősebb hőmérsékleti eltérés. Vizsgáljuk, hogy hogyan hatnak a nagytérségi időjárási feltételek a hőszigetre az eltérő méretű településeken. Az egyidőben végzett humánkomfort vizsgálatok az emberi szervezetet, a tipikus városi (mikro) környezetekben érő terhelő hatások humán-bioklimatológiai elemzésére irányulnak. Az értékelések különböző humán-bioklimatológiai indexekkel történnek. Az

eredmények alkalmasak a különböző beépítettségű területek humán-komfort szempontú elemzésére.

Szegedi Sándor tanítványai tudományos kutatási terveikben az eddigi debreceni városklimatológiai kutatások továbbvitelén, fejlesztésén dolgoznak. Az újabb expedíciós mérések adatsorait egyrészt humán-bioklimatológiai vonatkozásokat figyelembe véve elemzik, másrészt jobban koncentrálnak a felszíni paraméterek klimatikus hatásaira mezo- és mikroléptékben a városi területen. Ezen túl a témák a városi környezet egy-egy mindennapi életet befolyásoló tulajdonságának vizsgálatára irányulnak, így a zajterhelés és az ülepedő por mennyiségének alakulására.

### **Szélklimatológiai vizsgálatok a Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszékén**

A szél tulajdonságainak elemzése igen hosszú időre tekint vissza Debrecenben, mégis a tématerület leginkább a nyolcvanas évektől került előtérbe szorosan kapcsolódva Tar Károly nevéhez. Kezdetben tanszéki szélmérések, majd később az OMSZ által végzett mérési adatsorok elemzése nyújtott alapot Magyarország szélklimatológiai vizsgálatához. Más hasonló vizsgálatoktól eltérően azonban jelentős hangsúlyt kapott a szél energetikai szempontú elemzése, mely egyre jelentősebbé vált az ezredforduló táján, amikor hazánkban is megjelentek az első szélerőművek, szélerőmű-parkok. A napi átlagos szélesebesség, a napi maximális széllelés statisztikai tulajdonságai mellett a szélirány gyakorisága és az egyes irányokhoz kapcsolódó szélesebesség, a napi fajlagos szél-teljesítmény meghatározása volt a fő cél a kutatások során hazánk különböző földrajzi adottságú területein. A napi adatok makroszinoptikus helyzetenkénti, fronttípusonkénti vizsgálata mellett készült egy statisztikus modell a nap egy átlagos órájára eső átlagos fajlagos szél-teljesítmény előrejelzésére.

A Meteorológiai Tanszék kutatói 2002–2005 között résztvettek abban az OMSZ által irányított, Major György akadémikus nevével fémjelzett kutatási konzorcium munkájában (NKFP-3A/0038/2002), melynek célja az volt, hogy feltérképezze Magyarország légköri eredetű megújuló energiaforrásainak (nap- és szélenergia) potenciálját annak érdekében, hogy ezen energiaforrások felhasználását elősegítse.

A kutatási program keretében vizsgáltuk a szélmagassággal történő változásának jellegzetességeit paksi toronymérések és az OMSZ által, expedíciós mérésekre vásárolt 64 hangszórós monosztatikus SODAR berendezés adatsorai segítségével. A kutatás során a szélesebesség adatok nagyobb magassági szintre történő átszámító összefüggések közül, az ipari gyakorlatban széles körben alkalmazott, ún. Hellmann összefüggésben szereplő  $\alpha$  kitevő térbeli és időbeli változásának sajátosságaira koncentráltunk.

A hazai szinoptikus állomások szélklimatológiai adatainak elemzése 2008-ban kiegészült egy makroléptékű vizsgálattal. Területre átlagolt napi szélesebesség adatokat elemeztünk az Észak-Atlanti térség egészen az 1956–2005 közötti periódusban az NCEP/NCAR reanalízis felhasználásával. Meghatározásra került 50-éves időskálán a szélesebesség változásának iránya, mintaterületek alapján meghatároztuk éves szélindexek idősorát, illetve a szélenergia potenciál évek közötti és éven belüli változékonyságának területi összefüggéseit.

2009-ben Tar Károly témavezetésével induló OTKA pályázat keretében a Hernád-völgy nap-, szélenergia és biomassza potenciál meghatározását tűztük ki célul. A 3 éves kutatás során a szélklimatológiai mérésekhez egy 20 m magas szélmérő torony került felállításra Hidasnémeti határában. A Meteorológiai Tanszék 2012 áprilisáig egy 2 év időtartamú, részletes önálló szélmérési adatsort állított elő 2 magassági szinten, melynek elemzése mellett kísérletet tettünk egy CFD analízisen alapuló modell adaptációjával a szélesebesség

térbeli képének megrajzolására. A moduláris felépítésű modell több lépcsőben jutott el a domborzat által befolyásolt átlagos szélesség térbeli eloszláshoz. A modell segítségével 3 magassági szintre, 50 m, 80 m és 110 m magasságra elkészült a Hernád-völgy részletes szélesség eloszlás térképe. A kutatás során a napenergia potenciál részletes térbeli modellezése is megvalósult, mely egyrészt Hidasnémetiben és Kassán végzett sugárzás-mérések, másrészt műholdas adatokon alapult. A kutatás földrajzilag komplex volt, mert a Meteorológiai Tanszék munkatársainak közreműködésével a Hernád-völgy természeti adottságainak feltárása mellett elemzések készültek a vizsgált megújuló energiaforrások társadalmi elfogadottságról. Továbbá gazdasági elemzésekkel javaslatok is kidolgozásra kerültek ezen energiaforrások hasznosításának helyszíneire és gyakorlatára.

2011 márciusa és 2012 decembere között kerül megvalósításra a REGENERG HURO projekt (HURO/0802/083\_AF REGENERG), mely során a Nagyváradai Egyetemmel együttműködve a DE Földtudományi és Fizika Intézet munkatársai a megújuló energiaforrások (napenergia, szélenergia, biomassa, geotermikus energia) potenciáljának felmérését végzik Hajdú-Bihar és Bihar megyékben. A szélenergia program feladatait Tar Károly irányítja. A pályázat célkitűzései szerint Debrecenben, Nagyváradon és Biharfüreden végzett szélmérések segítik a szélesség domborzat által befolyásolt területi képének megrajzolását. A magyarországi részfeladatot megvalósításához kapcsolódóan a DE Meteorológiai Tanszék 2011 decemberében egy PCS.2000-24 típusú Doppler-SODAR berendezést vásárolt, mely egy tesztüzem után Debrecenben 2012 májusától folyamatosan nyújt információkat 10 m lépésközzel 20 m – 360 m közötti magassági szintek szélviszonyairól.



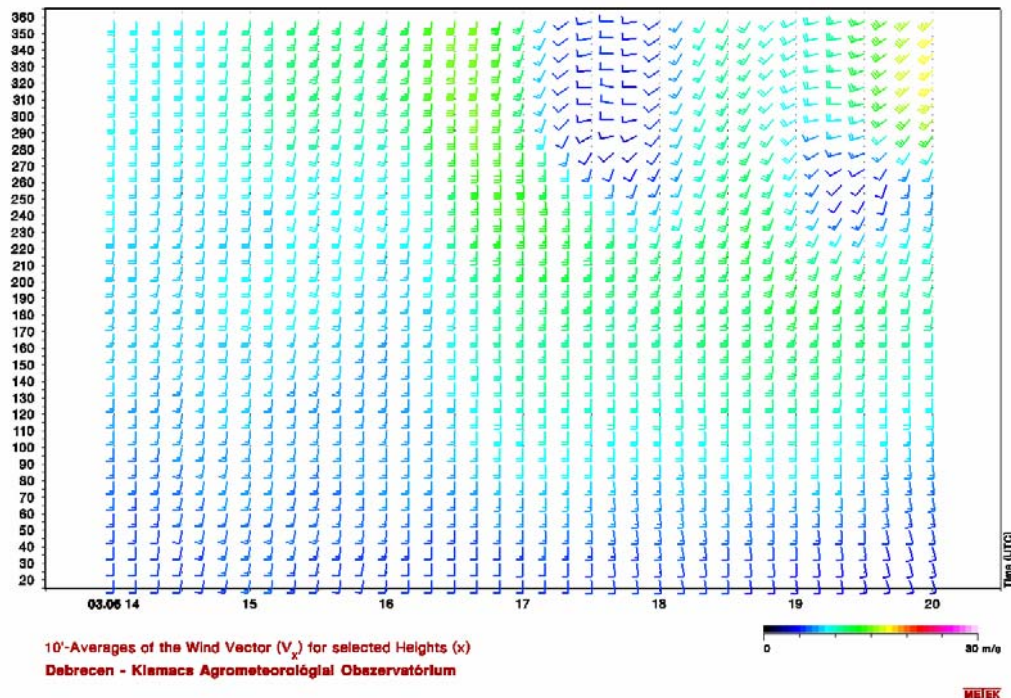
2. ábra: PCS.2000-24 típusú Doppler-SODAR berendezés a DE Agrometeorológiai Obszervatóriumának területén

A talajközeli határrétegről gyűjtött részletes adatok a kutatáshoz kapcsolódóan a szél területi modellezéséhez nyújtanak bemenő információt, illetve a nagyobb magassági



szintekből rendelkezésre álló adatok segítik a modell által számított eredmények verifikációját.

Terveink szerint a Kelet-Magyarországon egyedülálló berendezés számos új témalehetőséget teremthet általunk még nem vizsgált kutatási területeken. Bízunk abban, hogy akár agro-, mikroklimatológiai, levegőkörnyezeti, repülésmeteorológiai és más, légköri határreteg tulajdonságaira vonatkozó kutatásokba is bekapcsolódhatunk. A számtalan mért paraméter feldolgozásához már most hozzájárulnak a Meteorológiai Tanszék munkatársai, PhD hallgatói és a Földtudományi BSc meteorológus szakirányos hallgatói. Tanszékünk nyitott további új kutatási együttműködések létesítése és fejlesztése terén hazánkban és külföldön egyaránt.



3. ábra: A szélesség és a szélirány változása a magassággal Debrecenben 2012. június 3-án 14–20 UTC között SODAR mérés alapján

Jövőbeli terveink között további műszerfejlesztés, újabb kutatási, illetve gyakorlati élet szereplőivel kötött együttműködések létesítése és fejlesztése szerepel. A célunk az, hogy ezen együttműködésekkel, kutatási pályázatokkal fejlesszük saját és hallgatóink tudását és ezzel hozzá tudjunk járulni a hazai klimatológiai kutatások változatosabbá tételéhez, a kutatási eredmények gyakorlati alkalmazásához.

## Köszönetnyilvánítás

A szerzők és a Meteorológiai Tanszék jelenlegi és egykori munkatársai köszönettel tartoznak az alábbi kutatási pályázatok támogatásáért:

**OTKA T023765** A magyarországi szélmező statisztikai szerkezetének időbeli változása a feltételezett éghajlatváltozással összefüggésben

**OTKA T023041** Megújuló erőforrások a Dél-Alföldön, különös tekintettel a napsugárzási és a szélenergiára

**OTKA T038369** Északkelet-Magyarország természeti erőforrásainak kutatása; elsősorban a megújuló energiaforrások potenciáljának felmérésére, értékelésére, az EU-csatlakozásból adódó követelmények figyelembevételével

**OTKA T029374** Magyarországi meteorológiai adatsorok alapján detektálható szignifikáns éghajlatmódosulások okainak feltárása és hatásainak értékelése.

**NKFP-3A/0038/2002** Magyarország légköri eredetű megújuló energiaforrásainak vizsgálata, a meglévő potenciálok feltérképezése és felhasználásuk elősegítése meteorológiai mérésekkel és előrejelzésekkel.

**OTKA T 034161** A városok által generált éghajlati módosulások és hatásaik vizsgálata és az ehhez kapcsolódó városklíma információs rendszer létrehozása

**OTKA K68248** Városi hősziget és humánkomfort vizsgálatok Debrecenben és a környező településeken

**OTKA K75794** A szél- és napenergia, valamint az energetikai célú biomassa hasznosításának éghajlati és társadalmi-gazdasági kérdései a Hernád-völgyben

**HURO/0802/083\_AF REGENERG** Hozzájárulások a regenerálható energiaforrások hatékony felhasználására Bihar és Hajdú-Bihar megyékben