

# A RELATÍV LÉGNEDVESSÉG VÁROSI KERESZTMETSZET MENTI ÉJSZAKAI ELOSZLÁSÁNAK VIZSGÁLATA ESETTANULMÁNYOK SEGÍTSÉGÉVEL, SZEGEDEN

SÜMEGHY ZOLTÁN<sup>77</sup> – BERTA ANDRÁS – GULYÁS ÁGNES –  
KISS ANDREA

## CASE STUDIES ON THE NOCTURNAL DISTRIBUTION OF RELATIVE AIR HUMIDITY ALONG A REPRESENTATIVE URBAN CROSS-SECTION, IN SZEGED

**Abstract:** Based on the mobile measurements carried out between April 2002 and March 2003 in Szeged (Hungary), we examine the influence of urban and meteorological factors on relative air humidity. Besides its relevance in urban climatology, present results can be utilized in human comfort investigations as well. The city of 160,000 inhabitants is situated in the south-eastern part of Hungary at 79 m above sea level on a flat plain with no large water bodies nearby. The described environmental conditions make this town a suitable place for studying an almost undisturbed urban climate. In the present work we use a ca. 10 km long representative cross-section of the urban area consisting of every characteristic land-use type of Szeged. Applying some case studies, tasks include determination and demonstration of the nocturnal peculiarity of air humidity as a function of urban (ratio of built-up area, distance from the centre), meteorological (temperature, wind speed, cloudiness, surface covered by snow) and anthropogenic factors, respectively. As the results show, strong connection can be detected not only between air humidity and the above-mentioned parameters, but also between air humidity as well as the development of urban heat island.

## BEVEZETÉS

Már a kisebb méretű települések is képesek a környező légkör fizikai és kémiai tulajdonságainak megváltoztatására, amelyek eredményeként módosulnak a légkör alapvető paraméterei, s egészen speciális jelenségek is létrejöhetnek. Mivel az urbanizáció régóta tartó és jelenleg is erőteljes folyamatának eredményeként ma már az emberiség közel fele városokban él, ezért ezek a jelenségek igen sokak komfortérzetét, s így végső soron életminőségét befolyásolják. Mindezek ellenére a légnedvesség, s különösen a relatív légnedvesség vizsgálatával – más jellemzőkkel, pl. a hőmérséklettel összevetve – viszonylag kevés városklimatológia kutatás foglalkozott eddig (a szegedi előzményeket lásd: *Unger J.* 1993, 1997, 1999). Ezért jelen tanulmány célja ennek a fontos klímáparaméternek a térbeli és napnyugta utáni változásának bemutatása városi területen, néhány esettanulmány segítségével. Eredményeink a 2002 és 2003 között folytatott szegedi mérési kampány során gyűjtött adatok feldolgozásán és értékelésén alapulnak.

---

<sup>77</sup> Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék. 6722 Szeged, Egyetem u. 2.  
E-mail: sumeghy@geo.u-szeged.hu

## VIZSGÁLT TERÜLET

Szeged (É. sz. 46,25° és K. h. 20,15°) Európa középső részén, a Kárpát-medence belsejében síksági területen fekszik, tehát nagy távolságra a klimatikus szempontból is jelentős hegységektől és tengerektől. Így természetföldrajzi adottságainál (pl. *Frisnyák S. et al.* 1978, *Mezősi G.* 1983, *Keveiné Bárány I.* 1988) és éghajlati jellemzőinél (*Péczely Gy.* 1979, 1984) fogva a lokális és mikroklimatikus jelenségek tanulmányozására a terület kifejezetten alkalmas, hiszen a feltételek kedveznek a kisléptékű klimatikus folyamatok kialakulásának. Tehát a város rendkívül jó feltételeket kínál általános következtetések levonására is alkalmas vizsgálatok végzésére.

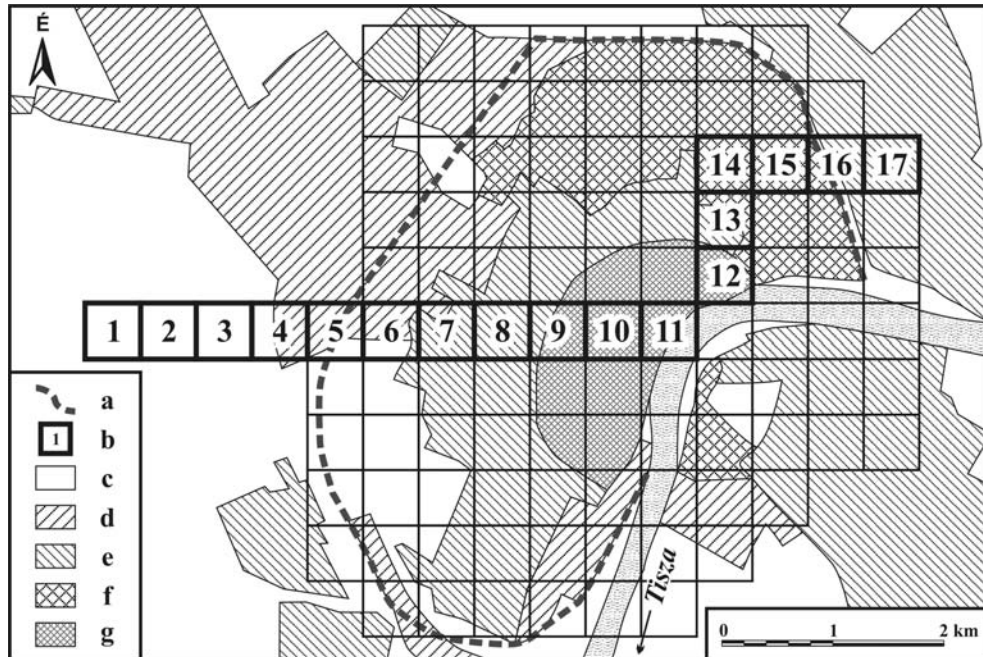
Szeged DK-Magyarország legnagyobb városa: lakóinak száma 2006 elején 163.000 fő volt. A települést két részre osztja a Tisza. Erre, mint tengelyre támaszkodik a város szerkezeti sajátosságát adó sugárutas-körutas rendszer. Szeged közigazgatási területe hivatalosan 281 km<sup>2</sup>, ebből azonban az igazán városi és elővárosi területek csak kb. 25-30 km<sup>2</sup>-t foglalnak el és főleg a körtöltésen belül helyezkednek el, így a vizsgálataink is ide koncentrálnak. A városnak a következő szerkezeti-morfológiai típusai különíthetők el (*I. ábra*):

- Viszonylag sűrűn és egységesen beépített (főként a 19. század végén és a 20. század első felében épült, 2-4 emeletes házakból álló) belváros, ahol a többségében keskeny utcákat magas házfalak zárják közre.
- Nagy panelépítésű lakótelepek (főleg az 1968-78, s kisebb mértékben az 1978-88 közötti évekből), ahol a magas (4-10 emeletes), uniformizált épületek viszonylag ritkán helyezkednek el, és köztük nagy kiterjedésű, nyílt zöldterületek találhatók.
- Ipari és raktárházás körzetek, ahol a nagy alapterületű és kis magasságú csarnokok a jellemzőek, melyek között a felszín többnyire szilárd burkolattal van ellátva.
- Családi házas részek, ahol a kis alapterületű, egy-két szintes házak között kiterjedt nyílt területek találhatók, főként kerti növényekkel, fákkal.
- A városi parkok, a Tisza partján található galériaerdők és a külterületek már jellemzően növényzettel fedettek, épület vagy szilárd burkolat ezeknek a területeknek csak kis százalékán fordul elő.

A kutatási terület (*I. ábra*) az 1999-2000-ben végrehajtott, a maximális városi hősziget területi eloszlását vizsgáló projekt mérési hálózatán alapul (*Sümeghy Z. – Unger J.* 2003). Ezt a hőmérsékletmérési kampányt 2002-2003-ban folytattuk, s a 107 gridcellából álló területi beosztás (*I. ábra*) sem változott, amely a város már hivatkozott 25-30 km<sup>2</sup>-es belső, városias beépítettségű részét foglalta magába. A terület cellánkénti felosztása az Egységes Országos Térképrendszer 1:10.000 méretarányú térképének kilométerhálózati vonalaira épült, azok elemeinek negyedelésével állítottuk elő. A gridek egyenként 0,5x0,5 km nagyságúak. Ez a gridhálózat jórészt Szeged beépített területeit fedi le, de a megfelelő viszonyítás érdekében külterületi részt is tartalmaznia kellett, ezért a mérési terület magában foglal egy

*A relatív légnedvesség városi keresztmetszet menti éjszakai eloszlásának vizsgálata  
esettanulmányok segítségével, Szegeden*

több cellából álló nyugati irányú kinyúlást (az 1-3-as cella az *1. ábrán*), amelynek beépítettsége csekély, vagy nulla. Ez utóbbi részen (az 1-es cellában az *1. ábrán*) fekszik az Országos Meteorológiai Szolgálat Aerológiai Obszervatóriuma, amely a vidéki háttérállomás szerepét töltötte be. A már említett külterületi viszonyítási alap érdekében a mobil mérésünk minden kutatási napon innen indult.



*1. ábra* Szeged generalizált morfológiai típusai, az eredeti kutatási terület és a kiválasztott keresztmetszet elhelyezkedése:

- a) körtöltés, b) keresztmetszeti méréshez felhasznált cella (sorszámmal), c) mezőgazdasági és zöldterület, d) ipari terület, e) kertváros, f) lakótelep és g) belváros

*Figure 1* Location of generalised land-use types, the original study area and the selected representative urban cross-section in Szeged:

- a) circle dyke, b) cell of the selected urban cross-section (with number) c) agricultural and green area, d) industrial area, e) 1-2 storey detached houses, f) 5-11 storey apartment buildings and g) historical city core with 3-5 storey buildings

2002-2003-ban a maximális hősziget területi szerkezetének kutatása mellett annak dinamikáját havi gyakorisággal vizsgáló projekt is indult, egy kiválasztott keresztmetszet mentén. Ekkor a hőmérséklet detektálása mellett a légnedvességi adatokat is rögzítettük, amelyeket jelen munkában néhány esettanulmány segítségével szeretnénk bemutatni. A keresztmetszet (1-17-es grid az *1. ábrán*) kijelöléséhez a 107 eredeti cella közül ki kellett választani azokat, amelyek megfelelő módon érintik Szeged különböző részeit, s reprezentatív képet adnak a városról. Kialakításánál a legfontosabb szempont az volt, hogy tartalmazza Szeged összes fontosabb

szerkezeti-morfológiai típusát, ezért futása nem egyenes vonalú, hanem be kellett iktatni két fordulót is (*1. ábra*).

## KUTATÁSI MÓDSZER

A teljes keresztmetszet mentén egy éven át (2002. április – 2003. március között) havi rendszerességgel mobil méréseket folytattunk személygépkocsival (amelyet általános eljárásnak tekinthetünk a légnedvesség detektálására is: pl. **Chandler, T. J.** 1962, **Kopec, R. J.** 1973, **Mayer et al.** 2003). A mérések minden kijelölt napon napnyugta után kezdődtek és nyáron napfelkelteig, a hosszú téli éjszakákon pedig a kezdéstől számított tizedik óráig tartottak. A nyári időszakban 7, a téli időszakban pedig 10 órától állnak rendelkezésre adatok.

A mérési útvonal hossza a 17 cella mentén 10,5 km volt. Ennek megtétele oda-vissza összesen 50-60 percig tartott. Az adatfelvételezés 10 másodpercenként történt, ami a gépjármű átlagos 20-30 kmh<sup>-1</sup> sebességénél nagyjából 55-83 m távolságot jelentett. Egy gridben az egyik irányban történő áthaladáskor több észlelés is történt, a cella középpontjára vonatkozó értéket ezeknek számtani átlaga adja. A méréseket úgy ütemeztük, hogy a fordulók mindig a referencia időpontokra essenek, ami a napnyugtát követő egész órák voltak. A visszaúton az odaúthoz hasonló módon történt az adatgyűjtés és az átlagolás. Egy oda- és visszaút értékének a számtani átlaga pedig megadja egy cella egy referencia időre vonatkozó értékét. Ennek a számításnak az elméleti alapját az képezi, hogy a hőmérséklet és a légnedvesség változása ilyen rövid időtartam alatt (1 órán belül) lineárisnak tekinthető (**Oke, T. R. – Maxwell, G. B.** 1975).

A műszer a felszín felett 1,45 méterrel, az autó előtt 60 centiméterrel lett felszerelve, hogy a kocsis motorjának működése ne befolyásolja a mérést. Az automata, sugárzásvédelemmel ellátott hőmérsékleti illetve légnedvességi szenzor adatait az autó utasterében elhelyezett hordozható, digitális gyűjtő rögzítette. A hosszabb megállásoknál (piros lámpa, sorompó) gyűjtött adatokat a későbbi ellenőrzés során kitoröltük az adatbázisból, így módon ezek hatásai nem jelentkeznek a mérési eredményekben.

A levegő vízgőztartalmának az észlelt hőmérséklethez tartozó telítettségi gőznyomás százalékaként megadó számérték a relatív légnedvesség. Jele az U%, képlete pedig:

$$U\% = 100 e/E$$

ahol „e” – a vízgőz parciális nyomása (gőznyomás) és E – a telítettségi gőznyomás (**Péczely Gy.** 1979).

A mért adatokat százalékos értékekben kaptuk meg, amelyek igen tág intervallumban mozogtak. Ahhoz, hogy a város és környezete közötti különbség megfelelő formában értékelhetővé váljon, ahhoz érdemesnek tűnt megadni a relatív légnedvesség különbségeit ( $\Delta U\%$ ) is. Ennek kiszámítása a következő:

$$\Delta U\% = U\%_{\text{cella}} - U\%_{\text{cella(Ny)}}$$

ahol  $U\%_{\text{cella}}$  – az aktuális városi grid relatív légnedvessége és  $U\%_{\text{cella(Ny)}}$  – a vidéki-  
nek tekinthető legnyugatibb (1-es) cella relatív légnedvessége.

A város klímamódosító hatásának egyik legfontosabb tényezője a beépítettség (azaz annak aránya, hogy a felszint milyen hányadban borítják mesterséges objektumok, pl. parkolók, utak, járdák és épületek). Ennek meghatározása SPOT XS űrfelvétel kiértékelésével történt. A felvétel felbontása 20x20 m volt, így alkalmas volt a város kisebb területi jellegzetességeinek feltárására. A kiértékelés alapja a térinformatikai rendszerek segítségével végrehajtott Normalizált Vegetációs Index (*Normalised Difference Vegetation Index* – NDVI) számítása volt. Az index értékeit a pixelek különböző hullámhossz tartományú reflektancia értékeiből a következő egyenlet adja meg (**Gallo, K. P. – Owen, T. W.** 1999):

$$\text{NDVI} = (\text{IR} - \text{R}) / (\text{IR} + \text{R})$$

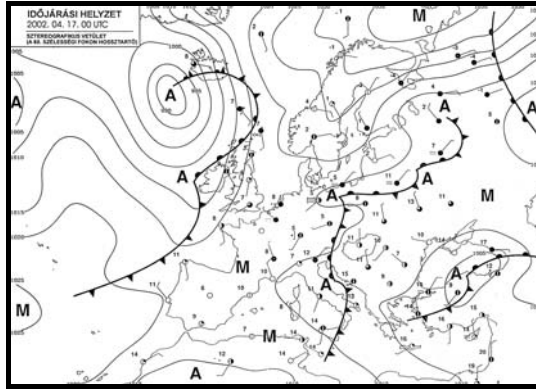
ahol IR – a pixel reflektancia értéke a közeli infravörös (0,72-1,1  $\mu\text{m}$ ) és R – a pixel reflektancia értéke a vörös (0,58-0,68  $\mu\text{m}$ ) sávban. Az NDVI értéke -1 és +1 között változik a biomassza tömegének megfelelően, s ennek segítségével meghatározható nemcsak a beépített, hanem a vízzel illetve növényzettel borított felszínnek cellánkénti százalékos aránya is.

## EREDMÉNYEK

A következőkben szereplő izopléta ábrák (a 3., 5., 7. és 9. ábra) mind a Surfer (*Surface Mapping System*) 8.00 verziójával készültek (kriging interpolációs eljárással, lineáris variogram modell alkalmazásával, adatsűrítés nélkül). Az eseti sajátosságok bemutatására négy időpontot (éjszakát) használunk föl: a kiválasztás szempontja az volt, hogy minden évszaktól bemutassunk egy-egy esetet. Minden egyes napnál részletesen vázoljuk majd az időjárási körülményeket, mert a kapott adatok elemzése csak ezek részletes ismeretében lehetséges.

### *A 2002. április 16-17-i éjszaka*

A keresztmetszet menti mérés éjszakáját megelőzően kellemes tavaszi időjárás uralkodott: a legmagasabb hőmérséklet 20°C volt. A nappal folyamán a hőmérséklet egyenletesen emelkedett délután 4 óráig, majd másnap hajnali fél 4-ig 9,5°C-ra csökkent. A szél ereje közepesnél némileg erősebb volt (a maximális széllekerés értéke 7  $\text{ms}^{-1}$ ), napi menete során átlagosan 1 és 4  $\text{ms}^{-1}$  között alakult, ami a nyugat felől érkező csapadékosabb, zivatarosabb időjárási front előjele volt, de ekkor csapadék még nem esett az egész Alföldön. A szél április 16-án észak-északnyugat, 17-én pedig inkább észak felől fújt. A napfénytartam elérte a 11 órát, s egész DK-

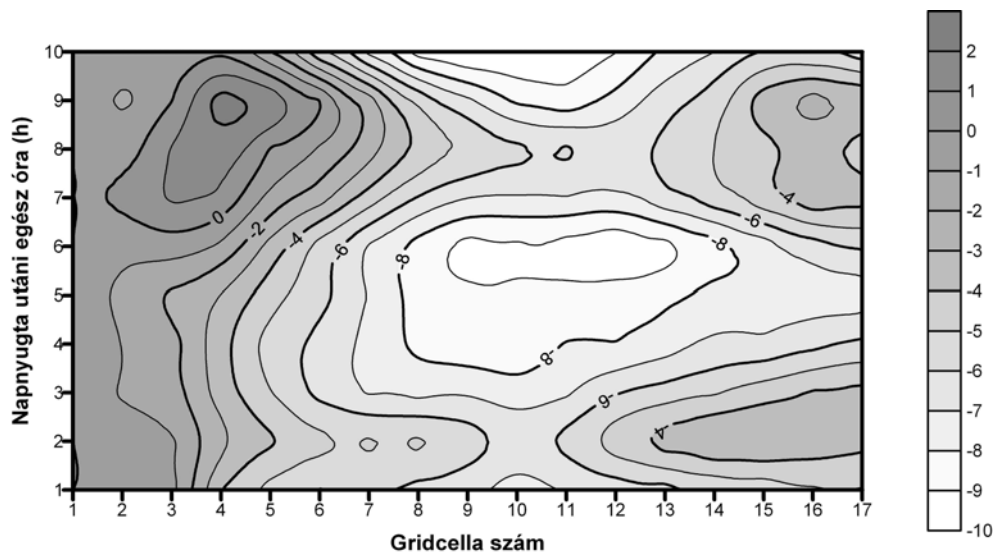


2. ábra Európa időjárás helyzete a mérés idején  
(Forrás: **B. Sallai M.** 2002)

Figure 2 Weather conditions in Europe during our measurements (Source: **B. Sallai M.** 2002)

Magyarországra a napsütéses időjárás volt a jellemző. A légnyomás értéke 1013 hPa volt, a felhőborítottság az észlelést követő nap sem lett jelentős az ország keleti részében, ezért az éjszakai kisugárzást semmi sem akadályozta. Európa nagy részén (2. ábra) sekély ciklonok okoztak változékony és csapadékos időt (**B. Sallai M.** 2002). A napnyugta időpontja 18:27 CET volt.

A 3. ábrán látható  $\Delta U\%$  értékek alapján tisztán felismerhető, hogy a város területe szárazabbnak bizonyul a külső részeknél, mivel a legnagyobb (negatív) eltérés a belváros fölött jelentkezik (több mint 9%, ami a vizsgálat során mért legnagyobb relatív légnedvességi értékkülönbséget jelenti külterület és belterület között).



3. ábra A 2002. április 16-17-i mérés  $\Delta U\%$  értékeinek időbeli és keresztmetszet menti eloszlása

Figure 3 Temporal and spatial distribution of  $\Delta RH$  (%) along the cross-section during the night of 16-17 April 2002 (the unit on the vertical axis is the elapsed time after sunset, in hours)

A szárazabb terület határa a hősziget „szirt”-jéhez hasonlóan elég éles (csak itt ellentétes, negatív forma, „szakadék” jelentkezik), amely a 3-as/4-es cellától a 8-

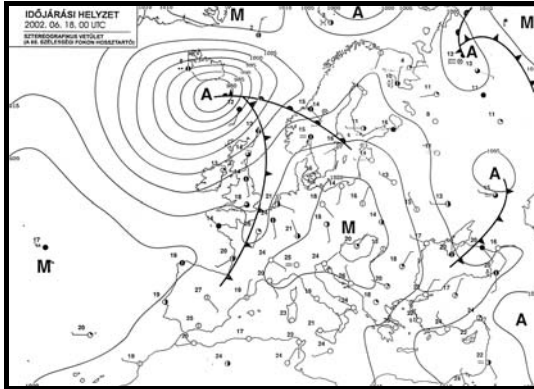
as/9-esig tartó folyamatos csökkenésként mutatkozik meg. Igazi „fennsík”-szerű, lankás képződmény azonban nem alakult ki, aminek elsődleges oka a beépítettség keresztmetszet menti változása. A mesterséges felületek aránya ugyanis hirtelen megnövekszik a 4-es gridtől jellemző iparterületek miatt, amelyet a centrum felé haladva még sűrűbb beépítettség követ. A 9. cellától pedig már a belvárosra jellemző beépítettség az uralkodó (*1. táblázat*).

Ezzel párhuzamosan a központ felé a beépítetlen területek részaránya fokozatosan visszaszorul. Mint láttuk, a legszárazabb területnek a központ adódik, ahol a legsűrűbb a beépítettség. A centrumtól északkelet felé haladva (11-17 cella) stagnálás utáni mérsékelt csökkenésnek (*3. ábra*) több oka van. Ha a kiválasztott teljes keresztmetszet mentén végigtekintünk, akkor azt tapasztalhatjuk, hogy Szeged központjához (10-es cellához) viszonyítva a beépítettségnek a cellánkénti eloszlása korántsem szimmetrikus (*1. táblázat*). A központtól K-re és ÉK-re elhelyezkedő 7 db (11-17-es) cella átlagos beépítettsége (74,42%) magasabb az attól Ny-ra fekvő 7 db (3-9-es) celláénál (67,14%). Ez azonban érthető is, hiszen az ÉK-i részen a mérés gyakorlatilag még városi területen belül fejeződik be (17-es cellánál), szemben a keresztmetszet Ny-i szélével (3-as cellától), amely már Szegeden kívül található (*1. ábra*). Ehhez az aszimmetriához járul még az is, hogy bár a *3. ábrán* (s természetesen majd minden további izopléta ábrán is) az egymást követő sorszámú cellák mindig azonos távolságokra kerülnek egymástól, a valóságban a központi cellától ÉK-re elhelyezkedő gridek (a 13-astól kezdve) valamivel közelebb vannak a centrumhoz (*1. táblázat*). A két – hatásában azonos irányú – jelenség összegződése jól magyarázza a relatív nedvesség aszimmetrikus, 17-es cella felé elnyúló szerkezetét.

*1. táblázat* Az összes izopléta ábrán a 10-es cellától azonos távolságra kerülő gridpárok középpontjainak a centrumtól mért valós távolságai és beépítettsége (10-es cella = 90,5%)  
*Table 1* On each isopleth Figures, due to the shape of the cross-section, the centres of cell-pairs located similar distance from cell 10 can be found at different aerial distances in reality. These real distances and the areal ratios of built-up areas (cell 10 = 90.5%) can be seen.

Gridcella	Távolság (km)	Beépítettség (%)	Gridcella	Távolság (km)	Beépítettség (%)
9	0,500	91,4	11	0,500	77,3
8	1,000	77,8	12	1,118	83,6
7	1,500	71,7	13	1,414	75,7
6	2,000	85,6	14	1,803	67,9
5	2,500	54,2	15	2,121	81,2
4	3,000	70,4	16	2,500	60,9
3	3,500	18,9	17	2,915	72,2

Az észlelés 7. órájában változás következett be a szél irányában és erősségében egyaránt. Az addig túlnyomórészt északi szél ekkor fokozatosan északkeletire váltott, és a sebessége is átmenetileg megnövekedett (2 ms<sup>-1</sup>-ről 4 ms<sup>-1</sup>-ra). Ezután a szél sebessége lecsökkent (jóval 2 ms<sup>-1</sup> alá), ami a 9. órától a városi hőmérséklet



4. ábra Európa időjárási helyzete a mérés idején  
(Forrás: **B. Sallai M.** 2002)

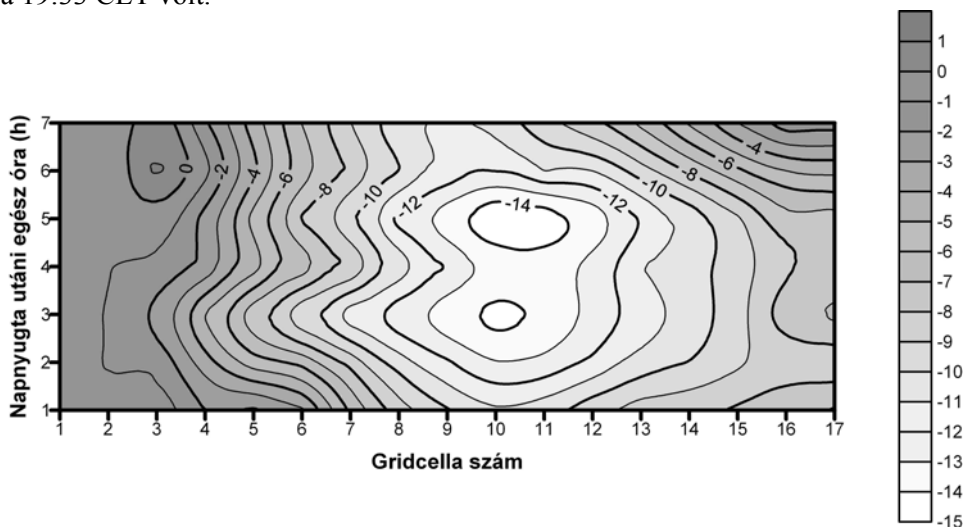
Figure 4 Weather conditions in Europe during our measurements (Source: **B. Sallai M.** 2002)

naltájban kezdett újra megerősödni ( $2,5 \text{ ms}^{-1}$ ). A szélirány túlnyomórészt északi volt, a mérés ideje alatt észak-északnyugatiról reggelre kelet-északkeltire módosult. Az ország fölött anticiklonális időjárási körülmények uralkodtak, amelyek egész Közép-Európát jellemezték (4. ábra), a légnyomás értéke 1022 hPa volt. Az éjszaka folyamán a kisugárzás nem akadályozta semmi, amelynek eredményeként a hőmérséklet hajnalra  $19^\circ\text{C}$  alá csökkent (**B. Sallai M.** 2002). A napnyugta időpontja 19:33 CET volt.

emelkedésével járt együtt, így alakulhatott ki egy második légnedvességi minimum, amely Szeged központjában (a 10-11-es gridben) a legszembeötlőbb.

#### A 2002. június 17-18-i éjszaka

Az évszaknak megfelelő meleg, napos időjárás uralkodott az észlelés előtti napon. A hőmérséklet napi maximuma elérte a  $29^\circ\text{C}$ -ot és a napsütéses órák száma meghaladta a 11 órát. A szél egész nap mérsékeltnak mutatkozott ( $1,8\text{-}3,6 \text{ ms}^{-1}$ ), majd a mérés alatt gyengült ( $2 \text{ ms}^{-1}$ ) és csak hajnalban kezdett újra megerősödni ( $2,5 \text{ ms}^{-1}$ ).



5. ábra A 2002. június 17-18-i mérés  $\Delta U\%$  értékeinek időbeli és keresztmetszeti eloszlása

Figure 5 Temporal and spatial distribution of  $\Delta RH$  (%) along the cross-section during the night of 17-18 June 2002 (the unit on the vertical axis is the elapsed time after sunset, in hours)



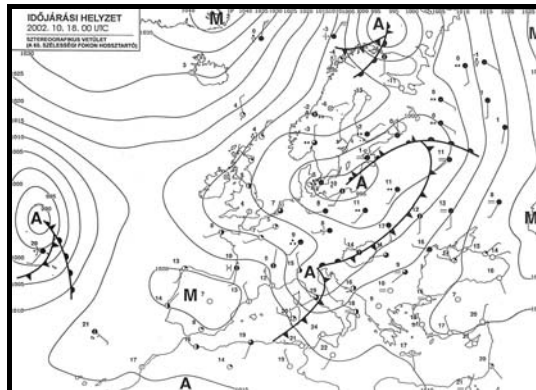
A június 17-18-i rövid nyári éjszakát hét keresztmetszeti mérés fedte le (5. ábra). Az ezen alkalommal gyűjtött relatív légnedvességi adatok a második legalacsonyabbak voltak a 2002-2003 során általunk észlelt értékek közül, amelyek egy közel 5°C-os hősziget intenzitással párosulva léptek fel (Sümeghy Z. 2004). A vidéki területek felől a centrum felé átmenetet képező 4-es és 6-os gridek között a csökkenés értéke átlagosan kb. 4-6%-nak mutatkozott, majd a kertvárosias 7-es és 8-as cellában ez az érték megközelítette a 8-10%-ot. A belváros fölötti csökkenés értéke az egész éjszaka alatt meghaladta a 10%-ot és a mérés 3. és 5. órájában ez a minimum kiterjedt a keresztmetszet lakótelepi részének bizonyos hányadára is.

A korábban említett „szakadék” forma itt is jelentkezik: a 4-es és 8-as gridek között majdnem 10%-os különbség (légnedvesség csökkenés) lép fel nagyon gyorsan. Az ezután következő részen a csökkenés nem szűnik meg, hanem csak a mértéke lassul, és folytatódik egészen a városközpontban található, időben egymást követő két minimum helyig (5. ábra).

A mérés utolsó 2 órájában északkeleten bekövetkező  $\Delta U\%$  csökkenés a szélirány és szélesebbesség módosulásának köszönhető. Az éjjel után (1 ms<sup>-1</sup>-ről 3 ms<sup>-1</sup>-ra) erősödő és északiról északkeletire váltó szél a lakótelepi részre nedvesebb levegőt hozott, amely a relatív nedvesség különbség drasztikus csökkenését eredményezte (például a 15-ös cellában alig másfél óra alatt 5%-ot) (5. ábra).

#### *A 2002. október 17-18-i éjszaka*

Az ezen az éjszakán végzett adatgyűjtést változékony időjárási körülmények kísérték. Az ország területén egy front húzódott keresztül (6. ábra), amelyet sok zápor kísért a nyugati területeken. Szegeden ehhez képest még csapadék nem esett, a napsütéses órák száma elérte a 9-et, viszont a szél meglehetősen erősnek mutatkozott: a maximális szélhőkés értéke 12 ms<sup>-1</sup> volt, az átlagos szélhőkés sebessége pedig az esti 5 ms<sup>-1</sup>-ről csak hajnalra csökkent 2 ms<sup>-1</sup>-ra. A szélirány egész éjjel – kisebb-nagyobb módosulásokkal – délies volt. A hőmérséklet csúcserőke 17-én 25°C volt, amely a mérés alatt szinte folyamatosan csökkenve hajnalra 14°C-ra esett vissza. A légnyomás 1006 hPa értékről emelkedett a nap folyamán. A borultság mértéke az észlelés első két óráját leszámítva nagy: egész éjszaka hét

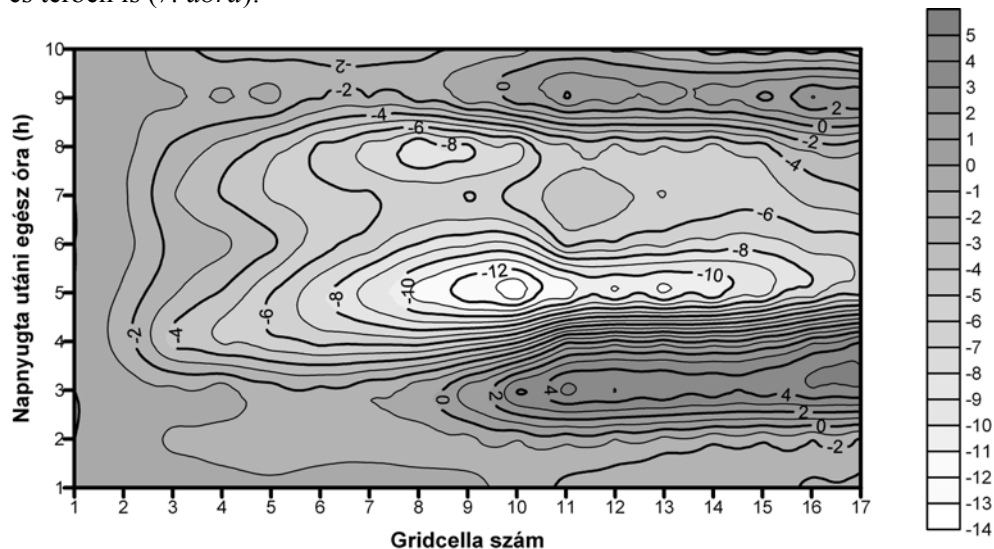


6. ábra Európa időjárási helyzete a mérés idején  
(Forrás: B. Sallai M. 2002)

Figure 6 Weather conditions in Europe during our measurements (Source: B. Sallai M. 2002)

okta (gyakorlatilag szinte majdnem teljesen borult) volt (B. Sallai M. 2002). A napnyugta időpontja 16:50 CET volt.

Az ilyen időjárási helyzet nem kedvez a városklimatológiai jelenségek kialakulásának, amelyek jól fejlett formában leginkább anticiklonális helyzetben jöhetnek létre. Ezen a napon azonban nem voltak ilyen kedvezőek a körülmények: az erős és folyamatos szél, az alacsony légnyomás és a felhőzöttség mind a jelentős helyi klimatikus különbségek kialakulása ellen hat. Ennek megfelelően a párhuzamosan folyt hősziget intenzitás mérés ezen az éjszakán a városközpontban teljesen átlagos, 2,5°C-os hőszigetet detektált. Ez a csúcserték az észlelés 5. órájában jelentkezett a 10-es cellánál. A legjelentősebb relatív légnedvesség különbség (-14% a külterülethez viszonyítva) szinte teljesen egybeesik ezzel a maximummal, időben és térben is (7. ábra).



7. ábra A 2002. október 17-18-i mérés  $\Delta U\%$  értékeinek időbeli és keresztmetszet menti eloszlása

Figure 7 Temporal and spatial distribution of  $\Delta RH$  (%) along the cross-section during the night of 17-18 October 2002 (the unit on the vertical axis is the elapsed time after sunset, in hours)

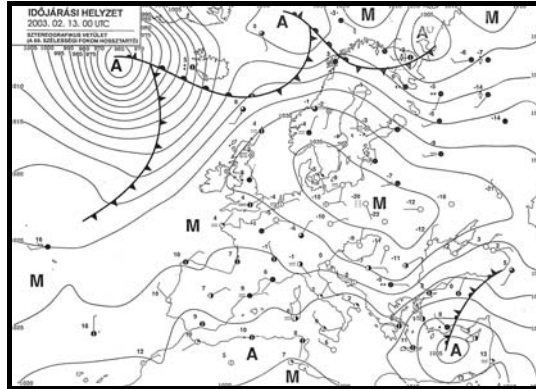
A 7. ábrán az is megfigyelhető, hogy a 7-8. óra között egy másodlagos  $\Delta U\%$  maximum alakult ki, amelynek oka a meteorológiai elemek módosulásában keresendő. A mérés 4. órájától kezdődően a borultság fokozatosan növekedni kezdett (5 oktárról egészen 7 oktáig). Ennek eredményeképp a hőmérséklet csökkenése idővel megállt, sőt egy 0,6°C-os visszamelegedés is bekövetkezett. Ez a hőmérsékleti változás jól magyarázza a relatív légnedvesség értékek ilyenén változását.

#### A 2003. február 12-13-i éjszaka

Metsző hideg jellemezte a mérés éjszakáját és az előtte lévő napot is. A hőmérséklet maximuma -3°C volt, míg hajnalra, a tiszta égboltnak köszönhetően, erő-

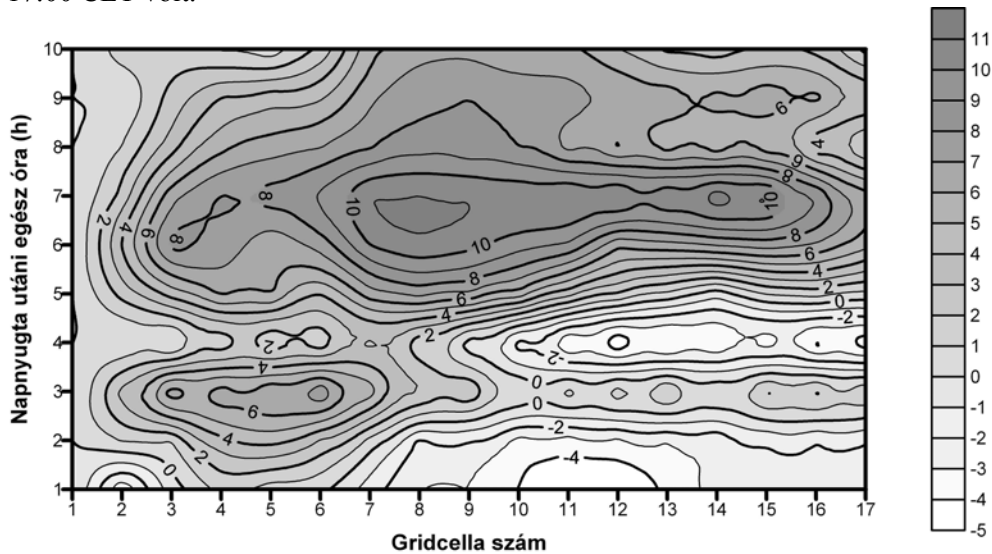
*A relatív légnedvesség városi keresztmetszet menti éjszakai eloszlásának vizsgálata esettanulmányok segítségével, Szegeden*

teljes lehülés után ez az érték további 15 fokkal csökkent. A hideg és a tiszta időt egy anticiklon okozta, amely hazánktól északra a Lengyel-síkságon helyezkedett el (8. ábra). A légnyomás értéke így magas, 1030 hPa volt. A szél egész nap és éjjel fújt,  $1\text{ms}^{-1}$ -os sebességgel és északnyugati irányból (B. Sallai M. 2003). A városra és környezetére az adatgyűjtést megelőző héten jelentős mennyiségű hó esett, amelyből 25 cm még ekkor is megvolt. A hó a külterületeken tiszta, a városban erősen szennyezett volt, a főbb közlekedési útvonalakat addigra megtisztították már. A napnyugta időpontja 17:00 CET volt.



8. ábra Európa időjárási helyzete a mérés idején (Forrás: B. Sallai M. 2003)

Figure 8 Weather conditions in Europe during our measurements (Source: B. Sallai M. 2003)



9. ábra A 2003. február 12-13-i mérés  $\Delta U\%$  értékeinek időbeli és keresztmetszet menti eloszlása

Figure 9 Temporal and spatial distribution of  $\Delta RH$  (%) along the cross-section during the night of 12-13 February 2003 (the unit on the vertical axis is the elapsed time after sunset, in hours)

A mérési fordulók száma a hosszú téli éjszakához igazodva a maximális tíz volt (9. ábra). A párhuzamosan folyt hőmérsékleti mérések egy igen erős és kiterjedt hőszigetet jeleztek, amelynek maximuma a  $8^{\circ}\text{C}$ -ot is majdnem elérte

(Sümeghy Z. 2004). Ennek következménye egy óriási maximum volt a légnedvesség értékeiben, amely a belváros fölött 11%-os (pozitív) különbséget okozott. Ez részben természetes okra vezethető vissza: a lényegesen magasabb városi hőmérséklet (amely azonban még így is jóval fagypont alatt maradt) elősegítette a vastag hóval borított felszín párolgását, míg a külterületeken a kb.  $-20^{\circ}\text{C}$ -os hideg nem. A másik ok antropogén eredetű: az intenzív fűtés által több vízgőz került a városi légterbe.

A mérést szinte végig nagyon alacsony borultság kísérte, amely csak éjfél körül (a 7. órában) emelkedett meg egy kicsit. Az adatgyűjtés 4. órájától a szélsébség hirtelen lecsökkent (nagyjából  $0,6\text{ ms}^{-1}$ -ra) és nyugatira fordult. Ez a szélirány később sem változott jelentősen, ahogy a szélsébség sem növekedett  $1\text{ ms}^{-1}$  fölé. A keresztmetszet jellegzetes beépítettsége és az állandó nyugati szél együttesen eredményezte a 9. ábrán látható elnyúlt formákat.

Ezen az éjszakán tehát a  $\Delta U\%$  értékek szinte végig többletet mutattak a városban a külterülethez képest. Negatív értékek csak Szeged központjában és az attól északkeletre eső részeken, s ott is csak a mérés első 4 órájában voltak jellemzőek, amikor a szél erősség értékei megközelítették a legnagyobb ( $2\text{ ms}^{-1}$ -os) sebességet.

## ÖSSZEGZÉS

A relatív légnedvesség városi területeken napnyugta után bekövetkező változásával kapcsolatban az alábbi megállapításokat tehetjük:

- a nemzetközi szakirodalommal összhangban a város területe rendszerint szárazabbnak bizonyul a külső részekenél (de mint láttuk, a városi területek szárazabb volta nem kizárólagos az egész év folyamán: bizonyos időjárás körülmények között és/vagy antropogén hatásra a település nedvesebbnek bizonyulhat a környezeténél);
- a legszárazabb terület az év nagyobb részében a sűrűn beépített belváros;
- a szárazabb területek határai a hősziget „szirt” alakjához hasonlóan élesen különülnek el a nedvesebb részekről, csak negatív formaként („szakadék”);
- a legszárazabb időszak leggyakrabban a napnyugtát követő 5. óra környékén következik be;
- a szárazabb területek megjelenése összekapcsolható a hősziget jelenségével (pl. *Landsberg, H. E. – Maisel, T. N.* 1972), mivel a város fölötti, hőmérsékleti többlettel bíró levegő több vízgőz befogadására képes abszolút értelemben, ezért végső soron a relatív nedvessége kisebb;
- a külső részek fölött hajnalban hamarabb meginduló harmatképződés nedvesség veszteséget okoz ezen területek levegőjében, ami csökkentheti a város és a vidék közötti légnedvesség különbséget.

IRODALOM

- B. Sallai M.** (szerk.) 2002. Időjárési napijelentés. OMSZ, Budapest. 04. 17., 06. 18., 10. 18.
- B. Sallai M.** (szerk.) 2003. Időjárési napijelentés. OMSZ, Budapest. 02. 13.
- Chandler, T. J.** 1962. Temperature and humidity traverses across London. *Weather* 17. pp. 235-241.
- Frisnyák S. – Futó J. – Göőz L. – Kormány Gy. – Moholi K. – Pápiáné Erdős M. – Süli-Zakar I.** 1978. Magyarország földrajza. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Gallo, K. P. – Owen, T. W.** 1999. Satellite-based adjustments for the urban heat island temperature bias. *J. Appl. Meteorol.* 38. pp. 806-813.
- Keveiné Bárány I.** 1988. Talajföldrajzi vizsgálatok Szeged környékén. *Alföldi tanulmányok* 12. pp. 25-34.
- Kopec, R. J.** 1973. Daily spatial and secular variations of atmospheric humidity in a small city. *Int. J. Climatol.* 17. pp. 187-196.
- Landsberg, H. E. – Maisel, T. N.** 1972. Micrometeorological observations in an area of urban growth. *Bound. Lay. Meteorol.* 1. pp. 61-63.
- Mayer, H. – Matzarakis, A. – Iziomon, M. G.** 2003. Spatio-temporal variability of moisture conditions within the Urban Canopy Layer. *Theor. Appl. Climatol.* 76. pp. 165-179.
- Mezősi G.** 1983. Szeged geomorfológiai vázlata. *Alföldi tanulmányok* 7. pp. 59-74.
- Oke, T. R. – Maxwell, G. B.** 1975. Urban heat island dynamics in Montreal and Vancouver. *Atmos. Environ.* 9. pp. 191-200.
- Péczely Gy.** 1979. Éghajlattan. Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest. 336 p.
- Péczely Gy.** 1984. A Föld éghajlata. Tankönyvkiadó, Budapest. 598 p.
- Sümeghy Z.** 2004. A szegedi városi hősziget térbeli és időbeli eloszlásának térképezése és elemzése. PhD-értekezés (kézirat), SZTE, Szeged. 121 p.
- Sümeghy Z. – Unger J.** 2003. A települések hőmérséklet-módosító hatása – a szegedi hősziget-kutatások tükrében. *Földrajzi Közlemények* 127(51)/1-4. pp. 23-44.
- Unger, J.** 1993. The urban influence on the diurnal and annual patterns of absolute humidity in Szeged, Hungary. *Acta Climatologica Univ. Szegediensis* 27. pp. 33-39.
- Unger J.** 1997. Városklimatológia – Szeged városklimája. *Acta Climatologica Univ. Szegediensis* 31B. 69 p.
- Unger, J.** 1999. Urban-rural air humidity differences in Szeged, Hungary. *Int. J. Climatol.* 19. pp. 1509-1515.