

Válasz Dr. Gelencsér András bírálatára, melyet a „Különböző taxonok pollenjeinek komplex statisztikai elemzése a meteorológiai elemekkel összefüggésben, különös tekintettel a parlagfű pollenjére” c. MTA doktori értekezésemre készített.

Igen Tisztelt Bíráló!

A bírálatára a válaszsomat a megjelölt blokkok szerint adom meg.

Bírálat

Makra László

„Különböző taxonok pollenjeinek komplex statisztikai elemzése a meteorológiai elemekkel összefüggésben, különös tekintettel a parlagfű pollenjére” című

MTA doktori értekezéséről

Makra László kétségtelenül nagy fába vágta a fejszéjét, amikor egy közérdeklődésre is számot tartó, kétségtelenül számos kutatási lehetőséget biztosító interdiszciplináris témában készítette el MTA doktori értekezését. Az aerobiológia vagy másképp a bioaeroszol részecskék kutatása sokáig a légköri tudományok „mostohagyermeké” volt, bár napjainkban a detektálási módszerek fejlődésével egyes ezzel kapcsolatos nemzetközi kutatások új lendületet kaptak. A markáns különállást egyebek között az is mutatja, hogy hazánkban a légszennyezettség és a pollenkoncentráció monitorozását külön-külön irányítás alá tartozó szervezetek végzik. A pollenekkel kapcsolatos kutatások döntő részben az orvostudományok területén folytak. A légköri tudományok nagyobb mértékű bevonására egyértelműen szükség lehet, más kérdés, hogy jelen értekezés tartalmilag mennyiben képes az ilyen irányú szakmai igényeknek megfelelni.

AZ EREDMÉNYEK EGYSZERŰ HOZZÁFÉRHETŐSÉGÉNEK ÉS KÖNNYEN ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK A KÉRDÉSE

Makra László sajátos felépítésű, terjedelmes (mellékletekkel együtt 123 oldal, egyes sorköz) értekezése hét aspektusban tárgyalja a címben felvetett problémakört Szeged város példáján (e korlátozást az értekezés címe egyébként nem tartalmazza). Célkitűzéseit mindjárt az értekezés elején, egy rövid önálló fejezetben rögzíti, majd külön fejezetekben bontja ki. Az alkalmazott matematikai módszerek bonyolultságát figyelembe véve több mint meglepő, hogy a pollenkoncentrációkkal kapcsolatban a lakosság számára „egyszerűen hozzáférhető” és „könnyen alkalmazható” eredményeket ígér. Kíváncsi lennék arra például, hogy a lakosság hány százaléka tud clusteranalízist, differencia mátrixot vagy kvantilis trendeket értelmezni?

Ez a felvetés számomra ugyanolyan furcsa, mintha például az időjárás előrejelző modelleket azzal kritizálnánk, hogy nem lehet egyszerűen hozzáférhető és/vagy könnyen alkalmazható, mert vajon a lakosság hány százaléka érti, ismeri a hidro-termodinamikai egyenletrendszert.

A lakosság számára „egyszerűen hozzáférhető” és „könnyen alkalmazható” eredmények közcélra történő felhasználása közalkalmazottak, vagy köztisztviselők közreműködésével történhet. Ez utóbbiaknak nem kell szakembereknek lenniük, hiszen egyrészt a Makra-próba révén a legsúlyosabb pollenterhelés időszakának a kiindulási adatbázis ismeretében történő meghatározására rendelkezésre áll egy számítógépes program [a nevezett időszakot elegendő csak a szegedi adatokra meghatározni, illetve elegendő egyetlen alkalommal meghatározni (további információ: **A MINTAVÉTELI HELY REPREZENTATIVITÁSÁNAK A KÉRDÉSE**)], másrészt a jövőbeni napi

pollenkonzentráció meghatározására rendelkezésre áll egy előrejelzési panel. Az előállított információk a médiában közzétehetők. Mindegyik fontos információ a parlagfűpollen allergiában szenvedők számára.

A MINTAVÉTELI HELY REPREZENTATIVITÁSÁNAK A KÉRDÉSE

A hét alfejezet tartalmi értékelését megelőzően nem lehet említés nélkül hagyni azt az alapvető tényt, hogy az értekezés valamennyi érdemi fejezete lényegében *egyetlen* mintavételi hely (igaz, meglehetősen hosszú) pollen idősorára épít. A légköri transzport és a meteorológiai összefüggések értelmezése szempontjából ez rendkívüli módon korlátozó tényező, különösen úgy, hogy Szeged a parlagfűvel erősen fertőzött régió kellős közepén fekszik.

Fentiekből számomra nem derül ki, hogy az értekezés mely eredményeit és konkrétan miért kérdőjelezi meg a Tisztelt Bíráló azon az alapon, hogy azok egyetlen helyre vonatkoznak. Feltételezésem szerint itt a különböző változók térbeli reprezentativitása az, amire gondolhat a Tisztelt Bíráló, bár azt nem tudom, hogy konkrétan mit gondol.

A meteorológiai elemek térbeli reprezentativitása

Egy adott állomásnak a többi állomással való páronkénti meteorológiai változó értékeinek a két állomás távolságával súlyozott átlagos négyzetes eltérését szemivariancia elnevezéssel szokták alkalmazni meteorológiai elemek térbeli reprezentativitásának a vizsgálatára (pl. Janis és Robeson, 2004). Ha a kapott statisztikákat a távolság függvényében ábrázoljuk, az ún. „variogramot” kapjuk, ami az állomások ugyanezen meteorológiai elem adataiból előállított távolság-kovariancia függvényének a tükörképe, ugyanis míg előbbinek az értéke a távolsággal nő, az utóbbié azzal csökken.

Bungert (2008) azt találta, hogy állomáspárok hőmérsékleti adatainak a távolság-korreláció ponthalmazára (ahol az egyik állomás mindig ugyanaz) az exponenciális illesztés adja a legjobb eredményt. Szerinte a hőmérsékletmérés térbeli reprezentativitásának a hatósugara a felszínen csak kb. 50 km a felszín eltérő homogenitása miatt, ugyanakkor nagy kiterjedésű homogén felszínnek fölött elérheti a 300 km-t. A magassággal fölfelé haladva a hatósugar szintén növekszik.

A hőmérséklet és a csapadék térbeli reprezentativitásának a kérdésével foglalkozott Czelnai Rudolf több publikációjában (Poliscsuk és Czelnai, 1976; Czelnai et al., 1963; 1964a; 1964b), továbbá megemlítenéd még Gandin (1970), Rákóczi et al. (1976) és Jacobs (1989) munkái.

Czelnai et al. (1963a) a hőmérsékletmérő hálózat optimális sűrűségének a meghatározására az állomáspárok középpontjára vonatkozó interpolációs hibát használta alkalmas kritériumként. Egy másik tanulmányban Czelnai et al. (1964b) a statisztikai entrópia alapján határozza meg az optimális állomássűrűséget. Eszerint a hőmérsékletmérő hálózat kb. 20 km-es állomástávolsága szükséges ahhoz, hogy az entrópia értéke 50%-ot érjen el, míg 70% 50 km-nél, 90% pedig kb. 220 km esetén érhető el. A csapadékmérő hálózatok optimális állomássűrűségének a meghatározásához nem az interpoláció hibáját (mint az a hőmérsékletmérő hálózat optimális sűrűségének a meghatározásakor történt), hanem a területi átlagértékek valószínű hibáját számította ki (Czelnai et al., 1963b). Megállapította, hogy a csapadékmérő állomások optimális távolsága 10-20 km, ami összhangban van a magyarországi csapadékmérő hálózat 11-12 km-es átlagos állomások közötti távolságával (Czelnai et al., 1964a).

Megjegyzendő, hogy a meteorológiai elemek térbeli reprezentativitásának a dolgot esetében nincs jelentősége, hiszen ugyanabban a városban történtek a meteorológiai, aerobiológiai és a levegőkémiai mérések. De ha pl. a meteorológiai mérések eredményei egy másik településről állnának csak rendelkezésre, akkor a meteorológiai adatokat kellene extrapolálni a légszennyezettség mérések helyszínére, s nem fordítva.

Hivatkozás

- Bungert, U.M., 2008: Einfluss der Nestung auf die Ergebnisse meteorologischer Modelle. (Influence of nesting on the results of meteorological models.) Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften im Department Geowissenschaften der Universität Hamburg, Trier Hamburg, 134 p.
- Czelnai, R., Dési, F., Rákóczi, F., 1963a: On the Determination of the Rational Station Density of the Temperature-measuring Network. *Időjárás*, 67(3), Budapest.
- Czelnai, R., Dési, F., Rákóczi, F., 1963b: Determination of the rational station density of precipitation measuring networks. *Időjárás*, 67(5), 257-267.
- Czelnai, R., Dési, F., Rákóczi, F., 1964a: Determination of the rational station density of precipitation measuring networks. II. *Időjárás*, 68(1), 1-9.
- Czelnai, R., Dési, F., Rákóczi, F., 1964b: Determination of the rational station density in a temperature observing network. *Időjárás*, 68(2), 65-71.
- Gandin, L.S., 1970: The planning of meteorological station networks. Geneva: World Meteorological Organization. Technical Note, No. 111. 35 p.
- Jacobs, J.D., 1989: Spatial Representativeness of Climatic Data from Baffin Island, N.W.T., with Implications for Muskoxen and Caribou Distribution. *Arctic*, 42, 50-56.
- Janis, M.J., Robeson, S.M., 2004: Determining the spatial representativeness of air-temperature records using variogram-nugget time series. *Physical Geography*, 25, 515-530.
- Poliscsuk, A.I., Czelnai, R., 1976: Oszadki. In: (Red: Czelnai, R., Gandin, R.S., Zahariev, V.I.) Sztatiszticeszkaja sztruktura meteorologicseszkih polej. Az Országos Meteorológiai Szolgálat Hivatalos Kiadványai, 41, pp. 309-346.
- Rákóczi, F., Szakácsné, A., Orendi, K., Lugina, K.M., 1976: Temperatura. In: (Red: Czelnai, R., Gandin, R.S., Zahariev, V.I.) Sztatiszticeszkaja sztruktura meteorologicseszkih polej. Az Országos Meteorológiai Szolgálat Hivatalos Kiadványai, 41, pp. 201-234.

A kémiai légszennyezettségi mérési adatok térbeli reprezentativitása

Minden légszennyező anyagra a reprezentativitás legnagyobb területét az évi átlag jelzi. Ugyanakkor az ipari és a közlekedési jellegű állomásokra a reprezentativitási terület kevésbé függ az átlagolási időszaktól. Általános megállapítás: minél rövidebb az átlagolási időszak, annál kisebb a reprezentativitási terület. Az ózonnak a legnagyobb a reprezentativitási területe az átlagolási időszaktól függetlenül. Őt követi a PM10 és a PM2.5. Ugyanakkor az NO2 reprezentativitási területe a legkisebb. Közlekedési monitoring állomás esetén a PM10 mérési adatok reprezentativitási területe 1 óra időtartamra: 26 m, 1 nap időtartamra: 91 m, s 1 év időtartamra: 492 m; az NO2 mérési adatok reprezentativitási területe 1 óra időtartamra: 18 m, 1 nap időtartamra: 68 m, s 1 év időtartamra: 144 m, míg az ózonra ugyanezen értékek rendre 183 m, 350 m (8 órás mozgó átlag) és 771 m (Balaguer és Denby, [monitoring-representativeness-survey-results-v1.pdf](#)).

Nem egyszerű reprezentativitási területet megállapítani egy adott állomás esetében az óránkénti, vagy a napi átlagokra. (Pl. egy közlekedési monitoring állomás éjszaka a minimális forgalom miatt egy városi háttér állomást reprezentál. Ugyanakkor egy városi háttér állomásnak egy családi házas terület közelében télen – az ottani egyedi fűtés miatt – korlátozott lesz a reprezentativitása a nyári időszakkal szemben.)

A mérőhelyek reprezentativitásával kapcsolatos éghajlati-topográfiai kritériumokat tartalmaz az alábbi EU útmutató: “Commission staff working paper establishing guidelines for the agreements on setting up common measuring stations for PM2.5 under Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe” (http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec_2011_77.pdf). Egy levegőtisztasági monitoring állomás reprezentativitási területének térbeli kiterjedése és annak alakja függ (a) az emissziós források eloszlásától, (b) a mérőhely környékének topográfiai és éghajlati feltételeitől, valamint (c) a környező épületektől (közlekedési és városi állomások esetén). Egy állomás reprezentativitása idővel változik az emissziók, a városszerkezet, stb. változásai miatt. Következésképp szükség van a reprezentativitás időszakonkénti revíziójára.

Nyilvánvaló, hogy a reprezentativitási terület célváltozónként (pl. PM10, PM2.5, SO2, NO2, O3) különböző magyarázó változók (földhasználat, topográfiai adatok, népesség, a beépített területek eloszlása, a pontforrások és az úthálózat pozíciója, járműegyenérték, évszak, napszak, stb.) függvénye. Ha veszünk a hasonló méretű, területű, szerkezetű magyarországi városainkból rendre legfeljebb egy-egy monitoring állomást, akkor elegendő számú adat esetén egy statisztikai eljárással meghatározhatjuk azt, hogy az egyes itt felsorolt, illetve a tényleges vizsgálat során figyelembe vett magyarázó változók milyen súllyal vesznek részt a fenti célváltozók meghatározásában. Ezáltal lehetőség nyílik arra, hogy adott várostípus esetén meghatározzuk az egyes magyarázó változók fontossági sorrendjét az adott légszennyező anyag reprezentativitásában. Tudomásom szerint ilyen vizsgálat a nemzetközi szakirodalomban ez idáig még nem történt. Ezt az elemzést egy későbbi publikációmban fogom részletesen bemutatni.

Összességében, a reprezentativitás a kívánatos pontosság függvénye, s általánosságban az nem létezik. Csupán akkor dönthetünk valamely állomás reprezentativitásáról, miután leszögeztük, hogy annak mekkora eltérését tekintjük elfogadhatónak. Fontos továbbá az átlagolási időszak, amiről már szó volt. Következésképp, arról dönteni, hogy vajon az X-edik állomás reprezentatív-e az Y-adik pontra, ahhoz meg kell, hogy állapítsuk a megfigyelés átlagolási időszakát és a megengedett szórásküszöböt. Csak ezután vizsgálhatjuk az idősort és hozhatunk döntést.

A levegőminőségi monitoring állomások elhelyezésének a követelményeit és a reprezentativitással kapcsolatos szempontokat Magyarországon több rendelet szabályozta. Közülük kettőt mutatok be, amelyek mindegyikében a legfontosabb kritériumokat vastagítottam és aláhúztam:

(1) a 3. számú melléklet a 17/2001. (VIII. 3.) KöM rendelethez
(http://www.kvvm.hu/cimg/documents/17_2001_K_M_rendelet_a_l_gszennyezets_g_s_a_helyhez_k_t_t_l_gszennyez_forr_sok_kibocs_t_s_nak_vizsg_lat_val_ellen_rz_s_v_el_rt_kel_s_vel_kapcsolatos_szab_lyokr_l_2.doc);

(2) a 2. melléklet a 6/2011. (I. 14.) VM rendelethez
(http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1100006.VM);

3. számú melléklet a 17/2001. (VIII. 3.) KöM rendelethez

A légszennyezettséget vizsgáló mérőpontok elhelyezésének követelményei

I. Szempontok a mérőpont helyének kiválasztásához

1. Az emberi egészség védelme érdekében a mérőpontot úgy kell elhelyezni, hogy:

a) a zónákon és agglomerációkon belül olyan területekről szolgáltatassanak adatokat, ahol a lakosság közvetlenül vagy közvetve a várhatóan legnagyobb légszennyezettségnek lehet kitéve és a nagy légszennyezettség tartóssága jelentős a határérték(ek) vonatkozó időtartamához képest;

b) a zónákon és agglomerációkon belüli olyan egyéb területek légszennyezettségéről szolgáltatassanak adatokat, amelyek jellemzőek az átlagos népesség expozíciója szempontjából.

A mérőpont telepítésekor ki kell küszöbölni a mérőpont mikrokörnyezetének a mérést közvetlenül befolyásoló hatásait. **A telepítésnél általános szempont, hogy a mérőpont jellemző adatot szolgáltatson a közlekedés hatásával terhelt legalább 200 m²-es környezet, a városi háttérszennyezettség esetén több négyzetkilométernyi terület légszennyezettségére.**

A mérőpontnak - ahol lehetséges - jellemzőnek kell lenni a nem közvetlen környezetben lévő hasonló helyekre nézve is.

II. A mérőpont kialakításának szempontjai

2. A mintavételi pont bemenő nyílásának a talaj felett általában 1,5 méter (a légzési zóna) és 4 méter közötti magasságban kell lenni (talajközeli mintavétel). Bizonyos körülmények között magasabb elhelyezésre (8 méterig) is szükség lehet. A magasabb elhelyezés akkor indokolt, ha az állomás nagy területre reprezentatív.

2. melléklet a 6/2011. (I. 14.) VM rendelethez

A levegőterheltségi szintet vizsgáló mérőpontok elhelyezésének követelményei

2. A mintavételi pontok nagyléptékű elhelyezése

2.1.1.1. a zónákon és agglomerációkon belüli azon területek, ahol a lakosság közvetlenül vagy közvetve valószínűleg a legnagyobb koncentrációnak van kitéve azon időtartam alatt, amely a határérték(ek) átlagszámítási időszakához viszonyítva jelentős;

2.1.2. A mintavételi pontokat általában úgy kell elhelyezni, hogy ne mérjék a közvetlen közelükben lévő igen kicsiny mikrokörnyezetet, ami azt jelenti, hogy egy mintavételi pontot úgy kell elhelyezni, hogy a vizsgált levegő lehetőleg a közlekedési helyszíneken elhelyezkedő, legalább 100 m hosszúságú utcaszakasz levegőjének, az ipari helyszíneknél pedig legalább egy 250 m x 250 m-es terület levegőjének minőségére vonatkozóan reprezentatív legyen.

2.1.3. A városi háttérű helyszíneket úgy kell meghatározni, hogy szennyezési szintjüket a mérőállomástól az uralkodó széljárás irányával ellentétes irányban elhelyezkedő valamennyi forrás integrált hozzájárulása befolyásolja. A szennyezési szintet tekintve egyetlen forrás sem lehet uralkodó, kivéve ha az ilyen helyzet egy adott nagyobb városi térségre jellemző. A mintavételi pontoknak általános szabályként több négyzetkilométer vonatkozásában kell reprezentatívnak lenniük.

2.1.6. A mintavételi pontoknak, amennyiben lehetséges, a nem közvetlen közelükben lévő hasonló helyek tekintetében is reprezentatívnak kell lenniük.

3.1.2. a mintavételi pontok bemeneti nyílását általában a földfelszíntől számított 1,5 m-es (légzési magasság) és 4 m-es magasság között kell elhelyezni. Egyes esetekben magasabb (legfeljebb 8 méterig terjedő) elhelyezésre is szükség lehet. A magasabb ponton való elhelyezés akkor is helyénvaló lehet, ha a mérőállomás nagyobb területre vonatkozóan reprezentatív;

Hivatkozások

A survey to elicit expert opinion on the spatial representativeness of ground based monitoring data. FAIRMODE Forum for air quality modelling in Europe. A FAIRMODE activity for WG2-SG1: Combining models and monitoring. (Eds: Balaguer, N.C., Denby, B.R.) 20 p. [monitoring-representativeness-survey-results-v1.pdf](#)

http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec_2011_77.pdf

http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1100006.VM

http://www.kvvm.hu/cimg/documents/17_2001_K_M_rendelet_a_l_gszennyezets_g_s_a_helyhez_k_t_t_l_gs_zennyez_forr_sok_kibocs_t_s_nak_vizsg_lat_val_ellen_rz_s_vel_rt_kel_s_vel_kapcsolatos_szab_lyokr_l_2.doc

A biológiai légszennyezettségi mérési adatok térbeli reprezentativitása

(1) A pollencsapdák telepítésének nemzetközi irányelvei

A pollencsapdák telepítési helyét az European Aeroallergen Network (EAN) nemzetközi irányelvei (<http://www.polleninfo.org/upload/images/original/1995.pdf>) határozzák meg. Ezek megadják a csapda elhelyezésének a kritériumait, melyek a következők.

- (a) a földfelszíntől 15-20 m magasságban;
- (b) a szabad légáramlást akadályozó, vagy azt módosító tetőtéri építményektől távol, (lehetőleg a tetőtér közepén). A csapda a környező fák lombja és a tetőtér párkánya felett legyen;
- (c) nagyobb parkoktól távol;
- (d) nagyobb ipari emissziós forrásoktól távol.

A fenti botanikai és topográfiai szempontok figyelembe vételével telepített pollencsapda reprezentatív mintát gyűjt (Lacey és Venette, 1995).

(2) A pollencsapda elhelyezési magasságának és a pollenmérés reprezentativitásának a kapcsolata

Az aeroallergének iránti humán kitettség kb. 1,5 m magasságban jellemző. Ugyanakkor a mért pollenkoncentráció akkor reprezentatív egy nagyobb régióra, ha a mintavevőt a helyi forrásoknak, valamint a légszennyezés egyéb forrásainak a hatásaitól távolabb, a felszíntől nagyobb magasságban helyezik el. Emiatt a pollencsapdát épületek tetején, leggyakrabban 10-30 m magasságban, de esetenként ennél is magasabban rögzítik (Rantio-Lehtimäki et al., 1991; Bergamini et al., 2004; Khattab és Levetin, E., 2008). Standard mintavételi magasságot sehol sem dokumentáltak (Rantio-Lehtimäki et al., 1991; Lacey és Venette, 1995). Leggyakrabban a 1,5 m magasságban, illetve a 10-30 m magasságban egyidejűleg mért pollenkoncentrációkat hasonlították össze. A mért pollenkoncentráció a magasság függvényében változhat. Azt tapasztalták, hogy az eltérés a mérési magasság, a forráshely és a pollenfajta függvénye (Rantio-Lehtimäki et al., 1991; Feliziani és Marfisi, 1992; Hart et al., 1994).

A rövidtávú (lokális) pollentranszportot csupán a helyi meteorológiai elemek értékei befolyásolják. A pollenmérő hálózatok a felszín fölött 10-30 m magasságban történő standard mintavétellel minimalizálják a helyi hatásokat. (Ha a pollencsapda a felszínen lenne, akkor az elsősorban a mintavevő közvetlen szomszédságából gyűjtené a pollent, s emiatt az egyes mérőhelyek pollenszámai nem lennének összehasonlíthatóak.)

Általános feltételezésként elmondható, hogy a volumetrikus pollencsapdák a mérőhely 30 km-es sugarú környezetén belüli aerobiológiai állapotot tükrözik vissza. Ez megegyezik a Skjøth et al. (2010) által megállapított érvényességi tartománnyal, amely részben a pollen által egy nap alatt megtett átlagos távolságon alapszik (Faegri és Iversen, 1992; Guérin, 1993; Laaidi et al., 2003; Katelaris et al., 2004; Avolio et al., 2008). Ugyanakkor vannak olyan kutatások, melyek a pollenmérés reprezentativitási tartományát a pollencsapdától számított 50 km sugarú területre állapítják meg (Strak et al., 2012). Az Országos Környezetegészségügyi Intézet (OKI) munkatársai a mintavevő körüli 70 km sugarú területet veszik alapul a pollenmérés reprezentativitási területének a meghatározásakor. Azt feltételezik, hogy a mintavevőtől való távolság csökkenésével a mért adatok megbízhatósága arányosan növekszik. Megállapították, hogy a geomorfológiai homogenitás, illetve a populáció-eloszlás miatt az eredmények a kiindulási terület sugarának a negyedelésével kapott 17,5 km sugarú körön belül értelmezhetők a legjobban, illetve szolgálnak megfelelő megbízhatósággal relatív mutatóként (Mányoki Gergely, Országos Környezetegészségügyi Intézet, szóbeli közlés, 2013).

Alacsony szélesebesség (24 órás mintavétel esetén állandó szélirány mellett kb. $1,2 \text{ m s}^{-1}$ szélesebesség, ami a 12-fokú Beaufort-szélskálán az 1. fokozatnak felel meg: „alig érezhető szellő”; <http://ballon.hu/dokument/beaufort-skala.pdf>) (Rantio-Lehtimäki, 1994; Makra et al., 2010) mellett a fenti magasságba telepített pollencsapda által történő 24 órás pollen

mintavétel egy kb. 100 km sugarú területről gyűjti be a pollent (ez a lokális pollenszórás is magába foglaló közepes távolságú pollentranszport hatósugara). Ily módon a pollen mintavétel egy 100 km sugarú területre tekinthető reprezentatívnak (Makra et al., 2010). Ugyanakkor erős szelek sokkal nagyobb távolságból is szállíthatnak pollent a mintavevőbe. Következésképp, a mért pollenkoncentrációk a közepes távolságú, illetve a nagytávolságú pollen transzportot is tartalmazzák (Rantio-Lehtimäki, 1994; Makra et al., 2010). A mérőállomás körüli fent említett 100 km sugarú reprezentativitási terület összhangban van az NO₂ és az ózon kémiai átalakulási folyamataival kapcsolatos 12 órás időskálával, aminek Közép-Európában átlagosan 100 km távolságra történő légtömeg transzport felel meg (http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec_2011_77.pdf). A klímaelemek mezoskálájának a felső határát szintén 100 km-ben definiálják (WMO, 2008).

(3) Saját számítások a szegedi parlagfű pollenszámok térbeli reprezentativitásának a vizsgálatára

Annak eldöntéséhez, hogy vajon a Szegeden mért parlagfűpollen koncentráció mekkora régióra tekinthető reprezentatívnak, saját számításokat is végeztem. Ehhez vettem a Kárpát-medencében található összesen 44 db parlagfűpollen mérő állomást, melyek adatbázisából kiválasztottam a legnagyobb közös mérési időszakot, azaz az 1995-2010 közötti 16 évet. Majd tekintettem a szegedi adatsorban a 16 éves napi átlagos parlagfűpollen koncentráció értékek alapján a csúcserősséget tartalmazó nappal (augusztus 27.) együtt az azt megelőző, illetve követő 7-7 nap összesen 15 nappal álló periódusát (augusztus 20. – szeptember 3.). Ezután minden egyes vizsgált évre kiválasztottam ugyanezt a periódust (16 év x 15 nap = 240 nap) Szegedre, valamint az összes többi állomásra.

A fenti adatbázis alapján a kérdés eldöntésére három megoldást adok. Ezek a következők.

(a) clusteranalízis

Szeged, valamint az összes többi kárpát-medencei állomás adatsoraira egy clusteranalízist hajtottam végre. Majd ezt követően a leginkább hasonló elem együtteseket tartalmazó állomások földrajzi koordinátáit a tömött kör eltérő színeivel jelöltem, s azokat térképeztem (1. ábra). A 44 db kárpát-medencei állomást összesen 5 különböző clusterbe soroltam. Megállapíthatjuk, hogy az 1. cluster egy külső ívet alkot, míg a 3. cluster egy kevésbé jellegzetesen kimutatható belső ívet képez. Kisebb hatásterülettel a Dunántúl déli részére jellemző a 2. cluster. Ugyanakkor a 2, illetve 3 állomást tartalmazó 4., illetve 5. cluster egy-egy karakterisztikus délnyugat-északkeleti, illetve dél-délnyugat – északkeleti sávot reprezentál a Kárpát-medence belsejében (1. ábra). E két utóbbi cluster jól követi a Kárpát-medence belsejében a legnagyobb parlagfűpollen sűrűséget mutató sávot (1. és 8. ábra). Az 5 cluster átlagos napi pollenkoncentrációinak ismeretében megállapíthatjuk, hogy az egyes clusterok összhangban vannak a hasonló napi átlagos pollenkoncentrációt mutató régiókkal (1. és 8. ábra).

(b) A Kolmogorov-Szmirnov féle kétmintás próba

A próba szerint meghatároztam két empirikus eloszlásfüggvény (Szeged, valamint egy másik kárpát-medencei állomás – összesen 43 állomáspár – adatsorai páronkénti eloszlásfüggvényeinek a legnagyobb eltérését, majd megnéztem, hogy azok nagyobbak-e, mint egy adott valószínűségi szinthez tartozó küszöbérték. Ha nagyobbak voltak, akkor a 0-hipotézist elvettem, s azt mondtam, hogy a páronkénti eloszlásfüggvények eloszlása különbözik.

A számítás a következő módon történt. Van két valószínűségi változónk. Az egyikre n , a másikra m számú megfigyeléssel: $x_1, \dots, x_n$, és $y_1, \dots, y_m$.

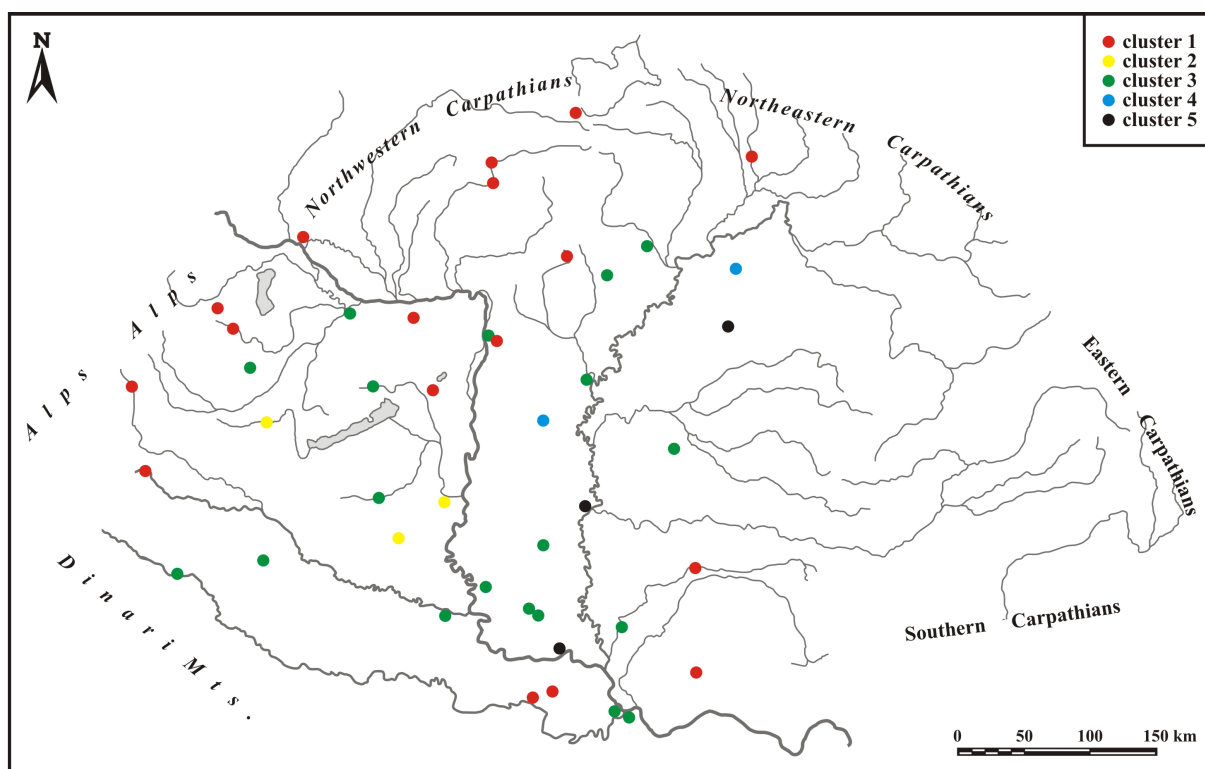
A próbastatisztika, amit ki kell számolni, a következő:

$$D = \sqrt{\frac{n \cdot m}{n + m}} \max\{F(u) - G(u)\}. \quad (1)$$

Itt

$$F(u) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K(u - x_i), G(u) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m K(u - y_i), \quad (2)$$

ahol $K(v) = 0$ ha v kisebb-egyenlő, mint nulla, és $K(v) = 1$ ha v nagyobb, mint nulla. A (2) egyenletben a két becsült eloszlásfüggvény ($F(u)$ és $G(u)$) értékeit (mivel a parlagfűről van szó) kiszámítjuk, mondjuk $u=1,2,\dots,1000$ értékekre (ők a napi koncentrációk), és ezen u értékek mellett nézzük a két eloszlásfüggvény abszolút eltérésének a maximumát.



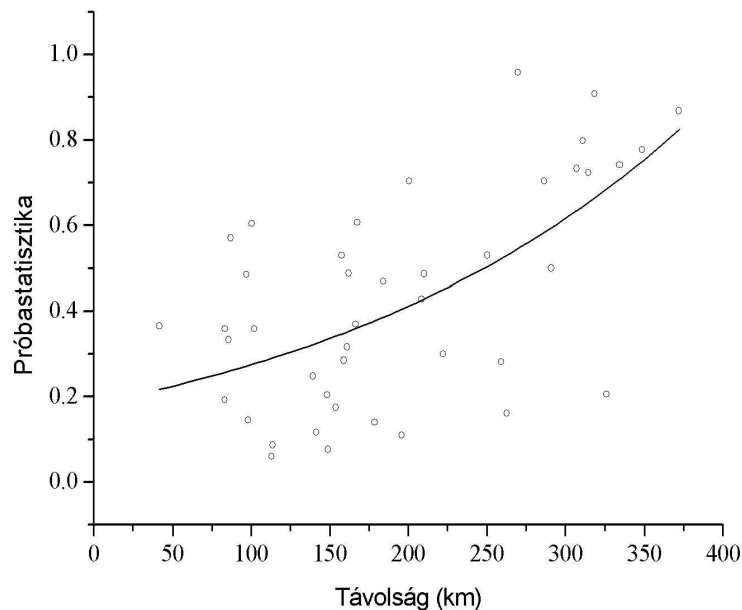
1. ábra

Szeged és a többi 43 állomás parlagfűpollen koncentráció adatainak clusteranalízise révén kapott clusterek a szimbólumaikkal, Kárpát-medence

D kritikus értéke a 0.1, 0.05, 0.01 valószínűségi szinten azon 0 -hipotézis mellett, hogy a két valószínűségi változó azonos eloszlású, rendre 1.23, 1.36, 1.63.

A próba végrehajtásakor a Szeged, valamint egy másik kárpát-medencei állomás adatai páronkénti eloszlásfüggvényeire kapott D -értékeket az adott állomás Szegedtől vett távolságának a függvényében ábrázoltam. Ezután a kapott pontfelházra exponenciális, szigmoid, gaussi és lorentzi görbéket illesztettem („Origin” grafikus program). A négyféle görbe közül az exponenciális illesztés adódott a legjobbnak (2. ábra). Megállapítható, hogy minden egyes D -próbastatisztika értéke kisebb a küszöbértéknél mindegyik valószínűségi szinten. Ez

azt jelenti, hogy **a szegedi parlagfűpollen koncentráció mérések az egész Kárpát-medence területére reprezentatívnak tekinthetők.** Ugyanakkor Szegedtől távolodva a próbastatisztika értéke enyhe növekvő tendenciát mutat (2. ábra).



2. ábra

Szeged és a többi 43 állomás páronkénti parlagfűpollen koncentráció adatainak eloszlásfüggvényeinek a Szegedtől való távolság függvényében, exponenciális illesztés, Kolmogorov-Szmirnov féle kétmintás próba, Kárpát-medence

(c) A kapcsolat erősségének lecsengése a távolság függvényében

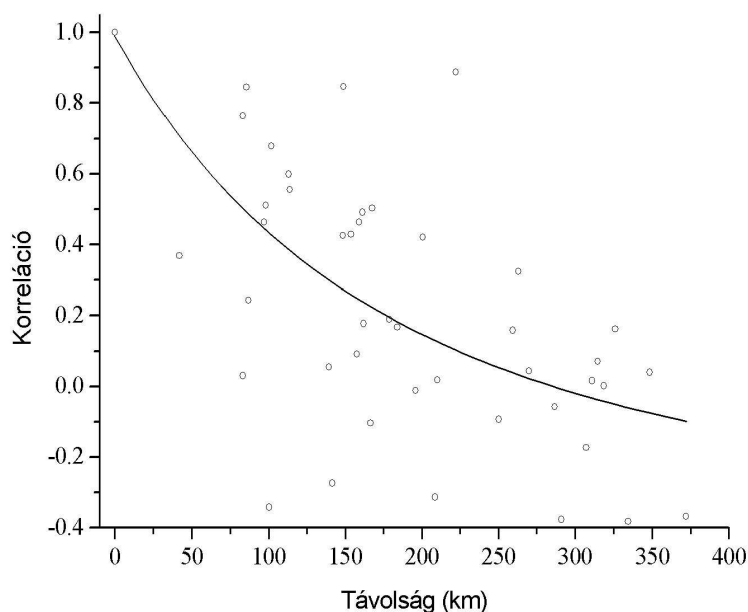
Meghatároztam Szeged napi parlagfűpollen koncentráció adatainak rendje az összes többi (összesen 43 db) kárpát-medencei állomás parlagfűpollen koncentráció adataival való korrelációit, majd azokat, mint távolság-korreláció pontszámait koordináta rendszerben ábrázoltam (3. ábra). Két adott pont (A és B) közötti görbült felszíni távolságot a következő módon határozhatjuk meg. Az A pont helyét megadó gömbi koordináták: φ_A (földrajzi szélesség) és λ_A (földrajzi hosszúság); a B pont helyét megadó gömbi koordináták: φ_B (földrajzi szélesség) és λ_B (földrajzi hosszúság). Ebben az esetben az A és a B pont közti görbült felszíni távolság (km) az alábbi képlettel számolható (Sümegehy et al., 2009):

$$111,1 \cdot \arccos [\sin \varphi_A \cdot \sin \varphi_B + \cos \varphi_A \cdot \cos \varphi_B \cdot \cos (\lambda_{\text{nagyobb}} - \lambda_{\text{kisebb}})] \quad (3)$$

Ezután a kapott távolság-korreláció pontszámaira exponenciális, szigmoid, gaussi és lorentzi görbéket illesztettem („Origin” grafikus program). A négyféle görbe gyakorlatilag ugyanazt adta, semmi különbség nincs köztük. Ezek közül az exponenciális illesztést mutatom be (3. ábra). [Bungert (2008) azt találta, hogy állomáspárok hőmérsékleti adatainak a távolság-korreláció pontszámaira (ahol az egyik állomás mindig ugyanaz) utóbbi adja a legjobb eredményt.]

Megállapíthatjuk, hogy az azonos időpontban fellépő koncentrációk között a Szegedtől való távolsággal csökkenő szorosságú exponenciális kapcsolat mutatható ki. A 100 km távolság az a határ, amelyen belül a helyi pollenszórás is magába foglaló közepes távolságú pollentranszport érkezik a célállomásra, míg ezen túlról a nagytávolságú pollentranszport származik (Makra et al., 2010). Megjegyzendő, hogy Szegedtől 100 km-nél kisebb távolságra mindössze 5 állomás található a Szeged

mellett vizsgált összes többi 43 állomás közül, továbbá a jó illeszkedés a Szegedtől 100 km-nél nagyobb távolságra lévő állomások esetében jellemző. Ebből joggal feltételezhető, hogy jelen számítás, és a 3. ábra egy alsó becslést ad a korrelációkra nézve a Szegedtől 100 km-nél kisebb távolságra lévő állomások esetére.



3. ábra

Szeged és a többi 43 állomás páronkénti parlagfűpollen koncentráció adatai közötti korrelációk lecsengése a Szegedtől való távolság függvényében, exponenciális illesztés, Kárpát-medence

Összegezve a három módszer révén kapott eredményeket, a clusterezés a területi különbségeket érzékelteti, s a kapott clusterek összhangban vannak a hasonló napi átlagos pollenkoncentrációt mutató régiókkal. **A Kolmogorov-Szmirnov próba alapján megállapíthatjuk, hogy a szegedi parlagfűpollen koncentráció mérések az egész Kárpát-medence területére reprezentatívnak tekinthetők.** Tehát e próba szerint a clusterezés révén jelzett különbségek nem is szignifikánsak, ami azt jelenti, hogy a clusterezés túlzottan precíz a területi különbségtétel tekintetében. Végül az azonos időpontokban fellépő koncentrációk között a Szegedtől való távolsággal csökkenő szorosságú exponenciális kapcsolat mutatható ki, ami még a Szegedtől számított 100 km távolságra is 0,4 fölötti korrelációt mutat. Az, hogy ezt ki mennyire nagynak, vagy mennyire kicsinek tekinti, jelentős szubjektivitással terhelt.

A (3) pontban kapott eredményeket a közeljövőben fogom publikálni.

(4) Egy további adalék a szegedi pollen mintavevő reprezentativitásáról

Egy friss kutatás eredménye alapján Békéscsabán a legsúlyosabb pollenterhelés időszaka az augusztus 18. – szeptember 13. közötti periódus, mely (ugyanazon időtartamra vonatkozó adatbázist tekintve) napra pontosan egyezik a Szegedre kapott hasonló periódussal (Szűcs, 2013) (Szeged és Békéscsaba távolsága 86 km). Ez az eredmény újfent elosztatja a Tisztelt Bírálónak a szegedi pollenmérések reprezentativitásával kapcsolatos aggályát (további információ: **A MINTAVÉTELI HELY REPREZENTATIVITÁSÁNAK A KÉRDÉSE**).

Hivatkozás

Avolio, E., Pasqualoni, L., Federico, S., Fornaciari, M., Bonofiglio, T., Orlandi, F., Bellecci, C., Romano, B., 2008. Correlation between large-scale atmospheric fields and the olive pollen season in Central Italy. International Journal of Biometeorology, 52, 787-796.

- Bergamini, B.M., Grillenzoni, S., Andreoni, A.D., Natali, P., Ranzi, A., Bertolani, M.F., 2004: *Alternaria* spores at different heights from the ground. *Allergy*, 59, 746-752.
- Bungert, U.M., 2008: Einfluss der Nestung auf die Ergebnisse meteorologischer Modelle. (Influence of nesting on the results of meteorological models.) Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften im Department Geowissenschaften der Universität Hamburg, Trier Hamburg, 134 p.
- Faegri, K., Iversen, J., 1992: *Textbook of Pollen Analysis*, Alden Press, London, 370 p.
- Feliziani, V., Marfisi, R.M., 1992: Pollen aerobiological monitoring with the personal volumetric air sampler (PVAS): correlation with a fixed Hirst type sampling station. *Aerobiologia*, 8, 471-477.
- Guérin, B., 1993: *Pollen et Allergies*. Varennes-en-Argonne, France, Allerbio, p. 9.
- Hart, M.I., Wentworth, J.E., Bailey, J.P., 1994: The effects of trap height and weather variables on recorded pollen concentration at Leicester. *Grana*, 33, 100-103.
- Katellaris, C.H., Burke, T.V., Byth, K., 2004: Spatial variability in the pollen count in Sydney, Australia: can one sampling site accurately reflect the pollen count for a region? *Annals of Allergy Asthma & Immunology*, 93, 131-136.
- Khattab, A., Levetin, E., 2008: Effect of sampling height on the concentration of airborne fungal spores. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 101, 529-534.
- Krige, D.G., 1951: A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. *Journal of Chemical, Metallurgical and Mining Society of South Africa*, 52(6), 119-139.
- Laaidi, M., Laaidi, K., Besancenot, J.P., Thibaudon, M., 2003: Ragweed in France: an invasive plant and its allergenic pollen. *Annals of Allergy Asthma & Immunology*, 91, 195-201.
- Lacey, J., Venette, J., 1995: Outdoor air sampling techniques. In: (Cox, C.S., Wathes, C.M., eds.) *Bioaerosols Handbook*. Boca Raton, FL: Lewis Publishers/CRC Press, pp. 402-469.
- Makra, L., Sánta, T., Matyasovszky, I., Damialis, A., Karatzas, K., Bergmann, K.C., Vokou, D., 2010: Airborne pollen in three European cities: Detection of atmospheric circulation pathways by applying three-dimensional clustering of backward trajectories. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 115, D24220, doi:10.1029/2010JD014743
- Rantio-Lehtimäki, A., 1994: Short, medium and long range transported airborne particles in viability and antigenicity analyses, *Aerobiologia*, 10, 175-181.
- Rantio-Lehtimäki, A., Koivikko, A., Kupias, R., Makinen, Y., Pohjola, A., 1991: Significance of sampling height of airborne particles for aerobiological information. *Allergy*, 46, 68-76.
- Skjøth, C.A., Smith, M., Šikoparija, B., Stach, A., Myszkowska, D., Kasprzyk, I., Radišić, P., Stjepanovic, B., Hrga, I., Apatini, D., Magyar, D., Páldy, A., Ianovici, N., 2010: A method for producing airborne pollen source inventories: An example of *Ambrosia* (ragweed) on the Pannonian Plain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150, 1203-1210.
- Strak, M., Janssen, N.A.H., Godri, K.J., Gosens, I., Mudway, I.S., Cassee, F.R., Lebreit, E., Kelly, F.J., Harrison, R.M., Brunekreef, B., Steenhof, M., Hoek, G., 2012: Respiratory Health Effects of Airborne Particulate Matter: The Role of Particle Size, Composition, and Oxidative Potential – The RAPTES Project. *Environmental Health Perspectives*, 120, 1183-1189.
- Sümegehy, Z., Unger, J., Gál, T., 2009: *Térképészet*. JATEPress, Szeged. pp. 44-45.
- Szücs, P., 2013: A parlagfű pollenkoncentráció és a meteorológiai elemek kapcsolata Békéscsabán. MSC Diplomamunka, SZTE, TTIK, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, Szeged, 57 p.
- WMO (World Meteorological Organization), 2008: *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Measurement*. Seventh edition (WMO-No. 8), Geneva
- (<http://www.polleninfo.org/upload/images/original/1995.pdf>)
- (http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/pdf/sec_2011_77.pdf).

A MAKRA-PRÓBA TUDOMÁNYOS ÉRTÉKE

A 6.2. fejezetben Makra László adott időszakra a mért pollenkoncentrációk átlagos évi menetét mutatja be és értékeli. Az egydimenziós adatsor egyszerű bemutatását egy általa kifejlesztett statisztikai módszer, a Makra-próba alkalmazásával kombinálja. A módszer matematikai újdonságtartalmának megállapítása nem az én kompetenciám, de ez a bemutatott értelmezés szempontjából nem is releváns. A statisztikai próba eredményei ugyanis az átlagos évi menet grafikonján (11. ábra) egy vonalzós segítségével is előállíthatók, amennyiben adott küszöbértéket tekintve a pollenre allergiások számára legveszélyesebb időszakot kívánjuk meghatározni. Ezt egyébként mindenféle további statisztikai művelet nélkül az Országos Közegészségügyi Intézet (OKI) is megteszi, és Makra Lászlóval azonos eredményre jut (37. oldal). E fejezetnek tehát hozzáadott tudományos értéke nincs.

A 11. ábrán Szeged napi átlagos parlagfűpollen koncentrációit mutatom be a 1989-2010 közötti 22 éves időszak július 15. – október 15. közötti periódusára. Az ábrán pontozott vonal jelzi a vizsgált adatbázis alapján a legsúlyosabb pollenterhelés időszakát (augusztus 18. – szeptember 13.). Az Országos Környezetegészségügyi Intézet (OKI) által megállapított, s a betegforgalom szignifikáns változásait jelző küszöbértékek periódusait (Bobvos et al. 2005; Mányoki et al., 2011) összevettem a legsúlyosabb parlagfűpollen terhelésnek a Makra-próba segítségével Szegedre meghatározott periódusával (11. ábra, 36. oldal).

A Makra-próbával kapcsolatosan a Tisztelt Bíráló elismeri, hogy „a módszer matematikai újdonságtartalmának megállapítása nem az én kompetenciám”. Ennek fényében azt állítani a Makra-próbáról, hogy annak eredményei „egy vonalzó segítségével is előállíthatók”, a Tisztelt Bíráló részéről bántó hiba. Ezzel együtt elgondolkodtató a Tisztelt Bírálónak az egész dolgozat bírálatán végigvonuló „a priori” gúnyos és lekezelő stílusa. Visszatérve a statisztikai próbára, annak eredményei nem állíthatók elő egy vonalzó segítségével. Ennek okai a következők.

- (1) a Makra-próba egy olyan kérdésre válaszol, hogy, valamely adatsor tetszőleges részmintájának az átlaga szignifikánsan eltér-e a teljes adatsor átlagától, és ha igen, akkor hol húzódnak az eltérések határai?
- (2) a Makra-próba által megadott pollenküszöbnek elvileg semmilyen kapcsolata nincsen az OKI által megállapított pollenküszöbökkel, s az azokhoz rendelt egészségi tünetekkel (további információ: **Kiegészítés**, Mányoki et al., 2011), mert a próba mást kérdez és másra válaszol, mint az OKI pollenküszöbei;
- (3) a Makra-próba és az OKI által megállapított időszakok igen jó egyezése nem jelenti azt, hogy az (1) kérdésnek nincs is értelme. Ugyanakkor szerencsés, hogy a parlagfűpollen szórásnak a Makra-próbával Szegedre megállapított legkritikusabb időszaka igen jól reprezentálja az OKI által a betegforgalom szignifikáns változásaira megállapított küszöbértékek (Bobvos et al. 2005; Mányoki et al., 2011) periódusait.

Kiegészítés

Az OKI által megállapított pollenküszöbök, s az azokhoz rendelt egészségi tünetek (Mányoki et al., 2011):

fehér jelzés ($0 \text{ pollenszem} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{nap}^{-1}$): nincs pollen a levegőben;

zöld jelzés ($1-9 \text{ pollenszem} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{nap}^{-1}$): alacsony pollenkoncentráció – tüneteket nem okoz;

narancs jelzés ($10-29 \text{ pollenszem} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{nap}^{-1}$): közepes pollenkoncentráció – érzékenyeknél kezdeti tünetek (tüsszögés, könnyfolyás);

piros riasztás ($30-49 \text{ pollenszem} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{nap}^{-1}$): magas pollenkoncentráció – minden betegnél allergiás reakciók;

vörös riasztás ($50-99 \text{ pollenszem} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{nap}^{-1}$): magas pollenkoncentráció – az érzékenyeknél erős tünetek, a kevésbé érzékenyeknél közepes erősségű tünetek;

bordó riasztás ($100-199 \text{ pollenszem} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{nap}^{-1}$): igen magas pollenkoncentráció – minden érintettnél erős, vagy igen erős tünetek;

sötétbordó riasztás ($200-499 \text{ pollenszem} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{nap}^{-1}$): – az egészségi állapot kritikussá válhat: nő az asztmás tünet együttesek valószínűsége;

fekete riasztás ($500-999 \text{ pollenszem} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{nap}^{-1}$): – heveny tünetek, komoly mértékű életminőség-romlás;

"Ambrosia szín" riasztás ($> 1000 \text{ pollenszem} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{nap}^{-1}$): – a tünet együttes már szélsőséges erősségű lehet, extrém helyzet.

Hivatkozás

Bobvos, J., Páldy, A., Szántó, A., Gönczi, Zs., Collinsné Horváth, Zs., Erdei, E., Farkas, I., Magyar, D., 2005: Pollenexpozíció és orvoshoz fordulás összefüggése budapesti gyermekpopulációban. Egészségtudomány, 49, 46-59.

Mányoki, G., Apatini, D., Novák, E., Magyar, D., Bobvos, J., Bobvos, G., Málnási, T., Elekes, P., Páldy A., 2011: Parlagfű – lakossági expozíció. Parlagfű helyzetkép és megoldási javaslatok az Aerobiológiai Hálózat mérései alapján és az OKI-AMO feldolgozásában. Országos Környezetegészségügyi Intézet Egészséghatás Előrejelzés Főosztály, Aerobiológiai Monitorozási Osztály, kézirat, Budapest, 29 p.

A MINTAVÉTELI HELY MAGASSÁGA ÉS A NAGYLÉPTÉKŰ TRANSPORT MONITOROZÁSA

A 7. fejezetben Makra László a parlagfű pollen nagyléptékű transportjának meghatározására tesz kísérletet backward trajektóriák matematikai statisztikai feldolgozásával. A látványos ábrákkal színesített fejezet szakmai szempontból tökéletesen értelm(ezhet)etlen. Az egyetlen mintavételi helyből eredő korlátokról már fentebb említést tettem, annak magassága (20 m) egyébiránt nem is lenne elegendő nagyléptékű transport monitorozására.

(1) A mért pollenkoncentráció kapcsolata a pollencsapda magasságával

A mért pollenszám magassági változásával foglalkozó publikációk megállapítják, hogy a pollenkoncentráció a pollencsapda magasságával csökken (Rantio-Lehtimäki et al., 1991; Hart et al., 1994; Fiorina et al., 1999; Xu et al., 2007; Xiao et al., 2013), a csúcs pollenkoncentráció korábban lép föl az alsó szinteken (Hart et al., 1994), továbbá a lokális eredetű pollen nem éri el a 30 m magasságot (Hart et al., 1994).

(2) A nagytávolságú pollentranszport meghatározása

A nagytávolságú pollentranszport meghatározásának nem célravezető módja a pollencsapda magasságának minden határon túli növelése. Ennek technikai akadályai vannak. A nagytávolságú pollentranszport relatív súlyának a megállapítására alkalmazható lehetséges közvetett módszerek:

- (a) numerikus időjárás előrejelző modellek (pl. Zink et al., 2012; COSMO-ART modell);
- (b) statisztikai megfontolások (pl. Makra et al., 2010; heurisztikus megközelítés a lokális pollenszórást is magába foglaló közepes távolságú pollentranszport és a nagy távolságú pollentranszport szétválasztására).

Hivatkozás

- Fiorina, A., Mincarini, M., Sivori, M., Brichetto, L., Scordamaglia, A., Canonica, G.W., 1999: Aeropollinic sampling at three different heights by personal volumetric collector (Partrap FA 52). *Allergy*, 54, 1309-1313.
- Hart, M.L., Wentworth, J.E., Bailey, J.P., 1994: The effects of trap height and weather variables on recorded pollen concentration at Leicester. *Grana*, 33, 100-103.
- Rantio-Lehtimäki, A., Koivikko, A., Kupias, R., Makinen, Y., Pohjola, A., 1991: Significance of sampling height of airborne particles for aerobiological information. *Allergy* 46, 68-76.
- Xiao, X.J., Fu, A.X., Xie, X.J., Kang, M.X., Hu, D.S., Yang, P.C., Liu, Z.G., 2013: An Investigation of Airborne Allergenic Pollen at Different Heights. *International Archives of Allergy and Immunology*, 160, 143-151.
- Xu, Q.H., Li, Y.C., Zhou, L.P., Li, Y.Y., Zhang, Z.Q., Lin, F.Y., 2007: Pollen flux and vertical dispersion in coniferous and deciduous broadleaved mixed forest in the Changbai Mountains. *Chinese Science Bulletin*, 52, 1540-154.

A PARLAGFŰPOLLEN NAGYTÁVOLSÁGÚ TRANSPORTJÁNAK A KÉRDÉSE

A legnagyobb korlát azonban maga a vizsgálandó részecske, a parlagfű pollen jellege. A parlagfű pollenje jól ismert mérettel és fizikai paraméterekkel rendelkező aeroszol részecske. A viszonylag szűk méreteloszlással (10–25 µm) rendelkező pollenszemcsék az ún. durva (>1 µm aerodinamikai átmérőjű) részecskék csoportjába tartoznak, amelyek légköri tartózkodási idejét döntően gravitációs ülepedésük a Stokes-törvény alapján jellemezhető sebessége határozza meg. E részecskék jellemző átlagos légköri tartózkodási ideje kevesebb, mint egy nap, így a négynapos trajektóriák alkalmazása és értelmezése a parlagfű pollenjére súlyos szakmai hiba. Trajektória elemzések csak elegendően hosszú légköri tartózkodási idejű (s ezáltal légköri transzportra képes) nyomgázok (pl. szén-monoxid, SF₆) vagy a finom (<1 µm

aerodinamikai átmérőjű) aeroszol részecskék (pl. korom- vagy szulfátrészecskék, égésből származó fémtartalmú részecskék) esetében végezhetők. Nagy injektálási magasság (erős konvekció a trópusi övben, porviharok, nagyléptékű biomassa égetés, stb.) esetén az ásványi por finom mérettartományba eső részecskéinek nagy távolságú transzportja bizonyított tény, mi több, műholdról is nyomon követhető látványos jelenség. A parlagfű pollenek között azonban nincsenek a finom mérettartományba eső részecskék, és a pollenszórás egyáltalán nem tekinthető nagy magasságú injektálásnak, kifejezetten a felszín közelében történik. A parlagfű pollenjének a mért pollenkoncentrációt *érdemileg* befolyásoló nagy-, sőt közepes léptékű transzportja sem lehetséges. A mért pollenkoncentráció *legnagyobb része* a mintavételi hely legfeljebb egy-két tíz kilométeres sugarú környezetéből származik.

Megdöböntőnek tartom a Tisztelt Bíráló véleményét, ami nyilvánvalóan helytelen, s a terület szakismeretének a hiányát jelzi. A pollen nagytávolságú transzportja létezik, s az ezt igazoló szempontok és azok összetevői a következők.

(1) A pollen nagytávolságú transzportjának kiterjedt szakirodalma van.

Franzen et al. (1994) egy Észak-Fennoskandinávia fölötti por- és hóvihar részecskeösszetételét elemezte, s a kiüledő pollen jelentős koncentrációját állapította meg ($327\text{--}1172$ pollenszem $\cdot \text{cm}^{-2}$). Kimutatta, hogy a pollen a Mediterráneumból, az Alpok térségéből, valamint Közép-Európa északi részéből származott. Hjelmroos és Franzen (1994) megállapították, hogy erős légáramlások Dél-Európa és Észak-Afrika felől nagy távolságból szállíthatnak pollent Fennoskandináviába. Három hómintában egyenként 500–2000 pollenszemet mutattak ki cm^2 -enként. Hjelmroos (1991) olyan mennyiségű nyír (*Betula*) pollenről számol be Fennoskandináviában a helyi virágzási szezon kezdete előtt, mely az arra érzékeny egyéneknél allergiás tüneteket váltott ki. Kimutatta, hogy a *Betula* pollen a légáramlásokkal 8–20 óra időtartamot utazott, s ily módon nagytávolságú transzport révén érkezett a célterületre.

Bourgeois et al. (2001) azonosította a Kanadai Arktiszon, az Arktikus tengeren és Grönlandon gyűjtött hóminták pollentartalmának forrásterületeit. Megállapította, hogy a detektált kőris (*Corylus*), szil (*Ulmus*), tölgy (*Quercus*) és juhar (*Acer*) pollenek Észak-Amerika déli, boreális erdeiből származnak. Számos további tanulmány igazolta az Arktiszra (pl. Hjelmroos, 1991; Franzen et al., 1994; Hjelmroos és Franzen, 1994; Gajewski, 1995; Campbell et al., 1999; Bourgeois, 2000; Hicks et al., 2001), az Antarktiszra (pl. Linskens et al., 1993), továbbá szárazföldről távoli szigetekre (pl. McAndrews, 1984; Johansen és Hafsten, 1988; Johansen, 1991) történő nagytávolságú pollentranszportot, azonban ezek egyike sem közölt teljes backtrajektória analízist a forrástól a beérkezési ponton történő kiüledésig. Rousseau et al. (2003) az Arktiszra történő nagytávolságú pollentranszport első részletes bizonyítékát közölte nagytérségű légáramlások részletesen dokumentált egyedi backtrajektóriái útvonalainak a bemutatásával Észak-Amerika keleti részének forrásterületei és a dél-grönlandi Narsarsuaq között. Ugyanő (Rousseau et al., 2004) nagytávolságú transzport révén Nyugat-Európából, illetve Kelet-Szibériából érkező pollent mutatott ki az Északi-sarkon. Rousseau et al. (2005) megállapította, hogy egy kéthetes periódus első beérkezési napján 11%, míg egy héttel később mindössze 1% volt a Grönland déli részén mért összes pollenkoncentrációban a nagytávolságú transzportból származó pollen aránya.

Kimutatták (pl. Sofiev et al., 2006), hogy a kis méretű pollenszemek, mint pl. a nyír (*Betula*) pollenre több napig képes a levegőben maradni, s a transzportjuk karakterisztikus skálája kb. 10^3 km.

Részletesebb időbeli felbontást alkalmazva több kutató a pollenkoncentrációkat egyedi backward trajektóriákkal hozta kapcsolatba a szállított pollen forrásterületének a meghatározására (Mahura et al., 2007; Smith et al., 2008; Šikoparija et al., 2009; Skjøth et

al., 2009). Kasprzyk et al. (2011) kimutatta, hogy Lengyelország fölé Szlovákia, Csehország, Magyarország és Ausztria felől, továbbá Ukrajna irányából érkezik a nagytávolságú transzport révén *Ambrosia* pollen. Mielőtt azt gondolnánk, hogy mindez csakis epizódszerűen, kivételes időjárási helyzetekben fordulhat elő, meg kell említeni, hogy pl. **Zink et al. (2012)** a COSMO-ART numerikus időjárás előrejelző rendszert használta a parlagfűpollen koncentráció és -transzport előrejelzésére Németországban. **Megállapította, hogy Drezda és Garz összes pollenterhelésének 56%, illetve 50%-a, továbbá Berlin, Potsdam és Treuenbrietzen összes pollenterhelésének legfeljebb 17,5%-a nagytávolságú transzport révén Magyarországról származik.** Magyarországról lassú backtrajektóriák érik el a fenti célterületeket: Szeged és Drezda távolsága 830 km, továbbá Szeged távolsága Berlintől, Potsdamtól és Treuenbrietzentől egyaránt kb. 860 km (további információ: **(5d)**, **(7)** és **(8)** pontok).

(2) Az *Ambrosia* pollen mérete a szállított pollen méretének alsó tartományába esik.

A szállított pollenszemek méretének a terjedelme 10 µm és 200 µm közötti (Charlson és Heintzenberg, 1995). A Narsarsuaq fölé a nagytávolságú transzport révén érkező és azonosított pollenszemek mérete 20 µm és 80 µm közötti (Rousseau et al., 2003). (A dolgozatban szereplő *Ambrosia* pollen mérete 10 µm és 25 µm közötti; Béres et al., 2005).

A Grönlandon gyűjtött hómintákban detektált kőris (*Corylus*), szil (*Ulmus*), tölgy (*Quercus*) és juhar (*Acer*) pollenje (Bourgeois et al., 2001) rendre 60%-kal, 54,3%-kal, 71,4%-kal és 37,1%-kal nagyobb az *Ambrosia* pollenénél, továbbá a grönlandi csapadékban kimutatott bükk (*Fagus*), hickory-dió (*Carya*), bürök (*Tsuga*), gyertyán (*Carpinus*) és dió (*Juglans*) pollenjének (Rousseau et al., 2003), valamint a Fennoskandináviába a nagytávolságú transzport révén szállított nyír (*Betula*) pollennek (Heijlmoos, 1991) a mérete rendre 240,0%-kal, 208,3%-kal, 428,6%-kal, 171,4%-kal és 282,9%-kal, valamint 31,4%-kal nagyobb, mint az *Ambrosia* pollen mérete (www.polleninfo.org).

(3) Jelentős mennyiségben található nehezen azonosítható biológiai eredetű részecskék a levegőben.

(a) Pollentörödékek

Az *Ulmus*ra (szil) jellemző antigén fehérjével kapcsolatos immunológiai tanulmányok feltárták, hogy a finom részecske tartomány *Ulmus* (szil) pollen antigéneket is tartalmazott (pl. Miguel et al., 2006). Mindez azt mutatja, hogy a pollenszámok önmagukban alábecsülik a teljes légköri pollen-allergén koncentrációkat. A pollentörödékek úgy növelik a légkör biogén terhelését, hogy már nem ismerhető föl az eredetük, következésképp mikroszkópi analízisre sem alkalmasak (Glovsky et al., 1997; 2002).

Womiloju et al. (2003) vizsgálatai alapján az USA és Kanada keleti részén a finom részecske frakcióban a gomba- és pollentörödékek aránya az összes szervesanyag 12-22%-a, és az összes finom részecske 4-11%-a, míg Svájcban a fehérjetartalmú pollentörödékek az összes finom részecske 15%-át tartalmazták (Schappi et al., 1996). London központjában a felismerhető gomba spórák a PM10 2%-át tették ki, aminek az aránya csapadék után 20% fölé nőtt (Battarbee et al., 1997).

(b) Biológiai szennyezett részecskék

Ezek részben – legfeljebb egyharmad arányban – biológiai eredetűek (Matthias-Maser et al., 1999).

A 15-90 µm méretű egész pollenszemek a rhinitis (szénanátha) tüneteit válthatják ki, míg a kisebb méretű pollentörödékek lerakódhatnak az alsó légutakban, s asztmát idézhetnek elő.

(4) A pollen nagytávolságú transzportja annak ellenére létezik, hogy a pollen higroszkópos.

A pollen citoplazmája higroszkópos, így a pollen a felhőkben kondenzációs magként szerepelhet(http://www.newmediastudio.org/DataDiscovery/Aero_Ed_Center/Category/F_biogenic_aerosols.html).

Jóllehet, ha nedvességet vesz föl a pollen, akkor súlyosabb lesz (Juhász, 2009), ennek ellenére a higroszkópos pollen óceán fölötti nagytávolságú transzportja bizonyított (pl. Gajewski, 1995; Campbell et al., 1999; Bourgeois, 2000; Bourgeois et al., 2001; Rousseau et al., 2003; 2004; 2005; 2008).

A dél-grönlandi Narsarsuaq célállomásra 2002. június 4.-én 0 m, 1000 m és 3000 m magasságban beérkező backtrajektóriák 4 nappal korábban, 2002. június 1.-én a forrásterület fölött (Torontó térségében) voltak (Rousseau et al., 2003). 2002. június 2.-án Új-Foundland fölött haladt át a backtrajektóriák mentén transzportált pollen, s innen háromnapos út (június 2-3-4.) megtétele után 2002. június 4.-én érkezett meg a dél-grönlandi Narsarsuaq-ba. [Mistaken Point, Új-Foundland: 46° 37' 32"N, 53° 09' 41"W; Narsarsuaq (vagy Narsaq): 60° 54' 44"N, 46° 2' 49"W; a két pont légvonalbeli távolsága: 1695 km.] A backtrajektóriák a célállomásig tartó útvonaluk mentén az Atlanti-óceán északi medencéjében nem emelkedtek 3000 m-nél magasabbra (Rousseau et al., 2003). Mind a 850 hPa abszolút topográfia térképeken (kb. 1500 m magasságban), mind pedig a felszíntől 3000 m magasságig terjedő vertikális metszetben e háromnapos időszak során (június 2-3-4.) a backtrajektóriák mentén szállított pollent tartalmazó levegő relatív nedvessége elérte, illetve meghaladta a 100%-ot (Országos Meteorológiai Szolgálat, Szolgáltatási Osztály, 2013). Következésképp, a szállított pollen tömege megnőtt. Ennek ellenére kimutattak transzportált pollent Dél-Grönlandon (pl. Rousseau et al., 2003).

(5) A négynapos időtartam megalapozott a pollen nagytávolságú transzportjának backtrajektóriák mentén történő kimutatására.

Nem felel meg a valóságnak a Tisztelt Bíráló megállapítása, miszerint „a négynapos trajektóriák alkalmazása és értelmezése a parlagfű pollenjére súlyos szakmai hiba”. Ennek okai a következők.

(a) Egyedi backtrajektóriák analízise alapján Rousseau et al. (2003) kimutatta, hogy a pollenfelhőt tartalmazó légtömeg 4 nap alatt jutott el a forrásterületről a beérkezési pont fölé. Bourgeois et al. (2001) legalább ilyen tartamú nagytávolságú transzportról számol be. Ugyanakkor Barry et al. (1981) a pollen nagytávolságú transzportjának átlagosan 5 napos tartamáról számol be. Ezenkívül Veriankaite et al. (2010) 3 napos, Gassmann és Perez (2006) 2-5 napos, valamint Zemmer et al. (2012) 5 napos backtrajektóriákat használt. (A dolgozatban négynapos, hatóránkénti, háromdimenziós (3D) backward trajektóriákat használtunk föl arra, hogy a Szeged fölé 12 GMT-kor érkező levegő horizontális és vertikális mozgásait leírjuk.)

(b) A nagytávolságú transzport révén szállított kőris (*Corylus*), szil (*Ulmus*), tölgy (*Quercus*) és juhar (*Acer*) pollenjének (Bourgeois et al., 2001) a mérete, továbbá a bükk (*Fagus*), hickory-dió (*Carya*), bürök (*Tsuga*), gyertyán (*Carpinus*) és dió (*Juglans*) pollenjének (Rousseau et al., 2003) a mérete, valamint a Fennoskandináviába (Hejlmroos, 1991), illetve Litvániába (Veriankaite et al., 2010) a nagytávolságú transzport révén szállított nyír (*Betula*), továbbá a La Plata fölé a tőle 1100 km távolságra lévő forrásterületről érkező délibükk (*Nothofagus*) pollenjének (Gassmann és Pérez, 2006) a mérete jóval nagyobb, mint az *Ambrosia* pollen mérete (további információ: **(2)** pont). Ezenkívül, ha a higroszkópos pollen nedvességet vesz föl, akkor tömege megnövekszik. Ennek ellenére létezik e megnövekedett tömegű pollen nagytávolságú transzportja (további információ: **(4)** pont).

- (c) A négynapos backtrajektóriáknak a forráshely fölötti áthaladását (ismételt áthaladás esetén azok legkorábbi áthaladását) **megelőző** szakaszai (még ha négynaposnál rövidebbek is) nem relevánsak a nagytávolságú pollentranszport szempontjából.
- (d) Szeged térségében nagytávolságú transzportként a Kárpát-medencéből, Dalmáciából, Nyugat-Lombardiából, valamint kisebb súllyal Ukrajna déli részéből és Oroszország európai területének a déli részéből érkező parlagfű pollen jöhet számításba. Közülük a Kárpát-medencén és Dalmácián kívül Nyugat-Lombardia (Szeged és Milánó távolsága 900 km) és Ukrajna délnyugati része felől (Szeged és Odessza távolsága 880 km) érkező rövid, tehát lassú backtrajektóriák hatékonyan szállíthatnak pollent Szeged térségébe (további információ: **(7)** és **(8)** pontok). Ugyanakkor, az Ukrajna délkeleti (Szeged és Harkov távolsága 1440 km) és Oroszország déli (Szeged és Volgográd távolsága 2025 km) területei felől négy nap alatt a célterület fölé érkező gyors backtrajektóriák pollentranszportja kevésbé hatékony (további információ: **A LEGFONTOSABB FORRÁSTERÜLETEK EGYMÁSHOZ VISZONYÍTOTT RELATÍV SÚLYÁNAK KÉRDÉSE AZ AMBROSIA POLLEN SZEGED FÖLÖTTI NAGYTÁVOLSÁGÚ TRANSPORTJÁBAN**).
- (e) A Stokes-törvény, mely a részecskék ülepedési sebességét írja le, csak statikus légkörben érvényes, ami még szélcsendben sem teljesül.

(6) A nagyobb maximum hőmérséklet a forrásterületen a pollen intenzívebb feláramlását teszi lehetővé.

A dél-grönlandi Narsarsuaq célállomásra 2002. június 4.-én 3000 m magasságban beérkező backtrajektória 4 nappal korábban, 2002. június 1.-én a forrásterület fölött (Torontó térségében) 1000 m alá ereszkedik (Rousseau et al., 2003). Torontóban (43,67°N; 79,63°W) 2002. június 1.-én a maximum hőmérséklet: 27,6°C (Koós-Hutás György, Torontó, személyes közlés, illetve <http://www.climate.weatheroffice.gc.ca/climateData>).

Szegeden (46.25°N; 20.10°E) (a) az 1998-2002 közötti ötéves időszak során a legsúlyosabb napi pollenkoncentrációk időszakában (augusztus 18. – szeptember 13.) a napi átlagos maximum hőmérséklet 25,7°C; (b) az 1998-2002 közötti ötéves időszak során a legsúlyosabb parlagfűpollen koncentrációt mutató 500 m beérkezési magasságú backtrajektória clusterekhez, azaz a 7. clusterhez (Kárpát-medence), a 2. clusterhez (Északkelet-Európa), a 4. clusterhez (Észak-Európa) és az 1. clusterhez (Északnyugat-Európa) tartozó napok átlagos maximum hőmérséklete rendre 27,8°C, 25,6°C, 21,7°C és 24,0°C.

A fentiek alapján Torontóban a forrásterület fölötti backtrajektória pontban igen magas a maximum hőmérséklet, csakúgy, mint Szeged térségében a pollenszórás fő időszakában, valamint elsősorban a 7., 2. és 1. clusterek esetében. Ez a 3000 m (Torontó), illetve 500 m (Szeged) beérkezési magasságú, s a forrásterületek fölött alacsonyan haladó backtrajektóriák (Rousseau et al., 2003; Makra et al., 2010) mentén a pollenfelhő intenzívebb feláramlását biztosítja.

(7) A legnagyobb napi átlagos pollenkoncentrációkat tartalmazó, s a Szeged célállomásra 500 m magasságban beérkező backtrajektóriák rövidek.

Szegeden (46.25°N; 20.10°E) az 1998-2002 közötti ötéves időszak során az 500 m beérkezési magasságú backtrajektória clusterekben a backtrajektóriák átlagos négynapos és egynapos valódi hosszát az 1. táblázat tartalmazza.

A 7. cluster (Kárpát-medence, legmagasabb átlagos parlagfűpollen koncentráció) backward trajektóriái a legrövidebbek közé tartoznak, és ez meglehetősen tipikus a Kárpát-medencére, mely az *Ambrosia* taxonnak világviszonylatban kulcsfontosságú

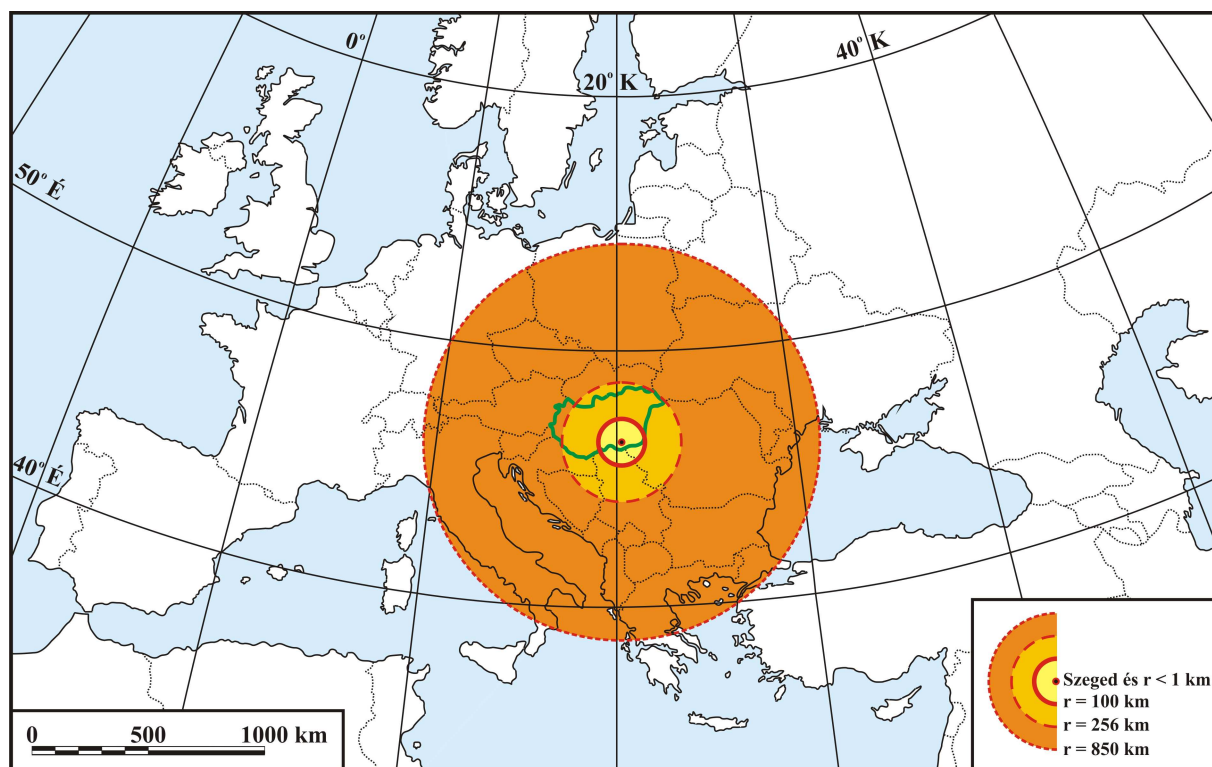
előfordulási területe (1. táblázat). Következésképp, Szeged esetében ez egy helyi clusternek tekinthető.

A rövid (lassú) backtrajektóriák estében a szállított pollen felhígulása a távolság függvényében mérsékeltebb (Juhász, 2009). Jelentős nagytávolságú pollentranszport mérsékelt szélereősségig (kb. 1-4 Beaufort fok: teljes szélcsend – mérsékelt szél; <http://ballon.hu/dokument/beaufort-skala.pdf>) várható.

1. táblázat

A négy legnagyobb, s a négy legkisebb parlagfűpollen terhelést mutató cluster (Makra et al., 2010) átlagos négynapos és egynapos valódi hossza. (A clusterok a clusterenkénti napi átlagos pollenkoncentrációk csökkenő sorrendjében vannak feltüntetve.)

cluster	átlagos valódi hossz (d), 96h, (km)	átlagos valódi hossz (d), 24h, (km)
7 (Kárpát-medence)	850	256
2 (Északkelet-Európa)	767	216
4 (Észak-Európa)	1123	284
1 (Északnyugat-Európa)	1549	393
3 (Délkelet-Európa)	1961	557
5 (Kelet-Európa)	2011	565
6 (Dél-Európa)	817	197
8 (Nyugat-Európa)	889	207



4. ábra

A 7. cluster egy átlagos valódi hosszúságú backtrajektóriája által a beérkezési pontig befutott terület, különös tekintettel a pollentranszport különböző kategóriáira (további információ: 1. táblázat, és (13))

Magyarázat:

- 1: rövidtávú transzport ($r < 1$ km; pont, vastagított; a méretarány miatt a távolság nem jeleníthető meg);
 - 2: közepes távolságú transzport ($1 \text{ km} < r < 100$ km; külső határa: vastag, folytonos);
 - 3: nagytávolságú transzport ($r > 100$ km);
- citromsárga: a közepes távolságú transzport hatósugara;
- narancssárga + citromsárga: az egynapos pollentranszport hatósugara (1. táblázat; $d = 256$ km; külső határa: normál, szaggatott);
- barna + narancssárga + citromsárga: a négynapos pollentranszport hatósugara (1. táblázat; $d = 850$ km; külső határa: normál, pontozott);

(8) A legnagyobb napi átlagos pollenkoncentrációkkal társítható, s a Szeged célállomásra 500 m magasságban beérkező backtrajektóriák a beérkezést megelőző 24 órában alacsony szintűek.

Szegeden (46.25°N; 20.10°E) az 1998-2002 közötti ötéves időszak során az 500 m beérkezési magasságú, s a legnagyobb napi átlagos pollenkoncentrációt tartalmazó 7. backtrajektória cluster (Kárpát-medence) lassú mozgású trajektóriákat jelez, melyek kedveznek nagy mennyiségű pollen célterület fölé történő szállításában. A backtrajektóriák zöme a beérkezést megelőző 24 órában alacsony szinteken halad (2. táblázat).

2. táblázat

A 7. cluster (Maka et al., 2010) backtrajektóriáinak négynapos, hatóránkénti távolsága a beérkezési ponttól, s a hozzá tartozó felszín fölötti magassága*

a beérkezést megelőző időpont, óra															
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96
távolság (km)															
54,2	99,6	141,0	191,3	235,5	277,5	319,9	369,6	419,4	472,2	532,4	594,5	654,3	713,2	778,4	850,7
magasság (m)															
501,0	512,2	532,2	551,0	565,0	586,8	613,1	634,3	658,3	692,0	728,7	762,4	793,6	829,6	866,5	905,0

*szűrte: a beérkezést megelőző 24 óra adatai;

(9) Semleges származási helyről induló, de a célállomáshoz közeli forrásterület fölött áthaladó backtrajektóriák fontossá válhatnak.

Jóllehet a 2. cluster (Északkelet-Európa), a 4. cluster (Észak-Európa) és az 1. cluster (Északnyugat-Európa) backtrajektóriáihoz a származási területük fölött igen alacsony pollenkoncentrációk tartoznak, azonban áthaladva a Kárpát-medence fölött, ezek jelentős mennyiségű pollent szállíthatnak Szeged térségébe (Makra et al., 2010).

(10) Az inhomogén szárazföldi felszínnek a fölöttük végbemenő erősebb vertikális mozgások és gyorsabb nyári felmelegedésük miatt kedveznek az akár ismétlődő pollenfelvételnek, ugyanakkor a vízfelszín homogén, kevésbé melegszik föl és fölötte nincsen pollenfelvétel.

Inhomogén felszínnek fölött, ahol a másodlagos cirkulációs rendszerek nagy sebességű vertikális légmozgásokat generálnak, akár az adott forrásterületen ismételtén végbemenő feláramlások, akár a légtömegnek a backtrajektória mentén való haladásakor a forrásterületek fölött topográfiai hatásra végbemenő feláramlásai által beszippantott pollenfelhők nagy távolságra eljuthatnak, jelentősen megnövelve a pollenszemek légköri tartózkodási idejét (Helbig et al., 2004). A Grönland déli részén befogott pollen nagytávolságú transzportja óceáni felszín fölött (Rousseau et al., 2003), míg a dolgozatban szárazföldi felszín fölött történt (Makra et al., 2010).

(11) A pollentranszportot befolyásoló további tényezők

A pollen nagytávolságú szállítására akkor a legkedvezőbbek a feltételek,

- ha nagy mennyiségű inokulum van jelen a forrásterületen, s a virágzás időszakában jelentős feláramlás történik a forrásterület fölött, amely nagy magasságba szállítja a pollent;
- ha a forrásterületen a feláramló levegő által történő pollenbefogás a déli órákban történik, ugyanis ekkor a legintenzívebb a pollen emisszió, s egyúttal ekkor a legerősebbek a feláramlások (éjszaka sem pollen emisszió, sem feláramlások nincsenek) (Cour et al., 1993; Helbig et al., 2004);
- ha a forrásterület vegetációjának zavart a szerkezete és változó a magassága, ami növeli az érdekességet és a szélnyírást, ami elősegíti a turbulens áramlások kialakulását;

- (d) ha a túlnyomóan vertikális áramlásokkal jellemzett turbulens mozgások fölötti régiókba hőfeláramlás, illetve buborék termikek révén följut a pollen, ahol már az igen erős vízszintes áramlások akár több ezer km távolságra is szállíthatják (Gregory, 1961);
- (e) ha a transzport során a beérkezési pontig sehol sem jelennek meg éles leáramlási szakaszok (nincsen sem száraz, sem nedves ülepedés) a légáramlást jelző backtrajektória mentén, melyek jelentősen csökkentik a transzport során a levegőben maradó, s a beérkezési pontot elérő pollenszemek számát (Rousseau et al., 2005).

DE: még akkor is, ha kedvezőek a pollen befogásának és transzportjának a feltételei, a leáramlás vagy a kimosódás hiánya a beérkezési pontban nem teszi lehetővé a nagytávolságú pollentranszport kimutatását.

(12) A pollenszállítás magassága

Az Észak-Amerika északkeleti részéről származó pollen 3000 m magasságban érte el Grönland déli részét, ahol a csapadékkal kiülepedett (Rousseau et al., 2005). Ugyanakkor a fent említett forrásterületről származó bürök (*Conium maculatum*) pollenjének detektálása Grönland déli részén megerősíti az alacsony magasságban történő pollentranszport tényét, amit először Rousseau et al. (2005) mutatott ki. A bürök pollenjét tartalmazó levegő a talajfelszín és 100 m magasság közötti tartományban érte el Grönland déli részét. Másrészt a nagytávolságú pollentranszport korábbi eseteiben a pollen, miután elérte az 1000 m, illetve 3000 m magasságú backtrajektória beérkezési pontokat, a csapadékkal kiülepedett (Rousseau et al., 2003; 2004). Barry et al. (1981) szerint a pollen nagytávolságú transzportjához a pollenfelhőnek 1500 m és 3000 m magasságok közötti tartományba kell emelkednie. Ez a tartomány Rousseau et al. (2005) szerint az 500 m és 1000 m magasságok közötti szint.

(13) A pollen transzport kategóriái

- (a) rövidtávú transzport: legfeljebb 1 km távolságig terjed, ami időben kb. 1 órát jelent, melynek során a meteorológiai elemek értékei nem változnak (Rantio-Lehtimäki, 1994);
- (b) közepes távolságú transzport: legfeljebb 100 km távolságig terjed, aminek 24 órás mintavétel esetén állandó szélirány mellett kb. $1,2 \text{ m s}^{-1}$ szélesség felel meg (12-fokú Beaufort-szélskála, 1. fokozat: „alig érezhető szellő”; <http://ballon.hu/dokument/beaufort-skala.pdf>) (Rantio-Lehtimäki, 1994; Makra et al., 2010);
- (c) nagytávolságú transzport: 100 km-nél nagyobb távolságról történő pollenszállítás (Makra et al., 2010) (további információ: 4. ábra).

(14) A nagytávolságú pollentranszport további bizonyítékai

- (a) ha pollent észlelünk úgy, hogy 100 km körzeten belül az adott taxon pollenszórása még nem kezdődött el (Hjelmroos, 1991; Franzen et al., 1994; Makra et al., 2010);
- (b) ha 100 km körzeten belül a pollencsapda által befogott pollen aránya az összpollenszámból nagyobb, mint a forrástaxon aránya a vegetáción belül (McQueen és Macphail, 1983; Makra et al., 2010);
- (c) ha a pollencsapdával befogott kicsírázott pollenszemek aránya kisebb, mint a pollenszezonban (Rantio-Lehtimäki, 1994) (ugyanis a csírázási képesség többek között a környezeti hatások és az idő függvénye);
- (d) ha pollent észlelünk olyan területen, ahol nincsen pollenszórásra képes taxon, vagy egyáltalán nincsen növényzet, mint pl. az Északi-sark (Rousseau et al., 2004).

(15) A biogén aeroszol aránya és szerepe a légkörben

(a) Aránya

Az elsődleges biológiai aeroszol részecskék (baktériumok, vírusok, gombák, spóra, növényi törmelékek, **pollen**) a légkörben mindenütt megtalálhatók. Mezőgazdasági tevékenység (szántás, kaszálás, aratás, erdészeti munkák) révén a légáramlások útján jutnak a levegőbe. Az óceán is fontos forrása e részecskéknek, melyek az óceán felszínére emelkedő levegőbuborékok körüli mikrorétegekben találhatók, s az egymást követő buborékrobbanások révén kerülnek a levegőbe (Matthias-Maser et al., 1999; Jaenicke et al., 2007).

Viszonylag kevés információ áll rendelkezésre ahhoz, hogy megbecsüljük az elsődleges biogén aeroszol hozzájárulását a légköri aeroszolhoz. Arányuk a mérsékelt övben, pl. egy vidéki és városi hatásokkal egyaránt terhelt térségben (Matthias-Maser és Jaenicke, 1995), illetve óceán fölötti levegőben (Matthias-Maser et al., 1999) az összes aeroszol részecske-koncentráció hozzávetőlegesen 30%-a, illetve 17%-a, míg az összes aeroszol tömegkoncentráció kb. 15%-a, illetve 10%-a. Továbbá a Bajkál-tó térségében az összes aeroszol részecske-koncentráció 20%-át, míg az összes aeroszol tömegkoncentrációjának csaknem 30%-át teszik ki az elsődleges biológiai aeroszol részecskék (Matthias-Maser et al., 2000). Ugyanakkor a vegetációval sűrűn borított régiókban – különösen a nedves trópusokon – az arányuk még nagyobb (Simoneit et al., 1990). Jaenicke et al. (2007) szerint az elsődleges biogén részecskék átlagosan a légköri aeroszol teljes tömegkoncentrációjának 25%-át teszik ki. Matthias-Maser et al. (2000) vizsgálatai alapján a felhővíz mintákból gyűjtött oldhatatlan részecskék 25%-a biológiai eredetű. Egy további becslés alapján a 4 µm-nél nagyobb méretű aeroszol részecskék 20-30%-a biológiai eredetű(http://www.newmediastudio.org/DataDiscovery/Aero_Ed_Center/Category/F_biogenic_aerosols.html).

(b) Szerepe

Egy ekkora frakció nyilvánvalóan jelentős szerepet játszik mindazon folyamatokban, amelyeket a légköri aeroszokok befolyásolnak (pl. felhő- és csapadékképződés, éghajlati kényszer, átlátszóság, stb.). Mindezek mellett számottevően módosíthatják a levegőminőséget, s ezáltal lényeges hatást gyakorolhatnak az egészségre.

Különböző fajtájú és 25-70 µm méretű pollenek jégmagképződési képességét vizsgálták a depozíciós (deszublímációs) és a kondenzációs kifagyási módokban (Diehl et al. 2001). Az eredmények azt mutatták, hogy az összes vizsgált pollen jelentős mennyiségű vizet vett fel a kapilláris hatás révén a levegőből. Megállapították, hogy a pollen viszonylag magas hőmérsékleteken kondenzációs jégmagként szolgál, s az összes pollen fagyási aktiválódásának kezdeti hőmérséklete kb. -8°C volt (Diehl et al. 2001).

Kifagyási kísérleteket hajtottak végre 250-375 µm sugarú desztillált víz cseppeken, oly módon, hogy adott mennyiségű pollent adtak hozzájuk. Megállapították, hogy a részecske mentes vízcseppek a részecske mentes levegőben nem fagytak ki -28°C hőmérséklet fölé. Míg a pollent tartalmazó vízcseppek már -9°C hőmérsékleten kifagytak, továbbá a pollennel ütköző vízcseppek -5°C hőmérsékleten, vagy az alatt fagytak ki. Mindezek alapján megállapítható, hogy a biológiai aeroszol részecskék fontos potenciális jégmagvak viszonylag magas hőmérsékleten (Diehl et al., 2002).

(16) A nagytávolságú pollentranszport szakirodalma a Web of Science szerint

A Web of Science által felkínált cikkek

(a) a „long distance pollen transport” kereső kifejezéssel 215 cikk;

(b) a „long distance pollen transport model” kereső kifejezéssel 49 cikk.

Hivatkozások

- Barry, R.G., Elliott, D.L., Crane, R.G., 1981: The paleoclimatic interpretation of exotic pollen peaks in Holocene records from the eastern Canadian Arctic: a discussion. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 33, 153-167.
- Battarbee, J.L., Rose, N.L., Long, X., 1997: A continuous, high resolution record of urban airborne particulates suitable for retrospective microscopical analysis. *Atmospheric Environment*, 31, 171-181.
- Béres, I., Novák, R., Hoffmanné Pathy, Zs., Kazinczi, G., 2005: Az ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) elterjedése, morfológiája, biológiája, jelentősége és a védekezés lehetőségei. *Gyomnövények, Gyomirtás*, 6, 1-48.
- Bourgeois, J.C., 2000: Seasonal and interannual pollen variability in snow layers of arctic ice caps. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 108, 17-36.
- Bourgeois, J.C., Gajewski, K., Koerner, R.M., 2001: Spatial patterns of pollen deposition in arctic snow. *Journal of Geophysical Research*, 106, D6, 5255-5265. doi:10.1029/2000JD900708
- Campbell, I.D., McDonald, K., Flannigan, M., Kringayark, J., 1999: Long-distance transport of pollen into the Arctic. *Nature*, 399, 29-30.
- Charlson, R.J., Heintzenberg, J., 1995: Introduction: Aerosol Forcing of Climate. In: *Aerosol Forcing of Climate*. (ed: Charlson, R.J., Heintzenberg, J.) 1-10. Wiley & Sons Ltd, Londres
- Cour, P., Cambon, G., Ferrier, J., Duzer D., Janzon, L., Quet, L., Loublier, Y., Olivier, J., Gros, R., 1993: Calendriers polliniques de l'Europe occidentale, région méditerranéenne comprise. In: *Pollen et allergies*. (eds: Guérin, B., Bousquet, J., Cour, P., Evrard, Guérin, F., Nolard, N., Peltre, G., Sell, Y.) Allerbio, Varennes-en-Argonne
- Diehl, K., Matthias-Maser, S., Jaenicke, R., Mitra, S.K., 2002: The ice nucleating ability of pollen: Part II. Laboratory studies in immersion and contact freezing modes. *Atmospheric Research*, 61, 125-133.
- Diehl, K., Quick, C., Matthias-Maser, S., Mitra, S.K., Jaenicke, R., 2001: The ice nucleating ability of pollen - Part I: Laboratory studies in deposition and condensation freezing modes. *Atmospheric Research*, 58, 75-87.
- Franzen, L.G., Hjelmroos, M., Kallberg, P., Brorstromlunden, E., Juntto, S., Savolainen, A.L., 1994: The yellow-snow episode of Northern Fennoscandia, March-1991 – a case-study of long-distance transport of soil, pollen and stable organic-compounds. *Atmospheric Environment*, 28, 3587-3604.
- Gajewski, K., 1995: Modern and Holocene pollen assemblages from some small Arctic lakes on Somerset Island, NWT, Canada. *Quaternary Research*, 44, 228-236.
- Gassmann, M.I., Perez, C.F., 2006: Trajectories associated to regional and extra-regional pollen transport in the southeast of Buenos Aires province, Mar del Plata (Argentina). *International Journal of Biometeorology*, 50, 280-291.
- Glovsky, M.M., Miguel, A.G., Cass, G.R., 1997: Particulate air pollution: Possible relevance in asthma. *Allergy and Asthma Proceedings*, 18, 163-166.
- Glovsky, M.M., Taylor, P.E., Valenta, R., Flagan, R.C., 2002: Pollen fragments that may trigger asthma are released directly from major allergenic plants. *Faseb Journal*, 16, A673-A673, Part 1
- Gregory, P.H., 1961: *The microbiology of the atmosphere*. Leonard Hill, London, 251. p.
- Helbig, N., Vogel, B., Vogel, H., Fiedler, F., 2004: Numerical modelling of pollen dispersion on the regional scale. *Aerobiologia*, 3, 3-19.
- Hicks, S., Tinsley, H., Huusko, A., Jensen, C., Hättstrand, M., Gerasimides, A., Kvavadze, E., 2001: Some comments on spatial variation in arboreal pollen deposition: First records from the Pollen Monitoring Programme (PMP). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 117, 183-194.
- Hjelmroos, M., 1991: Evidence of long-distance transport of *Betula* pollen. *Grana*, 30, 215-228.
- Hjelmroos, M., Franzen, L.G., 1994: Implications of recent long-distance pollen transport events for the interpretation of fossil pollen records in Fennoscandia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 82, 175-189.
- Jaenicke, R., Matthias-Maser, S., Gruber, S., 2007: Omnipresence of biological material in the atmosphere. *Environmental Chemistry*, 4, 217-220.
- Johansen, S., 1991: Airborne Pollen and spores on the Arctic Island of Jan Mayen. *Grana*, 30, 373-379.
- Johansen, S., Hafsten, U., 1988: Airborne pollen and spore registrations at Ny-Ålesund, Svalbard, summer 1986. *Polar Research*, 6, 11-17.
- Juhász, M., 2009: Az időjárás hatása a virágok kifejlődésére és a pollenszórásra. *Agrofórum*, 20, 46-48.
- Kasprzyk, I., Myszkowska, D., Grewling, L., Stach, A., Sikoparija, B., Skjoth, C.A., Smith, M., 2011: The occurrence of *Ambrosia* pollen in Rzeszów, Kraków and Poznań, Poland: investigation of trends and possible transport of *Ambrosia* pollen from Ukraine. *International Journal of Biometeorology*, 55, 633-644.
- Linskens, H.F., Bargagli, R., Cresti, M., Focardi, S., 1993: Entrapment of long-distance transported pollen grains by various moss species in coastal Victoria Land, Antarctica. *Polar Biology*, 13, 81-87.

- Mahura, A.G., Ulrik, Č., Korsholm, S., Alexander, Č., Baklanov, A., Rasmussen, Č.A., 2007: Elevated birch pollen episodes in Denmark: Contributions from remote sources, *Aerobiologia*, 23, 171-179.
- Makra, L., Sánta, T., Matyasovszky, I., Damialis, A., Karatzas, K., Bergmann, K.C., Vokou, D., 2010: Airborne pollen in three European cities: Detection of atmospheric circulation pathways by applying three-dimensional clustering of backward trajectories. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 115, D24220, doi:10.1029/2010JD014743
- Matthias-Maser, S., Jaenicke, R., 1995: The size distribution of primary biological aerosol particles with radii $>0.2 \mu m$ in an urban rural influenced region. *Atmospheric Research*, 39, 279-286.
- Matthias-Maser, S., Brinkmann, J., Schneider, W., 1999: The size distribution of marine atmospheric aerosol with regard to primary biological aerosol particles over the South Atlantic Ocean. *Atmospheric Environment*, 33, 3569-3575.
- Matthias-Maser, S., Bogs, B., Jaenicke, R., 2000: The size distribution of primary biological aerosol particles in cloud water on the mountain Kleiner Feldberg/Taunus(FRG). *Atmospheric Research*, 54, 1-13.
- Matthias-Maser, S., Obolkin, V., Khodzer, T., Jaenicke, R., 2000: Seasonal variation of primary biological aerosol particles in the remote continental region of Lake Baikal/Siberia. *Atmospheric Environment*, 34, 3805-3811.
- McAndrews, J.H., 1984: Pollen analysis of the 1973 ice core from Devon Island glacier, Canada. In: Faegri, K., Iversen, J. (eds) *Textbook of pollen analysis*. Wiley, Chichester
- McQueen, D.R., Macphail, M.K., 1983: The Value of New Zealand Pollen and Spores as Indicators of Cenozoic Vegetation and Climates. *Tuatara*, 26, 37-56.
- Miguel, A.G., Taylor, P.E., House, J., Glovsky, M.M., Flagan, R.C., 2006: Meteorological influences on respirable fragment release from Chinese Elm pollen. *Aerosol Science and Technology*, 40, 690-696.
- Rantio-Lehtimäki, A., 1994: Short, medium and long range transported airborne particles in viability and antigenicity analyses, *Aerobiologia*, 10, 175-181.
- Rousseau, D.D., Duzer, D., Cambon, G., Jolly, D., Poulsen, U., Ferrier, J., Schevin, P., Gros, R., 2003: Long distance transport of pollen to Greenland. *Geophysical Research Letters*, 30, Article No. 1765
- Rousseau, D.D., Duzer, D., Etienne, J.L., Cambon, G., Jolly, D., Ferrier, J., Schevin, P., 2004: Pollen record of rapidly changing air trajectories to the North Pole. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 109, D6, Article No. D06116
- Rousseau, D.D., Schevin, P., Duzer, D., Cambon, G., Ferrier, J., Jolly, D., Poulsen, U., 2005: Pollen transport to southern Greenland: new evidences of a late spring long distance transport. *Biogeosciences Discussions*, 2, 1-19.
- Rousseau, D.D., Schevin, P., Ferrier, J., Jolly, D., Andreasen, T., Ascanius, S.E., Hendriksen, S.E., Poulsen, U., 2008: Long-distance pollen transport from North America to Greenland in spring. *Journal of Geophysical Research-Biogeosciences*, 113(G2), Article No. G02013
- Schappi, G.F., Monn, C., Wuthrich, B., Wanner, H.U., 1996: Direct determination of allergens in ambient aerosols: methodological aspects. *International Archives of Allergy and Immunology*, 110, 364-370.
- Šikoparija, B., Smith M., Skjøth C A., Radišić P., Milkovska S., Šimić S., Brandt, J., 2009: The Pannonian plain as a source of Ambrosia pollen in the Balkans. *International Journal of Biometeorology*, 53, 263-272.
- Simoneit, B.R.T., Cardoso, J.N., Robinson, N., 1990: An assessment of the origin and composition of higher molecular-weight organic-matter in aerosols over Amazonia. *Chemosphere*, 21, 1285-1301.
- Skjøth, C. A., Smith, M., Brandt, J., Emberlin, J., 2009: Are the birch trees in southern England a source of Betula pollen for North London? *International Journal of Biometeorology*, 53, 75-86.
- Skjøth, C.A., Smith, M., Šikoparija, B., Stach, A., Myszkowska, D., Kasprzyk, I., Radišić, P., Stjepanovic, B., Hrga, I., Apatini, D., Magyar, D., Páldy, A., Ianovici, N., 2010: A method for producing airborne pollen source inventories: An example of Ambrosia (ragweed) on the Pannonian Plain: *Agricultural and Forest Meteorology*, 150, 1203-1210.
- Smith, M., Skjøth, C.A., Myszkowska, D., Uruska, A., Puc, M., Stach, A., Balwierz, Z., Chlopek, K., Piotrowska, K., Kasprzyk, I., Brandt, J., 2008: Long-range transport of Ambrosia pollen to Poland, *Agricultural and Forest Meteorology*, 148, 1402-1411.
- Sofiev, M., Siljamo, P., Ranta, H., Rantio-Lehtimäki, A., 2006: Towards numerical forecasting of long-range air transport of birch pollen: theoretical considerations and a feasibility study. *International Journal of Biometeorology*, 50, 392-402.
- Veriankaite, L., Siljamo, P., Sofiev, M., Sauliene, I., Kukkonen, J., 2010: Modelling analysis of source regions of long-range transported birch pollen that influences allergenic seasons in Lithuania. *Aerobiologia*, 26, 47-62.
- Womiloju, T.O., Miller, J.D., Mayer, P.M., Brook, J.R., 2003: Methods to determine the biological composition of particulate matter collected from outdoor air. *Atmospheric Environment*, 37, 4335-4344.
- Zemmer, F., Karaca, F., Ozkaragoz, F., 2012: Ragweed pollen observed in Turkey: Detection of sources using back trajectory models. *Science of the Total Environment*, 430, 101-108.

Zink, K., Vogel, H., Vogel, B., Magyar, D., Kottmeier, C., 2012: Modeling the dispersion of *Ambrosia artemisiifolia* L. pollen with the model system COSMO-ART. International Journal of Biometeorology, 56, 669-680.

<http://ballon.hu/dokument/beaufort-skala.pdf>

<http://www.climate.weatheroffice.gc.ca/climateData>

http://www.newmediastudio.org/DataDiscovery/Aero_Ed_Center/Category/F_biogenic_aerosols.html

<http://www.polleninfo.org>

A NAGYLÉPTÉKŰ TRANSZPORT KÉRDÉSE KÉT EGYMÁSHOZ KÖZELI FORRÁSTERÜLET KÖZÖTT ÉS AZ EURÓPÁRA KÉSZÜLT PARLAGFŰPOLLEN TÉRKÉP MEGBÍZHATÓSÁGA

A nagyléptékű transzport hiányát egyébként kiválóan illusztrálja az értekezés 12. ábrája is (38. oldal), ahol egymástól mindössze néhány száz kilométerre található parlagfűvel fertőzött területek a levegőben mért pollenkoncentráció eloszlási térképén egymástól tökéletesen elkülönülnek, Nyugat-Európa nagyobb része pedig teljesen pollenmentes.

(1) A nagyléptékű transzport kérdése két egymáshoz közeli forrásterület között

A Tisztelt Bíráló által említett tény, miszerint a Rhône völgye, s a tőle mindössze néhány száz kilométerre található Nyugat-Lombardia parlagfűvel fertőzött területei a levegőben mért pollenkoncentráció eloszlási térképén egymástól tökéletesen elkülönülnek, annak tudható be, hogy köztük húzódik az Alpok 4000 m fölé emelkedő gerincvonala, ami meggátolja a pollentranszportot. Emellett ebben e régióban helyi pollenszórás sincsen, mivel a parlagfű már 1000 m fölötti magasságban nem él meg.

(2) Az Európára készült parlagfűpollen térkép megbízhatósága

A ma föllelhető összes európai parlagfűpollen térkép (European Aeroallergen Network Pollen Database és az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózata; www.polleninfo.org; <https://ean.polleninfo.eu/ean>) hibás. A 12. ábrán előforduló hibák a következők: nem igaz az, hogy (1) Svájcban, (2) Ausztria északi részén, (3) Németország középső és déli részén, (4) Franciaország északkeleti részén (5) Közép-Olaszországban nincsen parlagfű és nincsen parlagfűpollen szórás. Azaz nem igaz az, hogy Nyugat-Európa nagyobb része teljesen mentes a parlagfű pollentől. Továbbá nem igaz az sem, hogy Kelet-Közép-Európa északi részén és a Kelet-Európai Alföldön több ezer km földrajzi hosszúság menti régiókban ugyanakkora a parlagfűpollen terhelés. Azonban a legnagyobb probléma az, hogy az összes európai parlagfűpollen térkép – mint ahogy a 12. ábra is – csupán a relatív pollenkoncentrációk területi eloszlását mutatja. (Megjegyzendő, hogy Észak-Amerikáról, ahonnan a parlagfű származik – s ahol annak élőhelyén igen magas, bár a Kárpát-medenceit nem meghaladó, a parlagfűpollen koncentrációja – még ilyen térkép sem található a szakirodalomban.)

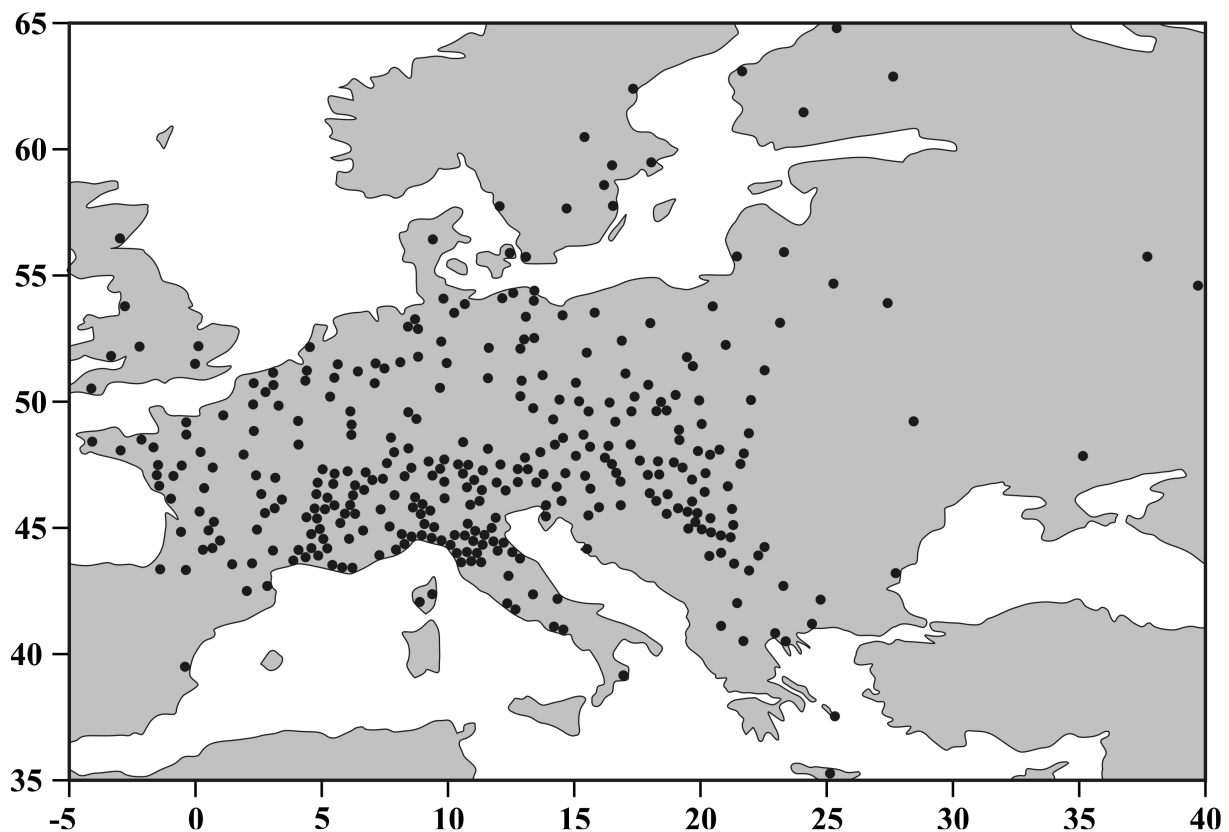
Az *Ambrosia artemisiifolia* európai élőhelyeinek térképezéséről eddig mindössze egyetlen tanulmány jelent meg (Cunze et al., 2013). Az említett dolgozat alapján (a) az európai GBIF (Global Biodiversity Information Facility) élőhely adatainak ezen taxonra vonatkozó térképe, (b) az *A. artemisiifolia* több mint 40 nemzeti adatbázis élőhely eloszlása és nemzetközi adatai alapján 50 km x 50 km rácshálózatra készült térképe, valamint (c) az *A. artemisiifolia* európai adatokra s a jelen éghajlati feltételekre modellezett élőhely térképe mind hibás, s csupán (d) az *A. artemisiifolia* észak-amerikai adatokra s a jelen éghajlati feltételekre modellezett élőhely térképe nyújtja ezen taxon élőhelyei lehetséges eloszlásának egy megbízható becslését.

Ugyanakkor az *A. artemisiifolia* pollenkoncentrációinak európai térbeli eloszlásáról megbízható térkép mindeztől nem született, s ezen taxon európai élőhelyeinek és pollenkoncentrációinak összevetése, illetve ökológiai és biogeográfiai kiértékelése sem

történt még meg. Egy további célom ennek a feladatnak a megoldása, melyet egy további publikációmban fogok közölni.

(3) Európa első, valós adatokon alapuló parlagfűpollen térképe

A Tisztelt Bíráló fenti észrevételéhez kapcsolódóan elkészítettük Európa első, valós parlagfűpollen térképét az összes érintett európai állomás napi átlagos parlagfűpollen koncentrációinak a figyelembe vételével (European Aeroallergen Network Pollen Database; <https://ean.polleninfo.eu/ean>), mely egy következő publikációmban fog megjelenni (5-6. ábra). Az állomásonkénti átlagos pollenkoncentrációk meghatározása a következő módon történt. Európában 625 állomáson mérnek parlagfűpollen koncentrációt. Ezek legnagyobb közös mérési időszakát (az 1995-2010 közötti 16 éves időszakot) vettem figyelembe, majd ennek alapján kiválasztottam 365 állomást. Ezt követően meghatároztam Szeged 1995-2010 közötti 16 éves napi átlagos pollenkoncentrációit, majd vettem a csúcértéket tartalmazó nappal (augusztus 27.) együtt az azt megelőző, illetve követő 7-7 nap összesen 15 napból álló periódusát (augusztus 20. – szeptember 3.). Ezután mind Szegedre, mind a többi állomásra kiszámítottam ugyanezen 15 nap átlagos pollenkoncentrációját, majd ezeket térképezve elkészítettük az *A. artemisiifolia* pollenkoncentrációinak izovonalas térbeli eloszlását Európára (5-6. ábra).

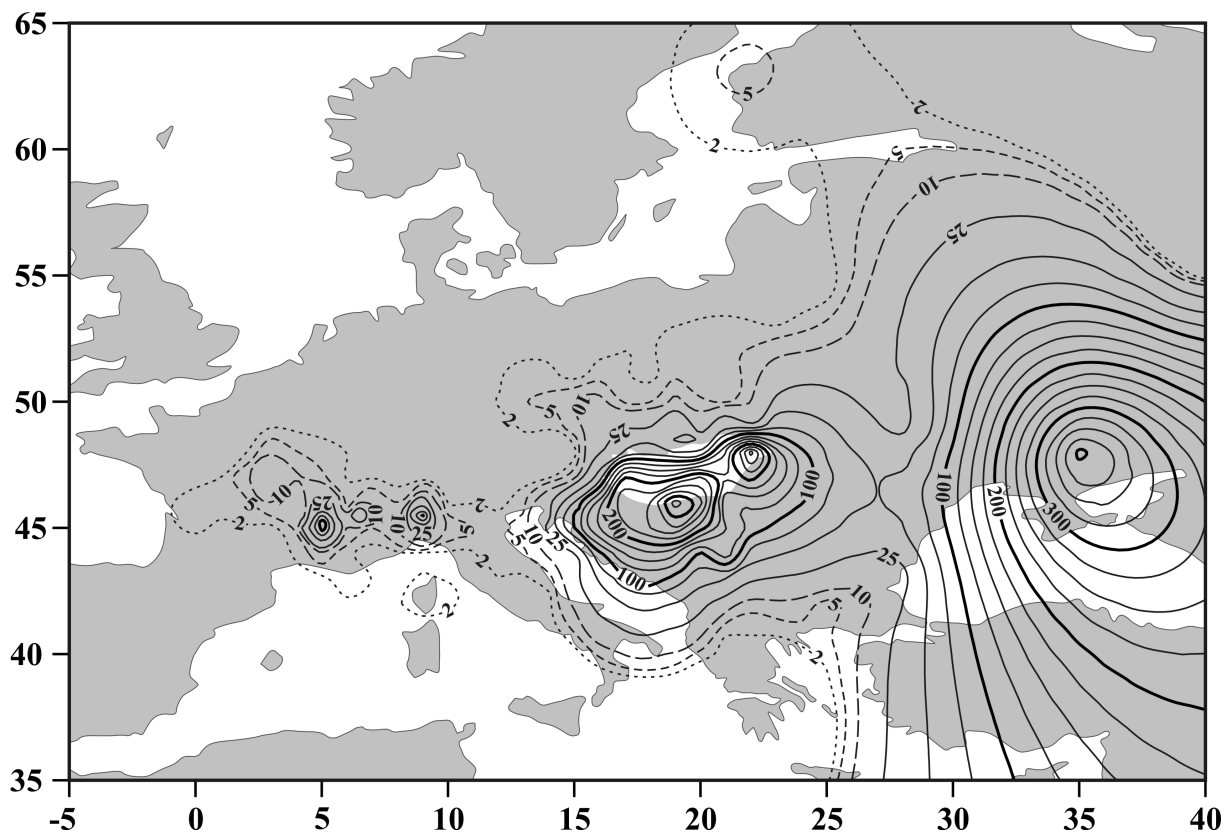


5. ábra

Európa 625 db parlagfűpollen koncentrációt mérő állomása közül azok (365 db) földrajzi eloszlása, melyek rendelkeznek adatokkal a vizsgált időszakból (augusztus 20. – szeptember 3, 1995-2010). (Vízszintes tengely: földrajzi hosszúság, fok; függőleges tengely: földrajzi szélesség, fok) (European Aeroallergen Network Pollen Database és az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózata; www.polleninfo.org; <https://ean.polleninfo.eu/ean>)

(4) A Kárpát-medence első, valós adatokon alapuló parlagfűpollen térképe

Mivel világszerte a legnagyobb parlagfűpollen koncentrációk a Kárpát-medencében (Pannon-medencében) találhatók, az európai parlagfűpollen terhelés fenti térképét a Kárpát-medence állomásaira is elkészítettük (7-8. ábra) (European Aeroallergen Network Pollen Database; <https://ean.polleninfo.eu/ean>).



6. ábra

Az első, valós adatokon alapuló parlagfűpollen koncentráció térkép, Európa. A napi parlagfűpollen koncentráció térbeli eloszlása a szegedi csúcs koncentráció (augusztus 20. – szeptember 3, 1995-2010) időszakában.

Magyarország területét világos folt jelzi. (Vízszintes tengely: földrajzi hosszúság, fok; függőleges tengely: földrajzi szélesség, fok) (European Aeroallergen Network Pollen Database és az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózata; www.polleninfo.org; <https://ean.polleninfo.eu/ean>) Az izovonalak szerkesztése a GOLDEN SOFTWARE SURFER 7.0 programmal, a standard kriging módszer segítségével történt.

Megjegyzendő, hogy a parlagfű élőhelyek és a mért parlagfűpollen koncentrációk között nem feltétlenül egyértelmű a kapcsolat. Ugyanis

- (a) ha tartós és meleg a nyár, viszont nincsen elegendő csapadék (pl. mediterrán klíma, Dél-Európa), akkor a parlagfű pollenszórása jelentősen mérséklődhet;
- (b) ha a hőmérsékleti összeg nem éri el a parlagfű virágzásához szükséges küszöbértéket (1400°C, Cunze et al., 2013), akkor nincsen pollenszórás, jöllehet maga a taxon tenyészhet (pl. óceáni klíma, Nyugat-Európa; illetve Észak-Európa);
- (c) a nagy távolságú parlagfűpollen transzport révén mérhető parlagfűpollen koncentráció ott is, ahol nincsen lokális pollenszórás, valamint ott is, ahol nem tenyészik a parlagfű.

A LEGFONTOSABB FORRÁSTERÜLETEK EGYMÁSHOZ VISZONYÍTOTT RELATÍV SÚLYÁNAK KÉRDÉSE AZ AMBROSIA POLLEN SZEGED FÖLÖTTI NAGYTÁVOLSÁGÚ TRANSZPORTJÁBAN

A 7. fejezetben az egyik célkitűzésem az volt, hogy meghatározzam az *Ambrosia* nagytávolságú transzportjában kulcsfontosságú szerepet játszó régiókat, melyeknek jelentős lehet a szerepük a Szeged fölötti magas napi *Ambrosia* pollen koncentrációkban. Azonban fölvethető egy olyan kérdés is, hogy milyen a legfontosabb forrásterületek egymáshoz viszonyított relatív súlya az *Ambrosia* pollen Szeged fölötti nagytávolságú transzportjában. Ezt egy további publikációmban fogom majd kifejteni. Ehhez most elkészítettük Európa napi átlagos parlagfűpollen koncentráció térképét a fent említett időszakra (European Aeroallergen Network Pollen Database) (2. ábra), majd kijelöljük azon a legfontosabb forrásterületeket, s az onnan induló, illetve azok fölött áthaladó backtrajektóriák beérkezési napjain szétválasztjuk a lokális pollenszórást is magába foglaló közepes távolságú transzporthoz, valamint a nagytávolságú transzporthoz tartozó karakterisztikákat. Ezután a faktoranalízis és speciális transzformáció alkalmazásával meghatározzuk az egyes forrásterületekről származó nagytávolságú transzport faktorsúlyait, amelyek alapján a forrásterületeknek a célállomáson mért pollenkoncentrációban játszott relatív súlya megadható. Az a probléma is kiszűrhető, ha egy adott backtrajektória a beérkezési pontig legalább két forrásterület fölött halad át.

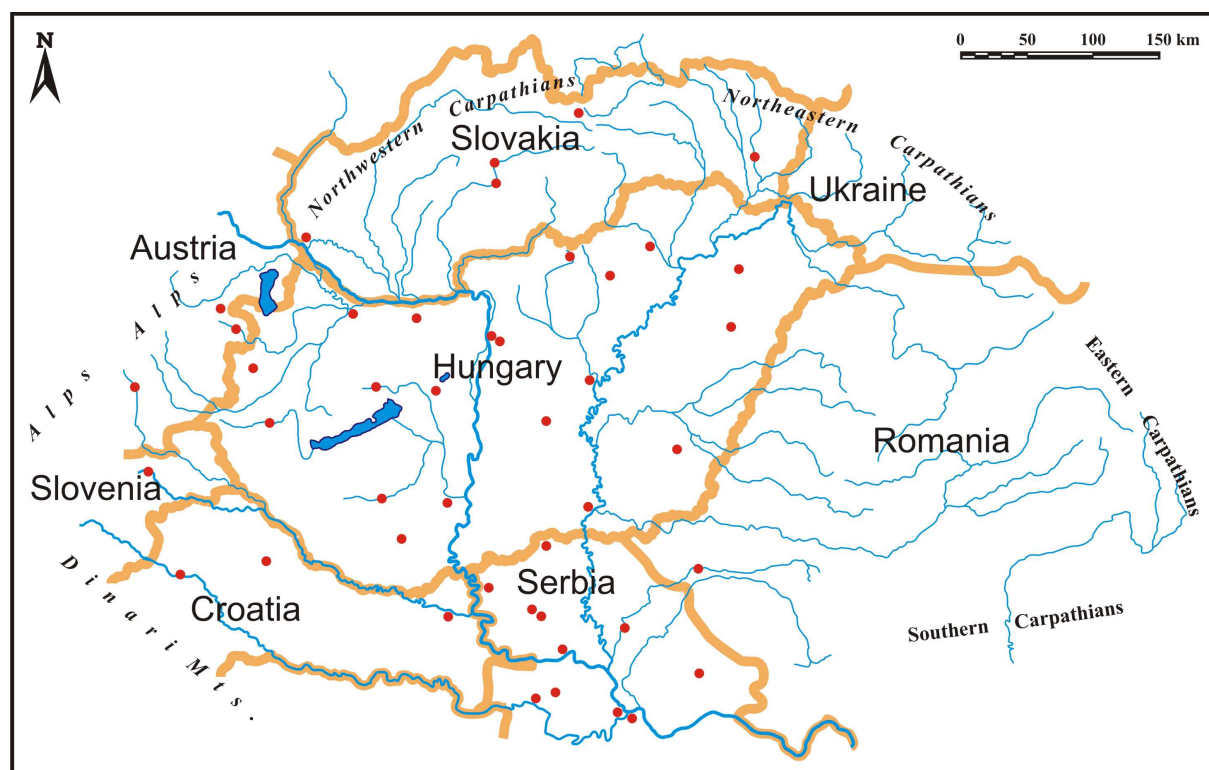
Hivatkozás

ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózata

Cunze, S., Leiblein, M.C., Tackenberg, O., 2013: Range Expansion of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe is Promoted by Climate Change. Ecology, Article ID 610126, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/610126>

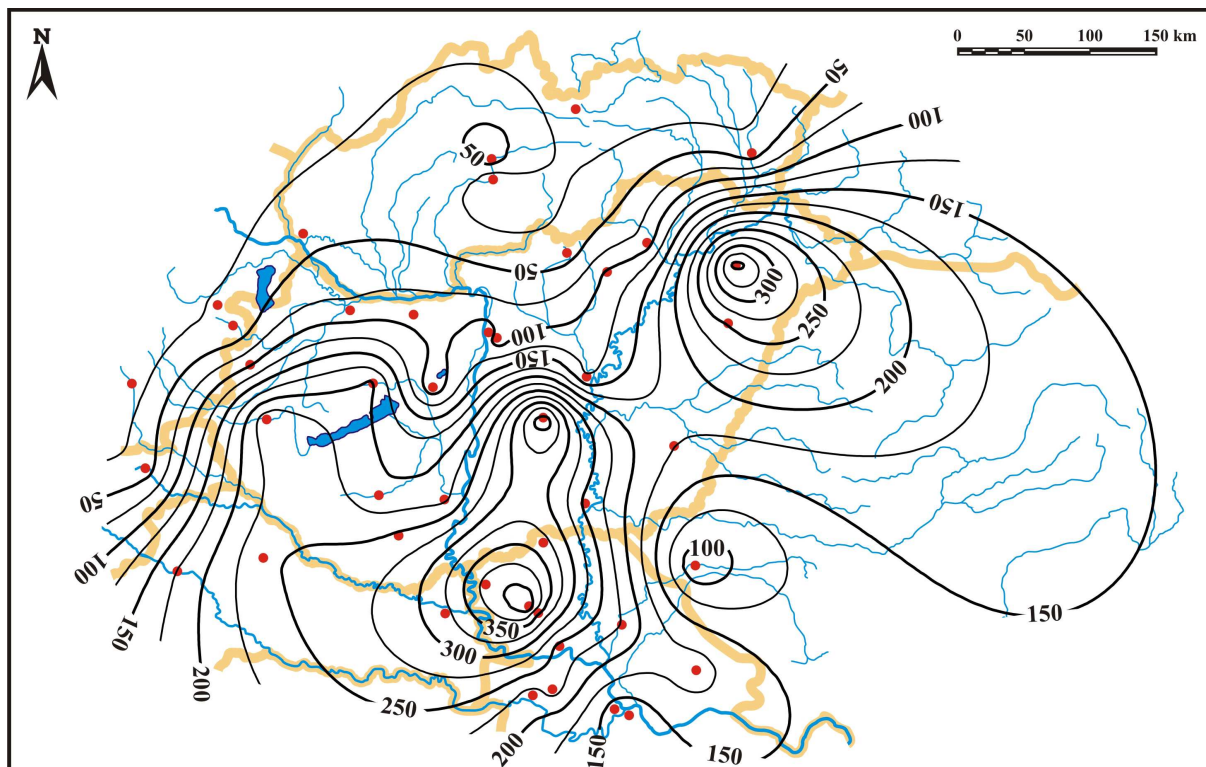
European Aeroallergen Network Pollen Database (<https://ean.polleninfo.eu/ean>; www.polleninfo.org)

Global Biodiversity Information Facility (GBIF)



7. ábra

A Kárpát-medence parlagfűpollen koncentrációt mérő állomásai közül azok (44 db) földrajzi eloszlása, melyek rendelkeznek adatokkal a vizsgált időszakból (augusztus 20. – szeptember 3, 1995-2010). (Vízszintes tengely: földrajzi hosszúság, fok; függőleges tengely: földrajzi szélesség, fok) (European Aeroallergen Network Pollen Database és az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózata; www.polleninfo.org; <https://ean.polleninfo.eu/ean>)



8. ábra

Az első, valós adatokon alapuló parlagfűpollen koncentráció térkép, Kárpát-medence. A napi parlagfűpollen koncentráció térbeli eloszlása a szegedi csúcs koncentráció (augusztus 20. – szeptember 3, 1995-2010) időszakában. (Vízszintes tengely: földrajzi hosszúság, fok; függőleges tengely: földrajzi szélesség, fok) (European Aeroallergen Network Pollen Database és az ÁNTSZ Aerobiológiai Hálózata; www.polleninfo.org; <https://ean.polleninfo.eu/ean>) Az izovonalak szerkesztése a GOLDEN SOFTWARE SURFER 7.0 programmal, a standard kriging módszer segítségével történt.

A MÉRT POLLENKONCENTRÁCIÓK IDŐJÁRÁSI TÍPUSOK SZERINTI OSZTÁLYOZÁSÁNAK A KÉRDÉSE

Az előzőekben leírtak értelmében nem sok relevanciája van a mért pollenkoncentrációk makroszinoptikus időjárási helyzetek szerinti osztályozásának sem. Adott pollentípus koncentrációját elsődlegesen a növény fejlődési fázisán belül a pollenszórás lefutási görbéje határozza meg, a meteorológiai tényezők szerepe ehhez képest csak másodlagos. Más szavakkal, hiába áll fenn a pollenszóráshoz egyébként ideális időjárási helyzet a pollenérési időszakon kívül, értelemszerűen nem lesz belőle mérhető pollenkoncentráció. A Makra László által végzett clusteranalízis során talált összefüggések részben abból adódnak, hogy a vizsgált időjárási típusok (objektív vagy szubjektív) előfordulási gyakorisága milyen a pollenérési szezonon belül, főleg annak maximális koncentrációkkal jellemezhető időszakában. Természetesen a pollenszórást elősegítő és a pollenszemek nedves ülepedésével nem járó időjárási helyzetek helyi meteorológiai tényezői (pl. magas hőmérséklet, nagy globálsugárzás) jelentős multiplikátor hatást fejthetnek ki, míg ellentétes esetben (alacsony hőmérséklet, nagy csapadékintenzitás) nem lesz számottevő pollenkoncentráció még a pollenszórási időszak kellős közepén sem.

A 8. fejezet fő célkitűzése, hogy a vizsgált évek február 1. – október 31. közötti pollenszezonjára (1) objektív időjárási típusokat állítsak elő, majd megbecsüljem mind az (1) objektív, mind pedig (2) Péczely-féle szubjektív időjárási típusok jóságát a napi átlagos pollenszámok osztályozásában; valamint (3) összehasonlítsam mindkét tipizálás

teljes hatékonyságát a vizsgált 24 taxon napi átlagos pollenkoncentrációinak osztályozásában.

(1) Az eljárás finomítása

A pollenszezon (február 1. – október 31.) tartamának a megválasztása mind a 24 taxon együttes pollenszórásának a figyelembe vételével történt. Az eljárás természetesen finomítható úgy, hogy vesszük mindegyik taxon esetében külön-külön a legsúlyosabb pollenterhelés időszakát, s csak erre végezzük el a fenti számításokat. Ez így módon 24 db objektív clusterezést és 24 db Péczely féle szubjektív tipizálást jelent, majd a két tipizálás hatékonyságának 24 db összehasonlítása következik. Ennyi számítás és elemzés kiértékelése nehezen áttekinthető és nehezen értelmezhető lenne.

(2) A mért pollenkoncentrációk makroszinoptikus időjárási helyzetek szerinti osztályozásának relevanciája

A dolgozatban bemutatott fenti fejezetek eredményei előrevetítik azt, amit az egyes taxonok szerinti számítások révén is várható, nevezetesen: (1) mind az objektív, mind a szubjektív időjárási típusok légnyomási rendszerei önmagukban nem, csak a hozzájuk tartozó meteorológiai elemek, illetve a legsúlyosabb pollenterhelés időszakán belüli előfordulásuk révén magyarázzák átlagos pollenszámaikat; (2) az objektív tipizálás számottevően nagyobb teljes hatékonyságot mutat a pollenkoncentrációk osztályozásában, mint a Péczely-féle szubjektív osztályozási rendszer. Ennek tükrében, egyáltalán nem gondolom, hogy „nem sok relevanciája van a mért pollenkoncentrációk makroszinoptikus időjárási helyzetek szerinti osztályozásának”. Ráadásul a Tisztelt Bíráló szerint „adott pollentípus koncentrációját elsődlegesen a növény fejlődési fázisán belül a pollenszórás lefutási görbéje határozza meg, a meteorológiai tényezők szerepe ehhez képest csak másodlagos”. Három mondattal később viszont azt írja, hogy „természetesen a pollenszórást elősegítő és a pollenszemek nedves ülepedésével nem járó időjárási helyzetek helyi meteorológiai tényezői (pl. magas hőmérséklet, nagy globálsugárzás) jelentős multiplikátor hatást fejthetnek ki, míg ellentétes esetben (alacsony hőmérséklet, nagy csapadékintenzitás) nem lesz számottevő pollenkoncentráció még a pollenszórási időszak kellős közepén sem”. Ez a mondat nem jelenthet mást, mint hogy a Tisztelt Bíráló szerint is van relevanciája a mért pollenkoncentrációk makroszinoptikus időjárási helyzetek szerinti osztályozásának.

(3) Az első lépés az egyre finomabbá váló pollenkoncentráció előrejelzésekhez

A 8. fejezet az előkészületeket, azaz az első lépést jelenti a 9. és 10. fejezetekben egyre finomabbá váló pollenkoncentráció előrejelzésekhez, nevezetesen (9a) az objektív és (9b) a szubjektív időjárási tipizáláson alapuló napi Poaceae pollenkoncentrációk becsléséhez Szegedre lineáris regresszió segítségével, valamint a napi parlagfűpollen koncentráció becsléséhez Szegedre az előző napi meteorológiai változókkal (10a) időfüggő lineáris regresszió, (10b) időfüggő nemparaméteres regresszió, továbbá (10c) időfüggő nemparaméteres medián regresszió segítségével.

A SZÉLIRÁNY SZERINTI SEKTOR OSZTÁLYOZÁS KÉRDÉSE

Az elemzés nem foglalkozik a szélirány szerinti szektor osztályozással, ami az általános időjárási feltételek meglétén felül a mért pollenkoncentrációt meghatározó legfontosabb tényező lenne, tekintettel a pollenforrások Szeged körüli inhomogén területi eloszlására. Az is igaz, hogy ilyen típusú elemzéshez célszerűen nagyobb időbeli felbontású pollenkoncentráció adatok lennének szükségesek.

Az elemzés három okból nem tér ki a szélirány szerinti szektor osztályozásra.

(1) A parlagfű élőhelyeivel kapcsolatos elegendő információ hiánya

A parlagfű mind Észak-Amerikában, mind Európában a zavart területek gyomnövényeként ismert (Szigetvári és Benkő, 2004). Elsősorban emberi hatás, a területhasználatban bekövetkező változások állhatnak a parlagfű terjedésének hátterében. A parlagfű a vizsgált élőhelyek közül legnagyobb relatív gyakorisággal a fiatal parlagokon, nyílt idős parlagokon, valamint a szántókon fordul elő (Kiss és Béres, 2006). Azonban jelenleg nem áll rendelkezésre pontos információ arról, hogy szántóföldön kívül milyen élőhelyeken és milyen tömegességgel fordul elő a parlagfű (Szigetvári és Benkő, 2004). A fenti élőhelyek a parlagfű élőhelyek kb. 90%-át lefedik. Városi, város környéki elhagyott telephelyek gyomos száraz gyepei lehetnek még a parlagfű pollen lényegesebb forrásterületei.

(2) Nincs két egyforma parlagfű élőhely térkép Magyarországról

Különböző évekre készültek már parlagfű élőhely térképek Magyarország területére, azonban ezek mind lényeges eltéréseket mutatnak (Páldy et al., 2006; Kazinczi és Novák, 2012; <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/10065>; <http://www.fomi.hu/portal/index.php/termekeink/parlagfu-felmeres/parlagfu-terkep/kezdoldal>; http://www.delmagyar.hu/belfold_hirek/magyarorszag_parlagfu-terkepe/1132238/). A legpontosabb adatbázis a 2013-ra várhatóan az ország teljes területére elkészülő Magyarországi Flóratérképezés (a Nyugat-Magyarországi Egyetem Növényteni és Természetvédelmi Intézete által kontrollált projekt) eredménytérképei lesznek, amelyek 5,5x6,5 km-es KEF* negyedhálók mintavételi egységeiben mérték fel az ország területét. Az adatbázis még nem teljes, de várhatóan 1-2 éven belül az országra teljes készenlét lesz. További adatok is elérhetők a szintén a fenti mintavételi egységeket használó MÉTA (Magyarország Élőhelyeinek Térképi Adatbázisa) adatbázisban. Azonban ez az adatbázis csak a táji adatlapon rögzített – azaz a zavart természetes élőhelyekben, parlagokban, gyomos száraz gyepekben megjelent – adatokat tartalmazza, a szántók tarlóin előforduló állományok ebből hiányoznak. Így a térbeli precizitás, fedettség e projekt céljaiból következően (cél a természetes élőhelyek felmérése volt) nem teljes. A projekt lefedettségi hiánya néhány %.

*A térképezésnek három térbeli egysége van: a kvadrát, a hatszög és ezen belül az élőhelytípusok állományai. A térképezés szervezési (és részben felmérési) egysége a Közép-európai flóratérképezés (KEF) egynegyednyi hálóegysége (kb. 5,5x6,5 km), melyet kvadrátnak hívnak (és táji léptéknek is neveznek) (kb. 2800 db van belőle az országban). A vegetációtérképezés léptékének szabványosítása céljából az országot 35 ha-os hatszögekre osztották, ezek a térképezés térbeli alapegységei (ebből 267.813 db van Magyarországon). Kb. 100 hatszög esik egy kvadrátba. A kvadrátok széle a hatszögek miatt cikk-cakkos.

(3) A nagy időbeli felbontású parlagfűpollen koncentráció adatok hiánya

Csupán projekt célú feladat megoldásához végeznek a palinológusok legfeljebb kétóránkénti felbontású pollenszámlálást legfeljebb néhány taxonra és legfeljebb 1-2 napos időtartamra. Ennek oka, hogy a hagyományos pollenszámlálás – még a rendszeres napi átlagos pollenszámok meghatározása is – rendkívül idő- és energia-igényes.

Hivatkozások

Kiss L., Béres, I., 2006: Anthropogenic factors behind the recent population expansion of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Eastern Europe: is there a correlation with political transitions? *Journal of Biogeography*, 33, 2156-2157.

- Szigetvári, Cs., Benkő, Zs., 2004: Örömlevelő parlagfő (*Ambrosia artemisiifolia* L.). In: Mihály B. & Botta-Dukát Z. (szerk.): *Biológiai inváziók Magyarországon. Özönnövények. Természetbúvár Alapítvány* Kiadó, Budapest, pp. 337-370.
- Páldy, A., Apatini, D., Collinsné Horváth, Zs., Erdei, E., Farkas, I., Hardy, T., Józsa, E., Magyar, D., Replyuk, E., Barták, Gy., Csontos, F., Gallovich, E., Oravecz, A., Szeleczki, T., Farkas, L., Tarkóné Strifler, A., Homonnai, Z., Lengyelné Boldog, I., Menner, P., Nagy, B., Péntekné Bóta, E., Morozik, L., Szabó, H., Wimmer, J., Laczik, M., Borsányi, A., Galambosiné Molnár, É., Kis, S., Somogyi, Z., Bugir, Zs., Kulja, A., Szintainé Dobrádi, J., Tóth, Z., Dulné Horváth, T., Józsa, K., Klatmányi, J., Németh, I., Szalainé Vincze, K., Nádor, G., 2006: Magyarország parlagfű szennyezettsége 2000-2005. *Egészségtudomány* 50, 39-60.
- Kazinczi, G., Novák, R., (eds.), 2012: A parlagfű visszaszorításának integrált módszerei. Vidékfejlesztési Minisztérium Élelmiszerlánc-felügyeleti Főosztály, Növény- és Talajvédelmi Osztály, Gyommentes Környezetért Alapítvány, Magyar Gyomkutató Társaság, Magyar Növényvédelmi Társaság, Budapest, 223 p.

<http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/10065;>

<http://www.fomi.hu/portal/index.php/termekeink/parlagfu-felmeres/parlagfu-terkep/kezdooldal;>

http://www.delmagyar.hu/belfold_hirek/magyarorszag_parlagfu-terkepe/1132238/

AZ IDŐJÁRÁSI FRONTOK SZEREPE A POLLENKONCENTRÁCIÓ ELŐREJELZÉSÉBEN

A matematikai statisztikai módszerek kritikátlan légkörtudományi alkalmazásának illusztris példája az értekezés 10. fejezete. Makra László a következő napi pollenkoncentrációt az adott napon mért pollenkoncentráció és az *ugyanazon napon* mért meteorológiai adatok alapján statisztikai módszerekkel kívánja előre jelezni. Túl azon a nyilvánvaló tényen, hogy pollenkoncentráció mérése a mintavételt követően utólagos (lásd 3.1.1.2. fejezet, 11. oldal), tehát operatív előrejelzésre abszolút alkalmatlan, az eljárásnak van egy ennél sokkal súlyosabb fogyatéka is. Tételezzük fel, hogy a módszert elvét az időjárás előrejelzésére kívánjuk felhasználni jellemző nyári időszakban (8 napos anticiklonális időjárási helyzet (2. cluster, értekezés 47. oldal), majd markáns hidegfront és 3 napig tartó ciklonális helyzet (1. cluster, értekezés 47. oldal.) periodikus váltakozása). Ha az időjárási előrejelzést arra alapozzuk, hogy a következő nap akkor lesz meleg vagy hűvös, ha ma is az volt (a Makra László-féle „előrejelzés” elve), akkor statisztikailag igen jó lesz az előrejelzés beválása (90 % feletti), az egyetlen kivétel a hidegfront betörése, amikor viszont nulla. Gondoljunk csak bele, mennyire bízhatnánk egy ilyen statisztikai elveken alapuló – egyébként majdnem tökéletes beválású – „időjárás előrejelzésben” a komoly veszélyt jelentő markáns hidegfront betörésekor? A Makra László által alkalmazott eljárás per definitionem *nem* előrejelzés, hanem egy adathalmaz utólagos, tudományos szempontból öncélú és értelm(ezhet)etlen statisztikai értékelése.

(1) A beválás definiálása

Nem tudom, a Tisztelt Bíráló miként definiálja a beválást, így nem értem, mit jelent az általa használt nulla beválás. Nem látom továbbá, hogy a 2. cluster miért maradna fenn 8 napon át, vagy az 1. cluster 3 napon át. Ilyen sem a 47. oldalon, sem másutt nem szerepel az értekezésben.

(2) Az előrejelzés definiálása

Ha egy célváltozót (pollenkoncentráció) statisztikai kapcsolatba hozunk időben korábban fellépő magyarázó változókkal (meteorológiai változók értékei), és a célváltozót ilyen módon becsüljük, akkor az, per definitionem előrejelzés. Hogy a magyarázó változók értékei technikai okokból időben mikor állnak rendelkezésre, az egy másik kérdés. Az Országos Környezetegészségügyi Intézet (OKI) által működtetett, s annak Aerobiológiai Monitorozási Osztálya által felügyelt magyarországi pollenmérő hálózat jelenleg hagyományos mérés technikával dolgozik. Azaz a mintavevő szalagot heti

körüljárású forgódobra illesztik, amelyre a műszer által beszippantott pollen rátapad. A pollenszámlálás 400-szoros nagyítású mikroszkóppal, megadott módon történik, melyet aztán átszámítanak pollenszem $\cdot m^{-3}$ értékre. Ezzel az eljárással tehát a napi pollenszámok meghatározása utólagosan történik. Megjegyzendő, hogy az ezzel a módszerrel történő pollenszámlálás alapjait Hirst (1952) fektette le. Ez a 61 éves mérési módszertan már rég túlhaladott. Ennek kiváltására vannak hazai elképzelések. Az OKI a (SZTAKI) egy digitális holografikus eljárás kidolgozását tervezi pollenfelismerő rendszer kiépítésére. Jómagam szakmai kapcsolatban vagyok az Országos Környezetegészségügyi Intézetrel. Páldy Anna főigazgató helyettessel és munkatársaival közös kutatási projektjeink vannak ((1) számítógépes pollenfelismerés; (2) lokális és regionális parlagfűpollen vizsgálatok). Az OKI-val és az SZTE TTIK Fizikus Tanszékcsoportja MTA Lézerfizikai Tanszéki Kutatócsoportjával együttműködésben tervezzük egy lézeres parlagfűpollen felismerő eljárás kidolgozását, s ez alapján lézeres elven működő pollencsapda készítését. A cél egy lézeres elven működő „in situ” parlagfűpollen koncentráció mérő hálózat kiépítése. Egy ilyen technológia kiküszöböli a szubjektív hibát, a pollenkoncentrációk folyamatos – akár másodpercenkénti – kijelzésével lehetővé teszi azok folyamatos „in situ” média megjelenítését, az érintettek azonnali informálását, továbbá kiterjeszti és új alapokra helyezi mind az aerobiológiai, mind pedig a pollenklimatológiai kutatásokat.

(3) Az előrejelzés sikeressége és az időjárási helyzet kapcsolata

A Tisztelt Bíráló okfejtése az előrejelzés sikeressége és az időjárási helyzet kapcsolatáról nagyon logikusnak tűnik. (Ez az okfejtés egyébként ismét jelzi, hogy van relevanciája a pollenkoncentrációk makroszinoptikus időjárási helyzetek szerinti osztályozásának.) Magam is gondoltam erre, ezért egy tanulmányban figyelembe vettem a frontok előfordulásával kapcsolatos információt (Matyasovszky et al., 2011). Ennek érdekében egy osztályozási rendszert vezettem be, mely szerint hat időjárási típust definiáltam: (1) melegfront esővel, (2) melegfront eső nélkül, (3) hidegfront esővel, (4) hidegfront eső nélkül, (5) nincs front és esik, valamint (6) nincs front és nem esik. A prediktorok és az aktuális napi pollenkoncentrációk közötti kapcsolatot az egyes típusokon belül külön-külön határoztam meg. Meglepetéssel tapasztaltam, hogy az időjárási helyzet figyelembevétele csak szerény mértékben javít az előrejelzés sikerességén, és a hatféle kategórián belül az előrejelzés sikeressége messze nem különbözik olyan mértékben, ahogyan azt a Tisztelt Bíráló gondolja, illetve, ahogyan azt magam is feltételeztem. Nevezetesen, a legjobb becslést a „melegfront esővel” kategóriára kaptam (70,4%-os megmagyarázott variancia), míg a leggyengébb becslés a „hidegfront eső nélkül” kategóriában tapasztalható. Ez utóbbi típusban az átlagos négyzetes hiba mindössze 13%-kal nagyobb, mint annak értéke a teljes adatbázisra.

(4) Az előrejelzés sikeressége taxonfüggő

Fontos megjegyezni, hogy mindez a fűfélék (Poaceae) esetére érvényes. Hasonló vizsgálatot a parlagfűre is végeztem, de az ezzel kapcsolatos eredmények publikálásától eltekintettem, mert az előrejelzésnek a hat típustól függő sikeressége igen szerény mértékben különbözik.

Mindenesetre rendelkezésre áll egy általam kidolgozott statisztikai alapú előrejelzés, ami figyelembe veszi az időjárási helyzetet is.

Hivatkozás

Hirst, J.M., 1952: An automatic volumetric spore trap. *Annals of Applied Biology*, 39(2), 257-265.

Matyasovszky, I., Makra, L., Guba, Z., Pátkai, Zs., Páldy, A., Sümeghy, Z., 2011: Estimating the daily Poaceae pollen concentration in Hungary by linear regression conditioning on weather types. *Grana*, 50, 208-216.

A LÉGSZENNYEZŐ ANYAGOK KONCENTRÁCIÓJA ÉS A LÉGÚTI BETEGSÉGEKKEL KAPCSOLATOS KÓRHÁZI ESETSZÁMOK KÉRDÉSE

Hasonlóan öncélú és megalapozatlan az értekezés 11. fejezete, amelyben Makra László a deszki Mellkasi Betegségek Kórházának betegfelvételi adatai, a pollenkoncentrációk és a levegőszennyezettség közötti statisztikai összefüggéseket próbálja értelmezni. Az ok-okozati összefüggések alátámasztására nemzetközi orvosi tanulmányokra hivatkozva 0–3 napos időlépcsőt (a kiváltó ok felmerülése és a kórházba kerülés között) tételez fel. Sajnálatos módon azonban a deszki Mellkasi Betegségek Kórházának összes betegszáma (a vizsgált időszakban 133.464 fő, amelyen a statisztikai elemzések alapulnak) nemcsak a pollen- és levegőszennyezettséggel esetlegesen összefüggésbe hozható akut légúti tüneteket mutató betegek közül áll, hanem nagyobb számban mindenféle más krónikus légúti és tüdőbetegségben szenvedőkből is. A kórháznak a honlapja szerint van külön I. és II. típusú tüdőbetegség osztálya, onkológiai, citológiai és röntgen részlege is. Aligha feltételezhető, hogy a daganatos betegségekben, TBC-ben, emphysema-ban, COPD-ben vagy tüdőgyulladásban szenvedők, baleseti sérültek vagy egyszerűen a röntgenvizsgálatra jelentkezők felvétele bármilyen összefüggésben lenne a levegő aktuális pollen- vagy légszennyező anyag koncentrációjával. Sőt a mai magyar egészségügyi ellátó rendszer jól ismert működési modelljéből az sem következik, hogy a magas pollenkoncentrációk miatt ténylegesen orvosi kezelésre szorulóknak 2–3 napon belül valóban eljutnak a területileg illetékes szakkórházba. A betegek többsége először öngyógyítással próbálkozik, majd felkeresi háziorvosát, aki több hetes vagy akár hónapos előjegyzéssel utalja szakorvoshoz. Kivétel ez alól a sürgősségi betegfelvétel a potenciálisan releváns betegségek ismert kódjával (nyilván nagyságrendekkel kisebb, statisztikai elemzésre nem alkalmas esetszámmal). Fentiek alapján a pollen- és légszennyező anyag koncentráció és adott időszakban az összes kórházi betegfelvétel között az értekezésben statisztikailag leparólt oksági összefüggésekkel szemben semmiféle ok-okozati kapcsolat nem állhat fenn.

(1) A feldolgozott légúti betegség típusok

A disszertációban feldolgozott és statisztikai elemzés alá vont 133.464 esetszám kizárólag az asthma és rhinitis allergica tünetcsoportjával és diagnosztikus megerősítésével, a járóbeteg ellátás keretein belül jelentkező pácienseket érintette. Tehát nyilvánvalóan nem követtem el olyan elemi, mondhatni ostoba hibát, hogy pl. a daganatos betegségben szenvedőket is számításba vettem. A Tisztelt Bíráló ilyen feltételezése rendkívüli módon sértő, és minden objektív alapot nélkülöz. Az említett tünetcsoportok ICD (BNO) kódjaikkal (World Health Organization, 1999; Országos Egészségbiztosítási Pénztár honlap; World Health Organization honlap) a következők: főként allergiás asthma (J4500), nem-allergiás asthma (J4510), kevert asthma (J4580), asthma k.m.n. (J4590), allergiás rhinitis pollentől (J3010), egyéb szezonális allergiás rhinitis (J3020), egyéb allergiás rhinitis (J3030), allergiás rhinitis, k.m.n. (J3040). A fent részletezett diagnózisokon kívüli kórképek (melyeket a Tisztelt Bíráló felsorol, nevezetesen tuberculosis, krónikus obstruktív bronchitis, tüdőgyulladás, stb.) nem szerepelnek az adatok között. Tüneteik jelentkezésekor a nyilvántartott betegek családorvosi beutaló nélkül haladéktalanul jelentkezhetnek szakorvosi kontroll vizsgálatra, járóbeteg rendelésre a Szakkórházban, mely a beteg személyes megjelenése esetén azonnal megtörténik. Az új, nem nyilvántartott pácienseknek valóban szükséges a háziorvosi beutaló, ekkor a tünetek súlyossága szerint a páciens rövid időn belül (1-3 nap) kap a járóbeteg ellátásra időpontot. A háziorvosok által a Mellkasi Betegségek Szakkórházába rendelt vizitek aránya az 1999-2007 közötti 9 év során az évi összes vizitet tekintve évente 5,91% – 6,99% között alakult, melyektől eltekintettünk a későbbi vizsgálatok során. Emellett a sürgősségi kórházi felvételeket is kizártuk a további analízisből.

(2) A légszennyezettség modellezése a légúti betegségek kialakulásában

Jóllehet a légszennyezettség szerepe nyilvánvaló a légúti betegségek kialakulásában, mégis, ha ezt a kapcsolatot modellezni kívánjuk, számos nehézség merülhet föl:

(a) Betegoktatás

A pácienseket a szakorvosi vizit folyamán megfelelő információval látják el az alkalmazott gyógyszerek használatáról és a tünetek súlyosbodásának jeleiről (betegoktatás). A betegoktatás ténye nyilvántartásba kerül az adatbázisban. A betegek tájékoztató füzetet is kapnak a betegségükről és annak menedzseléséről. A betegoktatás az Országos Egészségbiztosítási Pénztár (OEP) által elismert tevékenység, ezért kódolható és finanszírozott, így számítógéppel kikereshető. Ily módon mindazok, akik voltak már járóbeteg rendelésen, vagy kerültek már sürgősségi kórházi felvételre, egy következő alkalommal hasonlóan súlyos tünetegyüttest tudnak otthon is kezelni a kórházban kapott instrukciók, valamint a fölírt és náluk lévő gyógyszerek alapján. A betegoktatás szerepének és hatékonyságának széles szakirodalma van. Az ez irányú kutatások megerősítették, hogy az asztma oktatás szignifikánsan csökkenti a nem tervezett szakorvosi vizitek számát [relatív kockázat (rk): 0,68; Gibson et al., 2003], a sürgősségi kórházi felvételek számát (rk: 0,82; Gibson et al., 2003), valamint a munka- és iskola mentes napok számát (rk: 0,79; Gibson et al., 2003) (Guevara et al., 2003; Janson et al., 2003; Hopman et al., 2004). (Ha $rk < 1$, az azt jelenti, hogy az esemény kevésbé valószínű a kísérleti csoportban, mint a kontroll csoportban.) Következésképp, sem a járóbeteg rendeléseken résztvevőknek, sem a sürgősségi kórházi felvételre kerülteknek az aktuális napi száma nem ad valós képet a környezeti paraméterek (biológiai és kémiai légszennyezők napi koncentrációi, valamint a meteorológiai elemek napi értékei) hatásáról.

(b) Az egyes beteg korcsoportok elkülönítése

A WHO felügyelete alatt készült betegségek nemzetközi osztályozása (ICD) (World Health Organization, 1999; <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2008/en#/X>) tartalmazza az általunk is használt beteg korcsoportokat (gyermek betegek: 0-14 év; felnőtt betegek: 15-64 év; idős betegek: 65+ év), melyeket ezen osztályozás további kisebb szakaszokra is bont (Provisional Guidelines on Standard International Age Classifications, 1982; Definition of an older or elderly person, <http://www.who.int/healthinfo/survey/ageingdefnolder/en/>). A fenti hármas osztású életkor kategorizálás azonos az ENSZ népességi és migrációs, továbbá az UNESCO oktatási összesítéseinek életkor klasszifikációival (Provisional Guidelines on Standard International Age Classifications, 1982). Ugyanakkor ez az osztályozás szubjektív. A gyermek betegek korhatára lehetne akár 16, vagy 18 év, de ugyanígy, az idős betegeket számíthatnák 60, de akár 70 évtől is. Az egyes korcsoportokra kapott eredmények minden esetben eltérnének a dolgozatban kapott eredményektől. Ráadásul ez a kategorizálás nyilvánvalóan nem alkalmazható egységesen minden országra, hiszen pl. a bangladesi betegek szervezete ugyanazon életkor esetén jóval elhasználtabb, mint pl. a német betegeké.

(c) A monitoring állomásokon mért kémiai légszennyezettség koncentrációk reprezentativitása

A legtöbb esetben a monitoring állomásokon mért kémiai légszennyezettség koncentrációk egyáltalán nem reprezentatívak az adott településen élő össznépességnek a kémiai légszennyezettséggel szembeni kitettsége szempontjából. Ez több okra vezethető vissza:

– a monitoring állomás elhelyezésének az eltérő kritériumai;

- a mért légszennyezettség koncentrációk maximális értékeinek eltérő időbeli eloszlása;
- a légszennyezettségnek kitett népesség napi kültéri tevékenységi rendszere (gyalogosan milyen útvonalon közlekedik, milyen hosszú utat jár be, mennyi ideig tartózkodik a szabadban, milyen távol tartózkodik emissziós forrásoktól, stb.);

További jelentős bizonytalansági tényezők:

- (d) az egyéntől függő eltérő ellenálló képesség a légszennyezettséggel szemben;
- (e) az emissziós források fajtái, a részecskék esetében az emissziók méretösszetétele, az emisszió magassága;
- (f) meteorológiai feltételek;
- (g) a légszennyezettségnek kitett egyének életmódja, a lakásának az elhelyezkedése az emissziós források távolságának a függvényében.

A fent említett bizonytalansági tényezők ráakódnak a kémiai légszennyezettség koncentrációk és a légúti betegségek kapcsolatrendszerére. Mindezek ellenére, számos tanulmány született, melyek szoros és magyarázható kapcsolatot tártak fel az említett változók között. Nem arról van tehát szó, hogy a témakörben kutató szakemberek ezeket a bizonytalansági tényezőket nem ismerik, hanem arról, hogy ezeket a tényezőket rendkívül nehéz figyelembe venni.

(3) Két elemzés eltérő légúti betegségekre és ugyanarra az időszakra

A dolgozat beadását követően ugyanarra az időszakra (1999-2007; a parlagfű pollenszezonja, július 15. – október 16; a pollenmentes évszak, október 17. – január 13; az összes taxon mínusz a parlagfű pollenszezonja, január 14. – július 14.) két elemzést publikáltam: az egyiket a fenti ICD (BNO) kódokkal az asthma és rhinitis allergica tünetcsoportjaival jellemzett járóbeteg napi száma, illetve a kémiai és a biológiai légszennyezők napi koncentrációi közötti kapcsolat jellemzésére (Makra et al., 2013), a másikat pedig az asthma allergica sürgősségi kórházi felvételre szoruló eseteinek (összesen 936 eset: 497 nő és 439 férfi) napi gyakorisága, illetve a kémiai és a biológiai légszennyezők napi koncentrációi közötti kapcsolat jellemzésére (Makra et al., 2012). Az előbbi esetben az asthma és rhinitis allergica sürgősségi kórházi felvételeket, továbbá a nem-allergiás asztmát (J4510) és a tervezett viziteket kizártuk a vizsgálatból, míg az utóbbi esetben csak az asthma allergica sürgősségi eseteit vettük figyelembe, melyek ICD (BNO) kódjaikkal a következők: allergiás asztma (J4500), kevert asztma (J4580) és asztma k.m.n. (J4590). Mindhárom kategóriában definiáltunk asztmát, továbbá a nem-allergiás asztma sürgősségi eseteit (J4510) kizártuk az analízisből. A két adatbázis alapján kapott eredmények összhangban vannak, nevezetesen a felnőtt betegek szignifikánsan érzékenyebbek a kémiai és a biológiai légszennyezők koncentrációira, mint az idős betegek. Megjegyzendő továbbá, hogy az idős betegek hajlamosak alábecsülni krónikus légúti betegségüket, s úgy tekinteni azt, mint a kor természetes velejáróját. Következésképp, az idős betegek nem fordulnak időben orvoshoz, illetve nem töreksenek a betegségük időben történő kezelésére.

(4) A Mellkasi Betegségek Szakkórházára (Deszk) vonatkozó kérdések

A dolgozat szempontjából nem releváns, de a Tisztelt Bíráló által a Szakkórházra vonatkozó kérdésekre adott válaszok a következők.

A Csongrád Megyei Mellkasi Betegségek Szakkórháza (Deszk) két Tüdőgyógyászati Osztályt működtet. Mindkét osztály a pulmonológiában előforduló összes betegséget ellátja, a különbség a területi illetékességben van. Ennek földrajzi határait a Szakkórház

belső rendelete szabályozza. Ezen adatok azonban a dolgozatban nem kerültek feldolgozásra, mert a fekvőbeteg ellátás adatait nem analizáltuk. Ennek oka az volt, hogy fenti betegségekkel (asthma és rhinitis allergica különböző formái) – a ma rendelkezésre álló korszerű terápia mellett – a betegek igen kis hányada kerül fekvőbetegként kórházi ellátásra.

Baleseti sérültek csak az elsődleges ellátást követően (traumatológia) kerülhetnek a Szakkórházba, speciális diagnózisokkal (légmell, bordatörés, kulcscsonttörés). Értelmszerűen azonban ezen esetek sem kerültek feldolgozásra.

A Szakkórház citológiai részlege az ott elvégzett beavatkozásokkal (tübiopszia, bronchológiai kefebiopszia) vett minták elemzését végzi. Ezen vizsgálatokra általában a tüdőrák differenciált diagnosztikájában van szükség.

A radiológiai részleg a tüdőgyógyászati szakorvosi vizsgálatot követően a szakorvos indikációja után végez röntgenvizsgálatot. Közvetlenül a háziorvos – a beutalási rend szerint – önmagában mellkasröntgenre (és nem pulmonológiai szakvizsgálatra) más kijelölt radiológiai osztályra adhat beutalót.

(5) A járóbetegek környezeti paraméterekkel összefüggő légúti betegségeinek nemzetközi szakirodalma a Web of Science szerint

A Web of Science által felkínált cikkek

- (a) az „outpatient air pollution respiratory disease” kereső kifejezéssel 30 cikk;
- (b) az „outpatient pollen respiratory disease” kereső kifejezéssel 16 cikk;
- (c) az „outpatient chemical respiratory disease” kereső kifejezéssel 11 cikk;
- (d) az „outpatient meteorological respiratory disease” kereső kifejezéssel 9 cikk;
- (e) az „outpatient weather respiratory disease” kereső kifejezéssel 4 cikk.

Hivatkozások

- Definition of an older or elderly person. Proposed Working Definition of an Older Person in Africa for the MDS Project. <http://www.who.int/healthinfo/survey/ageingdefnolder/en/>
- Gibson, P.G., Powell, H., Coughlan, J., Wilson, A.J., Abramson, M., Haywood, P., Bauman, A., Hensley, M.J., Walters, E.H., 2003: Self-management education and regular practitioner review for adults with asthma. Cochrane Database of Systematic Reviews, 1, CD001117.
- Guevara, J.P., Wolf, F.M., Grum, C.M., Clark, N.M., 2003: Effects of educational interventions for self management of asthma in children and adolescents: systematic review and meta-analysis. BMJ (British Medical Journal), 326(7402), 1308.
- Hopman, W.M., Garvey, N., Olajos-Clow, J., White-Markham, A., Loughheed, M.D., 2004: Outcomes of asthma education: results of a multisite evaluation. Canadian Respiratory Journal, 11(4), 291-297. http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesM/SeriesM_74e.pdf
- Janson, S.L., Fahy, J.V., Covington, J.K., Paul, S.M., Gold, W.M., Boushey, H.A., 2003: Effects of individual self-management education on clinical, biological, and adherence outcomes in asthma. American Journal of Medicine, 115(8), 620.
- Makra, L., Matyasovszky, I., Bálint, B., 2012: Association of allergic asthma emergency room visits with the main biological and chemical air pollutants. Science of the Total Environment, 432, 288-296.
- Makra, L., Matyasovszky, I., Bálint, B., Csépe, Z., 2013: Association of allergic rhinitis or asthma with pollen and chemical pollutants in Szeged, Hungary, 1999-2007. International Journal of Biometeorology, doi:10.1007/s00484-013-0656-9
- Országos Egészségbiztosítási Pénztár (<http://www.gyogyinfok.hu/forum/BNO/index.asp>)
- Provisional Guidelines on Standard International Age Classifications, 1982: United Nations Publication, Statistical Papers Series M, No. 74, 28 p, New York, NY
- World Health Organization (<http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2008/en#/X>)
- World Health Organization, 1999: Manual of the international statistical classification of diseases, injuries, and causes of death, 10th revision. World Health Organization, Geneva

A FELSZÍN KÖZELI ÓZONKONCENTRÁCIÓ, S A LÉGÚTI BETEGSÉGEK GYAKORISÁGA KÖZÖTTI KAPCSOLAT KÉRDÉSE, S A „PARADOXICAL OZONE ASSOCIATION”, MINT EGY LEHETSÉGES MAGYARÁZAT

Ennek alapján tudományetikailag erősen kifogásolható az értekezés azon karakteres megállapítása, miszerint a felszínközeli ózon nagyobb koncentrációja a légúti betegségek gyakoriságának határozott csökkenésével jár (86. oldal, Paradoxical Ozone Association). Ez ugyanis – teljességgel megalapozatlanul – azt sugallja, hogy a fotokémiai szmog egyik fő, kémiaiag agresszív alkotója önmagában „egészséges”. Ezzel az állítással szemben a sokkal prózaibb oksági összefüggés valószínűsíthetően az, hogy a fotokémiai szmog időszakának kellős közepén, a július közepétől augusztus közepéig terjedő időszakban – amikor a troposzférikus ózon keverési aránya jellemzően magas – az előjegyzésen alapuló kórházi betegfelvétel a nyári szabadságolások miatt jelentősen kisebb.

A Tisztelt Bíráló természetesen nem feltételezte, hogy tudom, milyen hatást gyakorol a nagyobb ózonkoncentráció a légúti betegségekre. Azonban az általa kifogásolt mondatban egy szó elírás történt, a „magas” helyett a megfelelő szó az „alacsony”, ami nyilvánvaló. A kérdéses mondat helyesen a következő: „Mivel az eredményeink alapján nincs bizonyíték arra, hogy a mért ~~magas~~ **alacsony** ózonkoncentrációk valóban károsak, ez a kapcsolat paradoxnak tűnik. E paradox ózon kapcsolatnak (POA = Paradoxical Ozone Association, Joseph, 2007) nevezett jelenség a motor üzemanyagában található metiléterek, illetve -észterek égése során keletkező metil-nitritnek tulajdonítható.”

- (1) Több tanulmány megállapította, hogy a légúti megbetegedések száma és az ózonkoncentráció között negatív kapcsolat van, azaz az alacsony ózonkoncentráció ártalmasabb az egészségre, mint annak közepes vagy magasabb szintjei (Hajat et al., 1999; Ritchie és Lehnen, 2004; Karr et al., 2007; Alves et al., 2010; Freitas et al., 2010). Továbbá Ritchie és Lehnen (2004) számos tanulmányt megemlít, amelyek nem találtak statisztikailag szignifikáns kapcsolatot az ózonkoncentráció és a különböző légúti megbetegedések gyakorisága között az alábbi településeken: Hongkong, London, Melbourne, Mexikóváros, Dél-Ontario, Seattle, Sydney, St. John (New Brunswick, Kanada) és Vancouver.
- (2) E nem várt negatív kapcsolat egy lehetséges magyarázataként a Paradoxical Ozone Association-t (Joseph, 2007; Joseph és Weiner, 2002) említettem, ami olyan monitoring állomás esetében jöhet szóba, ami közlekedési eredetű légszennyezetséget mér. A szegedi monitoring állomás éppen ilyen;
- (3) Ez a szignifikáns negatív kapcsolat nemcsak a Tisztelt Bíráló által említett – július közepétől augusztus közepéig terjedő periódust magába foglaló – nyári - kora őszi idősokra, azaz az *Ambrosia* pollenszezonjára (július 15. – október 15.), hanem a pollenmentes idősokra (október 17. – január 13.), s ezeken belül is mindhárom beteg korcsoportra (felnőtt, idős, összes) egyaránt teljesül. Az összes kémiai változó közül az ózonnak a legkarakterisztikusabb a kapcsolata a betegszámokkal.
- (4) Nem értem, mi abban az etikátlan, ha az egyik legfőbb tanulságot megemlítem. Éppen az lett volna a kifogásolandó, ha az ózonnal kapcsolatos eredményről hallgatok. A Tisztelt Bíráló bizonyára nem ragadtatta volna magát ilyen erőteljes kritikára, ha figyelmesebben tanulmányozta volna a vizsgálati módszert. Az időfüggő lineáris regresszió ugyanis figyelembe veszi, pontosabban szólva kiszűri mind a szennyezőanyagok, mind a betegszám szisztematikus éven belüli változásának hatását. Ezért a nyári szabadságolásból fakadó orvoshiány, mint magyarázat fel sem vetődhet.

Hivatkozások

- Alves, C.A., Scotto, M.G., Freitas, M.C., 2010: Air Pollution and Emergency Admissions For Cardiorespiratory Diseases in Lisbon (Portugal). *Quimica Nova*, 33(2), 337-344.
- Freitas, M.C., Pacheco, A.M.G., Verburg, T.G., Wolterbeek, H.T., 2010: Effect of particulate matter, atmospheric gases, temperature, and humidity on respiratory and circulatory diseases' trends in Lisbon, Portugal. *Environmental Monitoring and Assessment*, 162(1-4), 113-121.
- Hajat, S., Haines, A., Goubet, S.A., Atkinson, R.W., Anderson, H.R., 1999: Association of air pollution with daily GP consultations for asthma and other lower respiratory conditions in London. *Thorax*, 54(7), 597-605.
- Joseph, P.M., 2007: Paradoxical ozone associations could be due to methyl nitrite from combustion of methyl ethers or esters in engine fuels. *Environment International*, 33(8), 1090-1106.
- Joseph, P.M., Weiner, M.G., 2002: Visits to physicians after the oxygenation of gasoline in Philadelphia. *Archives of Environmental Health*, 57(2), 137-154.
- Karr, C., Lumley, T., Schreuder, A., Davis, R., Larson, T., Ritz, B., Kaufman, J., 2007: Effects of subchronic and chronic exposure to ambient air pollutants on infant bronchiolitis. *American Journal of Epidemiology* 165(5), 553-560. doi:10.1093/aje/kwk032
- Ritchie, I.M., Lehnen, R.G., 2004: Health Effects of Ozone and Other Environmental Measures Area, 1997-1999. *Internet Journal of Pulmonary Medicine*, 4, N1.

A 11 ÉVES ADATSOR ÉS AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS HATÁSAI KIMUTATÁSÁNAK A KÉRDÉSE

A 12. fejezet legfőbb gyengéje, hogy az alapjául szolgáló 11 éves adatsor matematikailag ugyan még éppen alkalmas lehet trendelemzésre (92. oldal), de az *éghajlatváltozás* hatásainak kimutatása szempontjából hasznavehetetlenül rövid. A Meteorológiai Világszervezet (WMO) ajánlása 30 éves időszakot tekint éghajlati alapskálának, ezért *éghajlatváltozás* értelemszerűen ennél csak (jóval) hosszabb időléptékben definiálható.

Nem értek egyet azzal, hogy *éghajlatváltozás* csak a 30 éves időszaknál (jóval) hosszabb időléptékben definiálható. Először is, az éghajlat tulajdonképpen soha nem állandó, hanem szüntelenül változik. Persze van, amikor ez a változás viszonylag lassú, míg máskor viszonylag gyors. Az éghajlat változatlansága esetén az éghajlatot jellemző statisztikai paraméterek (várható érték, szórás, stb.) becslési pontossága szempontjából a rendelkezésre álló adatsor egészét szükséges felhasználni. Mivel azonban az éghajlat nem állandó, nem járhatunk el az előzőek szerint, mert így nem tudunk tekintettel lenni a változásra. A változás leírásának minél nagyobb időbeli felbontása érdekében a teljes adatsor minél rövidebb részeit kell elemezni. A két egymásnak ellentmondó kritérium természetesen nem elégíthető ki egyszerre. Ezért a 30 éves ún. éghajlati normálperiódus egy kompromisszum. A 30 év ugyanis vélhetőleg elég hosszú a statisztikai becslés kielégítő pontosságához, de elég rövid az *éghajlatváltozás* viszonylag jó időfelbontású nyomon követéséhez. Arról azonban nincs szó, hogy 30 évnél rövidebb időszak során az éghajlat nem változhat, és azt nem is lehet elemezni. Ilyet sem a WMO, sem a klimatológus társadalom nem mondott. Az elemzés sikere a szisztematikus változás intenzitásán, a szisztematikus változásra rakódó véletlen fluktuációk nagyságán és az alkalmazott módszeren múlik. A kutató természetesen csak ezt a harmadik tényezőt tudja befolyásolni, és a fejezetben bemutatott módszerrel úgy vélem meglehetősen jól sikerült megbirkózni a feladattal.

Fenti észrevételeim alapján az értekezés hét számozott „tézispont családja” közül egyetlen egyet sem tudok érdemi új tudományos eredményként elfogadni. Makra László értekezésének elutasítását javaslom, a nyilvános vita kitűzését nem támogatom.

Veszprém, 2013. január 11.

Gelencsér András
az MTA doktora
egyetemi tanár

Szeged, 2013. május 8.

Megköszönöm a bírálatot. Tisztelettel, Makra László