

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 fejszét, 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.

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?

A hét alfejezet tartalmi értékelését megelőzően nem lehet említés nélkül hagyni azt az alapvető tény, 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.

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 vonalzó 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 7. fejezetben Makra László a parlagfű pollen nagyléptékű transzportjának 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 transzport monitorozására. 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 ($>1 \mu\text{m}$ 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, SF_6) vagy a finom ($<1 \mu\text{m}$ aerodinamikai átmérőjű) aeroszol részecskék (pl. korom- vagy szulfátrészecskék, égésből származó fémtartalmú részecskék) esetében végezhetők. Nagy injektálási magasság (erős konvekció a trópusi övben, porviharok, nagyléptékű biomassza 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. 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.

Az előzőekben leírtak értelmében nem sok relevanciája van a mért pollenkoncentrációk makroszinoptikus időjárás 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 időjárás 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 időjárás 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 időjárás 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. Az elemzés nem foglalkozik a szélirány szerinti szektor osztályozással, ami az általános időjárási feltételek meglétéén 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.

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 fogyatékosága is. Tétélezzük 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.

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) tétélez 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 betegekből 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 szorulók 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. 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, kémiailag 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 troposferikus ózon keverési aránya jellemzően magas – az előjegyzésen alapuló kórházi betegfelvétel a nyári szabadságolások miatt jelentősen kisebb.

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 hasznavetetlenül rövid. A Meteorológiai Világszervezet (WMO) ajánlása 30 éves időszakot tekint éghajlati alapskálának, ezért *éghajlatváltozás* értelemszerűen ennél csak (jóval) hosszabb időléptékben definiálható.

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