

## HIVATALOS BÍRÁLAT

### Dr. Makra László a „Különböző taxonok pollenjeinek komplex statisztikai elemzése a meteorológiai elemekkel összefüggésben, különös tekintettel a parlagfű pollenjére” c. MTA doktori disszertációjáról

Dr. Makra László, Ph.D. 2012 őszén benyújtotta értekezését az MTA doktora cím elnyerésére. Mint bírálónak, elsődleges feladatomban a Jelölt értekezésének bírálata, amibe nem tartozik bele a Jelölt habitusvizsgálata.

Az utóbbival kapcsolatosan azonban mindenképpen meg kell jegyeznem, hogy **dr. Makra Lászlót eddigi tudományos életpályája alapján egyértelműen alkalmasnak ítélem az MTA doktora cím elnyerésére.** Ezt azért szögezem le már most, bírálatom első soraiban, mert a bírálat végén<sup>1</sup> – ill. a bírálattól független úrlapon – nyilatkoznom kell majd a benyújtott dolgozattal kapcsolatban a nyilvános vitára bocsáthatóságáról, ill. a disszertáció elfogadásáról. A továbbiakban bírálatomat az ilyenkor szokásos felépítésben adom meg, azaz a következő kérdésekkel foglalkozom:

1. Az értekezés témaválasztásának időszerűsége és korszerűsége
2. Az értekezés szerkezetének ismertetése, tartalmi elemzése
3. Vélemény a doktori értekezés felépítéséről
4. Vélemény a doktori értekezésben közölt új tudományos eredményekről
5. Vélemény az új tudományos eredmények hazai és nemzetközi publikáltságáról
6. Tartalmi kérdéseim és megjegyzéseim a doktori értekezéssel kapcsolatban
7. Vélemény az értekezés nyelvezetéről és az egyéb formai követelmények teljesítéséről
8. Vélemény a tézisekről
9. Összefoglalás

#### *Az értekezés témaválasztásának időszerűsége és korszerűsége*

Makra László MTA doktori értekezésének témájáról a különböző, allergén virágport kibocsátó növényfajok pollenjei hazai előfordulásának statisztikai módszerekkel történő elemzését választotta. Az elemzés kiterjed a pollenkoncentrációk mind térbeli, mind pedig időbeli sajátosságaira. Az elemzést a virágpor részecskék szétszórását és szállítását végző meteorológiai folyamatok elemzésével összefüggésben teszi meg. Ez a témaválasztás kétségtelenül **korszerű**, hiszen az utóbbi évszázadban folyamatosan növekvő környezeti problémák fontos részét képezi, és egyben időszerű is, hiszen hazánkban a vonatkozó számadatok tanúsága szerint a pollen-szennyezés a környező országokat is jóval meghaladó mértékben nő. Ezzel kapcsolatban mindenképpen ki kell emelni a témaválasztás és maga az értekezés multi-interdiszciplináris jellegét, azaz hogy a népegészségügy és egyben a meteorológia és a környezettudomány területén is képes felmutatni új tudományos eredményeket. Ezeket az eredményeket jelölt egyébként tudományos igényességgel fejti ki az értekezés *Bevezetésében*. A pollen-kérdés nemzetközi megítélésének közelmúltbeli fejlődéséről jómagam nem túl sok ismerettel rendelkezem, hazai súlyát azonban – a Jelölttel együtt jól – ismerem. Ennek alapján a témaválasztást **időszerűnek** is ítélem. A fentiekhez hozzá kell tennem, hogy Szerző – állítása szerint – a matematikai tudomány területén is újszerűnek számító tudományos eredménnyel állt elő, melyet a matematikai statisztika

---

<sup>1</sup> Az MTA Doktori Szabályzatának 37. §-a szerint.

területén szerinte újnak számító „Makra-teszt” elnevezéssel látott el. Ennek értékelésére még visszatérünk.

### *Az értekezés szerkezetének ismertetése, tartalmi elemzése*

*Az értekezés felépítése:*

Az értekezés terjedelme 111 oldal, ami a következőkben ismertetendő 13 fejezetre oszlik. 25 ábrát és 23 táblázatot tartalmaz, az irodalmi hivatkozások száma 220 (ha nem számoltam el), az internetes hivatkozásokat nem számítva (6).

*Az egyes fejezetek tartalma:*

A **Bevezetésben (1)** Szerző általános áttekintést ad az európai és elsősorban a magyarországi pollen-allergiás megbetegedésekről, valamint megpróbálja rangsorolni a pollen-allergiát okozó növényeket veszélyességük szerint, figyelembe véve azt, hogy az adott növény az éves össz-pollen koncentráció hány százalékáért felelős, valamint hogy az allergiás személyek hány százaléka érzékeny az adott növényfaj pollenjére. Természetesen e két jellemző statisztikailag nem független egymástól. Vázlatosan leírja az allergiás folyamat kialakulását az emberi szervezetben. A bevezetés második részében kizárólag a legveszélyesebbnek talált parlagfűre koncentrálna, megpróbálja megbecsülni e növény hazai kártékony hatásainak összességét, és az e hatások által okozott anyagi kárt.

A **Célkitűzésben (2)** nyilvánvalóan az értekezés céljait sorolja fel, amelyek a következők: (a) a parlagfű pollenkoncentráció napi adataiból alkotott idősor statisztikai vizsgálata, és a Jelölt által megkonstruált próbával a legnagyobb pollen-terhelésű időszak, valamint a pollináció folyamatában elkülöníthető más időszakok közelítő meghatározása; (b) a Szeged térségébe érkező pollen-szennyezés forrás-területeinek meghatározása az ún. inverz, vagy retrográd légpálya (ang. *backward trajectory*) módszer alkalmazásával; (c) a fő forrás-területek, mint maximális koncentrációjú régiók klaszter-analízise, a helyi, közepes távolságú és nagytávolságú pollen-szállítás elkülönítése; (d) a helyi időjárás-típusok, valamint a nagyobb térségű időjárás helyzetet jellemző, nyomási mező klaszterezésen alapuló „objektív” és a „szubjektív” Péczy-típusok szerepének vizsgálata; (e) az időjárás frontok szerepének vizsgálata; (f) időfüggő lineáris és nem-paraméteres regressziós eljárások felhasználása a Szeged térségében várható napi pollenkoncentrációk előrejelzésére; (g) a biológiai és kémiai légszennyezők hatásának elemzése a légúti megbetegedésekre Szeged térségében; és végül (h) 19 növényfajt magában foglaló pollenadatbázis felhasználásával pollen-allergia trendanalízis és kockázat-elemzés a térségre vonatkozóan. Hangsúlyozza azon reményét, hogy a kapott mennyiségi mérőszámok és minőségi kategóriák hatékonyabbá tehetik a pollenszennyezettség kezelését.

Az **Adatbázis (3)** részben Szerző bemutatja az általa felhasznált biológiai és meteorológiai adatbázist. E rész első pontjában (3.1.) a mérőhelyekkel, ill. a mért adatok térbeli reprezentativitásával foglalkozik.

Az első bemutatott mérőhely a szegedi meteorológiai és levegőminőség monitoring állomás, ahol a kémiai légszennyezők mérése (általános profilú levegőkémiai állomás, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, CO és PM<sub>10</sub> mérésekkel, ahol az utolsó a szálló por 10 μm-nél kisebb átmérőjű szemcsékből álló frakciója) mellett a meteorológiai állapotváltozók (légnyomás, hőmérséklet, légnedvesség, globálsugárzás, szélirány és szélesség) egyidejű mérése is folyik. *Megjegyzném, hogy az alapadatokat szolgáltató 10 mp-ben megjelölt mérési*

gyakoriság valószínűleg nem minden adatra vonatkozik, és számomra érthetetlen a jelentős adatvesztéssel járó 30 perces átlagolás is. A mikro-meteorológiai adatok szokásos átlagolási ideje 10 perc.

Másodikként Szerző a pollen-adatok gyűjtését végző szegedi aerobiológiai állomás mérési körülményeit mutatja be. A mérés egy ún. pollencsapda segítségével történik ahol egy óramű által folyamatosan továbbított adhezív (ragasztóanyaggal bekenet) szalagra történik a mintavétel egy olyan kürtön keresztül, amely folyamatosan a szélirányba fordul, valószínűleg passzív vezérléssel (szélkakas). *Számomra nem világos, hogy mi történik akkor, ha szélcsend van, és miért nem segíti egy kisteljesítményű mikroszivattyú a levegő átszívását a kürtön, (legalább alternatívan, egy második nyíláson), a mintaszám növelése érdekében. A szélcsendes helyzet nem megfelelő kezelése az adatok reprezentativitását veszélyeztetheti. A szivattyúzás a mintaszám növelésével az adatok pontosságát növelhetné.*

Végül a pollen-allergia okozta légúti megbetegedések megfigyelőhelye a szegedi Mellkasi Betegségek Szakkórháza volt. Ez a kórház ideális hely volt a pollenallergia okozta megbetegedések megfigyelése szempontjából, mivel lényegében az egész Dél-Alföld ilyen betegségekben szenvedő népessége itt regisztrálásra került az elmúlt években.

A légszennyezettség, beleértve ebbe a pollenszennyezettség mérések térbeli reprezentativitásáról írottak – melyekkel ez a pont zárul – igazak, de meglehetősen felületesek és nem sok újat mondanak. *A célkitűzések olvasásakor azt hittem, hogy a dolgozat egyik célja éppen e kérdéskör körülménye. Minek akkor ezzel itt foglalkozni?*

A következő alpont (3.2.) – nem túl találékonyság – az Adatok címet viseli. Itt Szerző elsősorban rendelkezésre álló adatsorainak időbeli szerkezetével foglalkozik. A feldolgozott szegedi meteorológiai és kémiai légszennyező adatok 10, ill. 9 éves folyamatos adatsort alkotnak. A figyelembe vett meteorológiai adatok 10 éves időszakát, amely 1997. jan.1. – 2006. dec. 31. közé esik, tekintette Szerző a statisztikai elemzések bázis-időszakának. Azt írja, hogy 12 meteorológiai állapotváltozó napi adatsorával foglalkozott, melyeket itt nem sorolok fel. *Több esetben nem világos, hogy ezek a napi adatok a jóval sűrűbb, 30 perces átlagokból hogyan kerültek kiszámításra. Ilyenek elsősorban a szélsőségek, a globálsugárzás, a relatív nedvesség, stb. Napi átlag-adatokról van szó? Hogyan történt az átlagolás? A pollen adatsorok 22 éves időszakot ölelnek fel (1989-2010) és 24 különböző növényfaj pollenjére terjednek ki. Az éves átlagok és egyéb statisztikai jellemzők számítása minden esetben a növény-specifikus pollinációs időszakra terjedt ki, amely az adott év azon időszakát jelenti, amelyet az adott pollen csapdában való első és utolsó regisztrálásának a napja határoz meg. Itt az lehet a probléma, hogy – elméletileg – lehetnek nem folytonos pollinációs időszakok (többszöri virágzás, vagy egyszerűen csak az időszak elején és végén tapasztalható igen kis pollenszámok miatt). Voltak ilyen nem folytonos esetek? Az európai makroszinoptikus helyzet elemzéséhez az ECMWF reanalíziséből (ERA-40) adatsor lett felhasználva, melynek felbontása elég durva:  $1,5^{\circ} \times 1,5^{\circ}$  a szférikus rácshálózaton. Összesen több mint 130 000 személyből állt a megbetegedett egyének adatbázisa. Itt Szerző a z 1996-2007 időszakról szólva 9 éves periódusról beszél, ellentétben a korábban említett 10 évvel. Szerintem az utóbbi a helyes adat. Nem értem, hogy az itt (14. old.) említettek szerint e vizsgálatoknál a pollenszezont egyedül az Ambrosia (parlagfű) pollenszezona határozná meg?*

A következő, **Módszerek (4)** címet viselő fejezetben Szerző a statisztikai elemzéshez használt matematikai módszereket ismerteti, ezek közül is elsőként a saját új matematikai tudományos eredményeként aposztrofált ún. **Makra-próbát**. A Makra-próba dolgozatban közölt matematikai leírása korrekt. A módszer matematikai lényege az, hogy egy minta és annak részmintája átlagát úgy hasonlítjuk össze, hogy az átlagok különbségét (valószínűségi változóként kezelve a mintaelemeket), először két – a rész minta, ill. annak a teljes mintára

vonatkozó komplementere mintaelemeinek lineáris kombinációjaként előálló – valószínűségi változó összegeként fejezzük ki, majd ezt az összeget normálva alkalmazzuk a kétmintás t-próba módszerét. Nem lévén kifejezett szakértője a matematikai statisztika próbaelméleteinek, pontosabban ezek szakirodalmának, nem tudnám pontosan meghatározni a „Makra-próba” matematikai újszerűségét. Véleményem szerint itt az lenne a döntő bizonyíték a módszer matematikai novum voltára, ha Szerző egy elismert nemzetközi matematikai szakfolyóiratban megjelent publikációjával igazolná ezt. Enélkül csak feltételezés az, hogy a módszer új a matematikai statisztikában, vagy akár csak a statisztikai módszerek eddigi alkalmazásai között. Frappáns és érdekes matematikai eszközként elismerem, ami a mat. stat. meteorológiai alkalmazásai között még újszerű is lehet. A szerző csak három önhivatkozással támasztja alá módszerének eredetiségét. A vonatkozó 4.1.1. alpont utolsó mondatában el is ismeri, hogy a „Makra-próba” a kétmintás t-próbának csak egy új interpretációjaként említhető. *Itt megjegyzem, hogy – Szerző itt használt megfogalmazásával szemben – minden val. változónak van szórása, legfeljebb ez 0 (16. old.).*

A továbbiakban Szerző az értekezésben felhasznált további statisztikai és nem statisztikai matematikai módszerekkel foglalkozik. Először az adatsor *az éves és féléves periódusú szekuláris menettől való megtisztítását* írja le. A periodikus változások eltávolítását a nagy változékonyság miatt a pollen-adatok logaritmusan végzi el. Ez azt jelenti, hogy továbbiakban a logaritmált adatsorral dolgozik majd, amit azzal indokol, hogy az eredeti adatok eloszlása jól közelíthető a lognormális eloszlással. *Ez logikailag korrekt, de erősebb bizonyítékokkal kellett volna alátámasztani, mint az egyetlen említett hivatkozás.* Ezek után röviden említi a légnyomási mező előállítására használt **kriging módszert**, miközben foglalkozik a mezők előállítása során használt térképvetülettel. *A térképvetület előállításának leírása sajnos nem teljesen világos, a használt szakkifejezések nem mindenütt egyeznek meg a térképészet standard frazeológiájával. Igen hasznos lett volna itt egy ábra a dolgok tisztázására. Ennek bemutatását még a védésen is elfogadom.*

Folytatva a Módszerek rész elemzését, a Szerző által érintett (alkalmazott) következő módszer a **rotált faktoranalízis**. A közismert módszer lényegét itt jól fogja meg a szerző, amennyire ez képletek alkalmazása nélkül lehetséges. Ezután egy másodlagos rotáció alkalmazását írja le, vagy másképpen extrémális irányba forgatás, mint speciális transzformáció alkalmazásával foglalkozik, amely – ha jól értem – egyetlen domináns magyarázó faktor kiválasztását jelentené. *Ez a rész is nehezen követhető képletek kiírása nélkül, ami itt azért (ill. akkor) nagyobb baj, ha a (speciálisnak nevezett) transzformációs módszer tényleg nem olyan közismert, mint az előzőleg leírtak.* Ez utóbbit viszont (mármost a közismertséget) én nem tudom megítélni.

Sorban következően szerző egy légkördinamikai, egészen pontosan **szennyezőanyag-terjedési modelltől** beszél röviden, melyet az inverz trajektóriák előállítására használt. Ez a HYSPLIT4 Model, amely egy lagrange-i módszer. Ha jól értelmezem e modellnek a trajektória-előállító blokkját használta. Háromdimenziós trajektóriáival a módszer korszerűnek számít.

A következő „letárba vett” módszer a **klaszter-analízis**, annak is a Mahalanobis-metrikát használó, nem hierarchikus változata. A módszer közismertsége miatt a dolgozatban adott vázlatos leírást elégségesnek lehet tartani. Az ezután vázolt **varianciaanalízis** számos, egyező szórású, normál eloszlású minta átlagának összevetésére alkalmas statisztikai módszer, melyet angol megnevezésének kezdőbetűiből generálva: **AN**alysis **Of** **VA**riance = **ANOVA**-ként is ismernek. (Ezt jó lett volna megmagyarázni.) Említésre kerül még ebben a részben az ún. Tukey-teszt, amely egyező varianciák esetében szolgál a döntés alapjául. Ezeket az

eszközöket is úgy említi Szerző, mint közismerteket. Jól tudott, hogy e közismertség a föld- és környezettudományban nem tekinthető „automatikusnak”.

Folytatva a felhasznált matematikai eszközök impozáns felsorolását, a határérték túllépési epizódok statisztikai jellemzése következik, mely **túllépési indexekkel** történik.

Ezek után ismét egy meteorológiai, pontosabban szinoptiko-dinamikai módszer kerül említésre felhasznált eszközként, nevezetesen a **front identifikáció**, ami az ún. hőmérsékleti front-paraméteren (**Thermal Front Parameter, TFP**) alapul. A dolgozatban adott leírásból fogalmat sem alkothatunk a módszer lényegéről. *Erősen kérdésesnek tartom Szerző azon kijelentését, hogy a potenciális hőmérséklet, mint front-indikátor, helyettesíthető a p-rendszerbeli relatív topográfiával (két adott izobár felület közötti távolsággal), hisz ez utóbbi – közismerten – a közönséges hőmérséklettel arányos a hidrosztatikai egyenlet értelmében. Ez utóbbi pedig nem megmaradó karakterisztika, amin a  $\Theta$ -analízis alapszik.*

Ezek után – az eddigiekhez képest – viszonylag részletesen foglalkozik a Szerző az elemzésekben használt időfüggő (stepwise) lineáris és nemlineáris (nemparaméteres) **regressziós módszerekkel**, mint az eredmények előállításának fő módszereivel, beleértve az ún. kvantilis regressziós módszereket is. Ez a leírás a szakember számára viszonylag jól követhető, látszik, hogy Szerző otthonosan mozog ezen a területen.

Végül az eszközök szinte végtelen sorát a lineáris és nem-lineáris **trend-analízis** (t-próbával), a Mann-Kendall teszt (nem normális eloszlású adatokra) zárja. Utolsóként néhány *kapcsolati mérőszám*, mint a többszörös kapcsolat mértéke (Multiple Association Measure, MAM) (véltetőleg a multiregressziós módszernél használatos), valamint a félig empirikus kockázati potenciál (Risk Potential, RP) és az invazív növényfajtákra alkalmazott terjeszkedési potenciál (Expansion Potential, EP) kerül bevezetésre. *Értelmezésük, vagy inkább valós jelentésük felfogása a kívülálló számára nehéz feladatnak tűnik.*

A néhány soros **Felhasznált számítógépes segédletek (5)** rész (alkalmazott kész felhasználói programok felsorolása) után a dolgozatban összefoglalt eredmények leírásához vezető részhez érkezünk.

Elsőként ebben a nagyobb egységben **A parlagfű és pollenjének jellemzői (6)** fejezet található. A fejezet érdekes egysége a biológiai és környezetvédelmi jellegű leírásnak és a statisztikai elemzésnek, ahogy ezt Szerző a fejezet felvezető mondatában nem is titkolja. Elsőként (Bevezetés) áttekinti a parlagfű eredetét és elterjedésének folyamatát, majd a növény magyarországi elterjedésére fordítja figyelmét. Ezen belül részletesen foglalkozik a növény hazai „inváziójának” bekövetkeztét előidéző különböző faktorokkal: az éghajlati, az ökológiai, a mezőgazdasági és végül a környezetvédelmi jogi háttérrel.

Ezek után hirtelen váltással áttér eredményei egy részének ismertetésére, amelyek a következők:

1. A vizsgált növényfajok (24 faj) pollinációs időszakai, és az ezen időszakokban fellépő átlagos napi pollenkoncentrációk (pollenszámok).
2. A parlagfű pollenszámának évi átlaga és a maximális napi értékekből képezett évi átlagok (*ha ez utóbbit jól értem*) menete az 1989-2010 időszakban.
3. A parlagfű pollenszámok kumulatív összegei a pollinációs időszakban, és a „Makra-próba” által meghatározott legnagyobb pollenkoncentrációkat tartalmazó időszak (a nagy pollenszámú napok legnagyobb kockázatú időszaka).

4. Ugyancsak a „Makra-próba” által meghatározott szignifikánsan eltérő átlagos koncentrációjú időszakok (megjelenési, növekedési, maximum, lecsengési és megszűnési időszak), a parlagfű pollenkoncentráció éves átlagos menetét tartalmazó görbén. *Az éves lefutás napi bontású görbéjéhez képest véleményem szerint ez a kategorizálás elég kevés új információt tartalmaz.*

A fejezet a fenti eredményekből levont összefoglaló következtetésekkel zárul.

A következő fejezet, amely a **Parlagfű pollen transzport legcirkulációs pályáinak meghatározása Szeged térségében backward trajektóriák 3D clusterezésének alkalmazásával (7)** számomra kissé érthetetlen címet viseli (*esetleg nem 3D, azaz háromdimenziós backward trajektóriákról van szó?*). Bevezetéseként Szerző bemutatja azt a – meglepőnek tűnő tényt, hogy Szeged Európa egyik „pollen-fővárosa” az Ambrosia szempontjából, azaz itt található a kontinens parlagfű pollenkoncentráció maximuma. *Nagy kár, hogy az ábrából és szövegből sem derül ki, hogy a bemutatott maximum milyen átlagolási idővel értendő? Vagy csak egy adott év augusztusának utolsó 10 napjára vonatkozik?* Ennek közlését nem pótolja a hivatkozás. A trajektória-klaszterezés tudomásom szerint eléggé elterjedt eljárás a légszennyezés-transzport modellezésében, tehát nem valószínű, hogy igaz lenne Szerzőnek az a kijelentése, hogy még senki sem használt előtte éghajlatinak nevezhető időskálán ilyen módszert a különböző szennyezőanyagok származási helyének meghatározására. Ennek ellenére a parlagfű pollen vonatkozásában elfogadom állítását a vizsgálat újszerűségéről. A 3D inverz trajektóriák ezt követő elemzése és az ebből levont következtetések helytállóak, és sokoldalúak, érdekesek, így ezt fejezetet tartom a dolgozat egyik legértékesebb részének.

A következő fejezetben Szerző a pollenkoncentrációk légtömeg-típusok szerinti osztályozásával foglalkozik. A fejezet már megszokottan bonyolult címe a következő: **A napi átlagos pollenkoncentrációk objektív és szubjektív időjárás-típusok szerinti osztályozása és összehasonlító hatékonyság vizsgálata (8)**. A fejezet nehézkes nyelvezettel írott első részéből, amely az objektív klaszterezés eredményeit összegzi, az derül ki, hogy először a légtömeg-típusok klasztereit határozzák meg a Szegeden mért meteorológiai adategyüttesek (12 elemű, v. dimenziójú időjárás-vektorok) klaszterezésével, majd ezt követően meghatározzák a klaszter-középpontokhoz tartozó 24 elemű pollenkoncentráció-vektorokat, és párhuzamosan az ezekhez tartozó átlagos tengerszintre redukált légnyomás-mezőket az atlanti-európai térségre az ECMWF reanalízis mezőiből. (*Ha valamit rosszul értettem, kérem Szerzőt, válaszában térjen ki tévedéseimre. Ha mindent jól értettem, akkor nem értem, hogy miért beszél Szerző a légtömegek és a pollenkoncentrációk együttes klaszterezéséről, egészen pontosan „adott szempont szerinti légtömeg-tipizálásról”, hiszen a tipizálásnál nem kerülnek be az adatok közé a pollenkoncentrációk. Ha viszont egy másik lehetséges alternatíva igaz, azaz a meteorológiai jellemzőkből és a pollenkoncentrációkból egyesített, 36 elemű vektorokat alakítanak ki és ezeket klaszterezik, akkor az a kérdőjeles számomra, hogy „hogyan házasítható az alma a körtével”? Az időjárás-típusok feltételek ui. a pollenkoncentrációk kialakításában jelentős szerepet játszó tényezők, ugyanez nem mondható el azonban a pollenkoncentrációk időjárás-alakító szerepéről, mert ilyen nincs. Tehát az ok és az okozat keverékének klaszterezéséről van szó, amit módszertanilag én legalábbis nem tartok korrektnek. Másik problémám az egy pontban mért meteorológiai adatok alapján a térség időjárására, és így az előző fejezetben korrektül elemzett pollenszállítás hatására való következtetés.) Fentiek alapján tehát az ún. objektív klaszterezés újszerűségét és értékét nem tudom megítélni tudományos szempontból. A másodikként leírt szubjektív klaszterezés a jól ismert Péczy-féle makroszinoptikus v. időjárás-típusok helyzet-tipizálásból kapott osztályozás és a*

pollenkonzentrációk között teremt kapcsolatot. Ezt elfogadom, mert a Péczely-osztályozás (rejtetten) nem egy, hanem számos szinoptikai paramétert vesz figyelembe. Az utolsóként leírt összehasonlító elemzés az objektív és a szubjektív tipizálás hatékonyságáról, mely az objektív tipizálást hozza ki „győztesnek”, a fentebb leírtak fényében nem meglepő. Ha ui. a 36 elemű vektorok esetével van dolgunk, akkor a pollenkonzentrációk is jobban szétválnak, hiszen a klaszterezés tárgyai. Ha viszont csak a 12 elemű időjárás-vektorok klasztereződnek, akkor az eredmény azt jelenti, hogy a helyi tényezők befolyása domináns, és eléggé érdektelen, hogy milyen az időjárás helyzet egy nagyobb térségben. Mindezek alapján ezt a fejezetet, mint új tudományos eredményt, csak bizonyos fenntartással tudom kezelni. Leginkább az fogalmazódik meg bennem, hogy másképp kellett volna megírni, hiszen a lokális meteorológiai tényezők (a helyi időjárás) és a pollenszennyezés statisztikai kapcsolatának feltárása a leírtaknál a gyakorlat szempontjából nem kevésbé értékes, sőt talán értékesebb eredmény. Ez plusz a trajektória-analízis szerintem bőven lefedi a kérdéskört. Természetesen értem, hogy az európai szinoptikus helyzeteket (pontosabban ezek típusait) azért kellett bevonni az analízisbe, hogy a továbbiakban ismertetett pollenkonzentráció-előrejelzési módszerek alapjául szolgáljanak.

Mint az a fentiekből már sejthető, ezután az **„Objektív és szubjektív időjárás tipizáláson alapuló napi Poaceae pollenkonzentrációk becslése Szegedre lineáris regresszió segítségével” (9)** c. fejezet következik, amely címének megfelelően a fűfélék pollenkonzentrációinak statisztikai előrejelzési módszerével foglalkozik. Egyetértek Szerző azon megállapításával, hogy a pollenkonzentrációkat a helyi meteorológiai elemek együttese határozza meg, és nem ezek az elemek külön-külön, tehát multi-regressziós módszerek alkalmazása szükséges. Ez esetben csak öt meteorológiai állapotjelzőből álltak a prediktorként használt „időjárás-vektorok”: a hőmérséklet, a globálsugárzás, a relatív nedvesség, a tengerszinti légnyomás és a szélesebbég értékeiből. Ezen felül a frontátvonulások hatását is figyelembe próbálta venni a Szerző. Az objektív módszer az volt, hogy ezen időjárás-vektorok klasztereit készítette el Szerző, a szubjektív pedig az, hogy az időjárás helyzeteket a frontok alapján sorolta hat osztályba, melyeket itt nem sorolok fel. A kapcsolatkeresés az időjárás klaszterek/osztályok és a fűpollen koncentrációk között a variancia-analízis (ANOVA) alkalmazásával történt, szükség esetén a Tukey-teszt is alkalmazásra került. Kiszámításra került az időjárásvektorok és a kiválasztott pollenkonzentráció közötti lineáris és lépcsőzött regressziós kapcsolatok, melyek az egyes meteorológiai változók predikciós potenciáljára is rávilágítottak. A lineáris regresszióval kapott eredmények eléggé gyenge kapcsolatokat tártak fel, mivel a teljes varianciának kb. 30%-át sikerült csak megmagyarázni. Jobbnak tűnik a frontanalízisen alapuló szubjektív prediktorok használata, ahol egyes esetekben a variancia 70%-át is meg lehetett magyarázni. Sokat mondó azonban a módszer eredményességére vonatkozóan a Szerzőnek az a megállapítása, hogy a legjobb prediktor az előző napi pollenkonzentráció, mely 90%-os szinten szignifikáns. Ez alapján nagyon valószínű, hogy az ismertetett módszerek gyakorlati célokra nem alkalmasak. A következtetések eléggé triviálisak. Ábrákat ez a rész egyáltalán nem tartalmaz, amelyek nélkül az eredmények értékének megbecslése meglehetősen nehéz.

A következő fejezet címe: **„A napi parlagfű pollenkonzentráció becslése Szegedre előző napi meteorológiai változókkal regresszió analízis és kvantilis regresszió analízis alkalmazásával” (10)** azt sejteti, hogy itt kerül majd ismertetésre az eredmények központi része. A fejezet az ilyen típusú korábbi vizsgálatok igen részletes nemzetközi áttekintésével indul. Nyilvánvaló, hogy a címben szereplő szerény „becslés” megfogalmazás helyett a fejezetben leírt eredmények célja lényegében „a pollenkonzentrációk meteorológiai és pollen paramétereken alapuló előrejelzése” (idézet a Szerzőtől). Nem teszi hozzá, hogy statisztikai

típusú előrejelzésről van szó, mely a folyamatok legegyszerűbb „fekete doboz” modelljének tekinthető. Megemlíti, hogy léteznek bonyolultabb, részben determinisztikus módszerek is, mint pl. a neurális hálók módszere, de – állítása szerint – ezekkel a módszerekkel sem sikerült szignifikánsan jobb eredményeket elérni, mint a statisztikai módszerekkel. Végül szól a – véleményem szerint igazán korszerű – légköri transzport modellek alkalmazásáról, mint opcióról a pollenkoncentrációk előrejelzésére. Ezeket a modelleket azonban korlátozott alkalmazhatóságúnak nevezi, adathiányra hivatkozva. *Ezt az állítást nem tudom feltétel nélkül elfogadni, hiszen a pollenszám adatok kb. ugyanolyan számban és minőségben hozzáférhetőek, mint egyes kémiai légszennyezők adatai. Kérem szerzőt, hogy a védésen térjen ki e kérdéskörre.* A rész végén a 11. Táblázatban ismerteti a vizsgálati időszak 10 évében a jellemző parlagfű pollenkoncentrációkat Szegeden.

A második alpontban a regresszióval és medián regresszióval kapott eredményeket összegzi. Ismét hangsúlyozni szeretném, hogy az előző napi pollenkoncentráció legfontosabb (legjobb) prediktorként való említése, ráadásul a variancia kevesebb, mint 50%-ának lefedésével a többi prediktor gyakorlati alkalmazhatóságát is negatívan minősíti. *Ha egy meteorológiai változónál a megmaradási prognózis a legjobb, akkor azt előrejelezhetetlennek szoktuk tartani.* Ez vonatkozik az időfüggő lineáris regresszióra. Valamivel jobb eredményeket ad lefedett variancia-hányad szempontjából (~65-70%) az időfüggő nem-paraméteres regresszió, de itt is a legjobb prediktor az előző napi pollenkoncentráció, azaz *a megmaradási prognózist a meteorológiai elemekkel való kapcsolatokon alapuló módszerek nem képesek lényegesen javítani.* Ezek után a medián és egyéb kvantilis regresszióval kapott eredmények bemutatása következik. A levont következtetések – bonyolultságuk ellenére – kevés predikciós értékkel rendelkeznek. A 22. és 23. ábrán csak találgatni lehet, hogy melyik az előző napi pollenszám (prediktor) és az aznapi érték (prediktandusz). *Nem teljesen értem „az évi ciklus” kifejezés magyarázatát. Mit jelent az, hogy elhagyjuk a prediktorokat a modellekből?* Még egy ide kívánczó megjegyzés az, hogy miért csak a MAE és a RMSE került meghatározásra és a kiegészítőként jól használható ME nem? Így nem tudjuk, hogy alul-, vagy felülbecslésről van-e szó.

A következő fejezet, melynek címe **„A légúti megbetegedések többváltozós analízise és kapcsolatuk a meteorológiai paraméterekkel, valamint a fő biológiai és kémiai légszennyezőkkel” (11)** a címnek megfelelő komplex analízist. Az előbbi fejezetekhez hasonlóan a Bevezetés részletes áttekintést ad a légúti megbetegedések száma, valamint az azok egy növekvő hányadát kiváltó por- és pollenkoncentrációk növekedéséről az elmúlt években-évtizedekben Magyarországon. Ezen kívül itt kerül (ismét) kitűzésre a címben jelzett, elvégzendő komplex hatásvizsgálat. Először 5 meteorológiai elemről álló együttesek klaszterei és az ezen együttesekkel jellemzett napok betegségei között keresett kapcsolatot a Szerző a variancia-analízis (ANOVA) segítségével, majd a Tukey-teszt segítségével kiválasztotta a szélsőségesen különböző betegségeket eredményező időjárási klaszterpárokat. A vizsgálatot külön-külön végezte el a parlagfű pollenszezonjára és a pollenmentes időszakra. Itt nem világos, hogy csak az Ambrosia pollenjére nézve negatív, vagy a teljesen pollenmentes időszakra van-e szó. Tehát két klaszter-együttes vizsgálatára került sor, melyek közül az egyik 5, a másik 4 klaszterből állt. A maximális betegségeket eredményező időjárási klaszterek kiválasztás mindkét esetben megtörtént. *Magyarázatot ezen időjárás-betegség kapcsolatokra nem kapunk/ nem lehetséges?* Ez után időkéséses hatásvizsgálatokról esik néhány szó, melyek célja a retardált hatások feltárása.

A következőkben a betegek korcsoportjai és a pollinációs/pollenmentes időszakok teljes (meteorológiai, levegőkémiai és aerobiológiai (pollenszám) ható tényezők figyelembe vételével végzett) faktoranalízise eredményeinek leírása következik. A korábbiakban már említett „beforgatásos” módszer alkalmazásával az 1. faktor-vektorra centrált eredmények



alapján Szerző azt kapta, hogy a pollenszezonban a döntő többséget jelentő felnőtt betegeknel a parlagfű pollen és a PM<sub>10</sub> porkoncentráció a legfontosabb ható tényezők. Összességében viszont a kémiai légszennyezők együttese a domináns hatású. Ez utóbbi igaz a pollenmentes szezonban is. *Nem értem a betegszám elnevezésű prediktor (valószínűleg valamely előző időszakra vonatkozó betegszám) előjelváltását a két korcsoport között. Általában a kémiai légszennyezőknél talált negatív előjelű korrelációk megértése nehézséget okoz számomra (pl. a CO, vagy az SO<sub>2</sub> esetében. Kivétel az O<sub>3</sub> esete, ahol a POA néven ismert negatív kapcsolat Szerző által adott kémiai magyarázatát hipotézisként elfogadom.*

Ezek után az időfüggő többváltozós lineáris regressziós eredmények ismertetése következik. A betegszámoknak az előbbi magyarázó változók által megmagyarázott varianciája jóval kisebb az időskorúaknál, mint a felnőtt-korúaknál. Itt az ózon és a PM<sub>10</sub> porkoncentráció mutat kiemelkedő megmagyarázott variancia-hányadot. Bemutatásra kerül a legfontosabb magyarázó változók regressziós együtthatóinak évi menete is, valamint a kémiai légszennyezők transzportjának szerepe. Általában véve az e fejezet végén adott elemzés egyike a dolgozat legszínvonalasabb részeinek.

A monográfiának is beillő disszertáció legutolsó fejezete „**Az allergén pollenek trendjei Közép-Európában, Szeged példáján**” címmel a jövő kilátásait latolgatja a pollenszennyezés és annak következményei terén, a közelmúltban bekövetkezett változások alapján. A fejezetek szokásos struktúráját követve ez is egy irodalmi források említésében gazdag bevezetővel nyílik, mely a Szerző témában való tájékozottságát bizonyítja. Szerző az IPCC AR4 és a nemzetközi szakirodalmi források, valamint saját kutatások eredményeinek alapján a pollenszezon jellemzőinek a globális éghajlatváltozás nyomán várható regionális változásai feltérképezését jelöli meg a fejezet céljaként a Dél-Alföld térségére. 19 taxon pollenszezonjának jellemző adataiból állt a vizsgálati adatbázis biológiai része, míg a meteorológiai rész 7 meteorológiai adatból. A trendbecslésre használt adatsorok kissé hosszabbak, 11 évesek (1997-2007), de nem érik el a standard éghajlati időskálát. Az éves skálájú jellemzők trendjei közül a parlagfű, a fűfélék, a nyárfa és a csalán trendjei mutatják a növényfajok terjedésére és pollenszórására vonatkozó maximális trendeket. A szignifikáns értékeket (különböző szinteken a Mann-Kendall teszttel különítették el. Ezután a napi pollenszámokból származtatott évi összes pollenszámok trendjeit számították. *Nem teljesen értem, mi a különbség a 20. Táblázatban megjelenített ezen adatok és a 19. Táblázatban szereplő ugyanilyen adatok között.*

Ezután a korábban említett meteorológiai (ill. Szerző által éghajlati változónak nevezett) mennyiségek lineáris kombinációja és a pollenkoncentrációk napi adataiban észlelhető trendek meredekségei közötti kapcsolat szorosságát vizsgálja a Szerző. Erre a célra használja a (bírálatomban is) már korábban említett MAM mérőszámot (Meyer, 2001). Rövid elemzés és közvetlen következtetések levonása következik (nyárfa, tiszafa, és csalán – szignifikáns évi összes pollenszám növekedés, nyárfa és diófa –évi csúcskoncentráció növekedés, szilfa –legnagyobb csökkenés) 30-ból 21 szignifikáns kapcsolat). Érdekes, hogy a parlagfű esetében számos eredmény visszahúzódsra utal. Csak tán nem a jótékony emberi beavatkozás (irtás) hatására? Itt már Szerző tiszta ökológiai fejtegetésekbe is bocsátkozik, mint pl. az akácfa-ültetvények hatása a csalán produktivitására, stb. A rendkívül érdekes 22. Táblázatban foglalja össze a várható regionális klímaváltozás által veszélyeztetettnek (kipusztulónak: szil és hárs), arra nem érzékenynek, valamint az annak következtében terjeszkedőnek (invazívna, de nem feltétlenül idegen eredetűnek: parlagfű, nyárfa, egyes fűfélék, csalán) minősített növényfajtaikat. A 23. Táblázatban a pollenszezon-jellemző változások összehasonlítását mutatja be Szeged és Közép-Kelet Európa átlaga között. Ezzel ér véget a csaknem pontosan 100 oldalas elemzés.

A 13. fejezet, amely a **Végső következtetések** nevet viseli, az értekezés összefoglalását, lényegében az értekezés **Téziseit** tartalmazza. Az itt felsorolt eredmények:

1. Az ún. Makra-próba alkalmazásával a parlagfű pollenszezon legfontosabb szakaszainak elkülönítése Szeged térségére. Én – mivel semmiféle külső hivatkozást nem találtam a matematikailag korrekt, jelentéktelenül módosított t-próbával azonos „Makra-próbára” – értelmetlen szerénytelenségnek vélem az elnevezés használatát. Egy nem matematikus szakembertől ez a módosítás szép eredmény, és Jelöltnek a „felfedezés” öröme okozta lelkesütségével magyarázom a nem túl szerencsés elnevezés használatát. Lehetett volna az elnevezés *részmintás t-próba*, vagy valami ilyesmi.

2. A 3D inverz trajektóriák módszerének alkalmazásával a legfontosabb parlagfű pollen forrásterületek meghatározása a fenti térségre, valamint a különböző távolságú pollenszállítások relatív súlyainak meghatározása (heurisztikus módszerrel). *Az itt alkalmazott klaszter-analízis során Szerzőnek a Mahalanobis-metrika alkalmazásával kapcsolatban tett megjegyzését annak matematikai módszertani tisztázó szerepével kapcsolatban nem értem.* A convhull konvex burok készítő algoritmus jól ismert, sokszor alkalmazott, legfeljebb az adott kontextusban számít újszerűnek. Egyébként a sorból kilógó szinguláris trajektóriák (outlierek) miatt általában túl nagyok adódó konvex burkok nem túl jellemzőek, felülbecsülik az átlagos transzport távolságot. Hála Istennek Szerző a szállítási távolságok heurisztikus becslésében a realizmus talaján maradt.

3. A tengerszintre redukált, reanalízisből (ERA40) származó, rácshálózaton adott (gridded) légnyomási mezők klaszterezése alapján elkészített ún. objektív, és a Péczely féle ún. szubjektív időjárési típusok és a szegedi pollenkoncentrációk statisztikai kapcsolatba hozására tett, véleményem szerint mérsékelt sikerű kísérlet. *Kételyeimet arra az előző pontban leírt eredményre alapozom, mely szerint a közepes távolságú (1-100 km-ig terjedő transzport skála) feletti skálák nem nagyon részeseznek a helyi pollenkoncentrációk kialakításában. Ezt megerősíti, hogy Szeged a kontinentális maximum-koncentráció (Újvidék) közvetlen közelében van, s a maximumhoz a légköri szállítás általános szabályai (fizikai törvényei) szerint „nem szokás” még hozzászállítani.* Még egy dolog az, hogy az eredmények ellentmondásosak és gyakorlati értékük is csekély, hiszen a helyi meteorológiai tényezőkkel való kapcsolat bír a legnagyobb használati értékkel. Ha nagyobb térségre tekintünk is ki, akkor is elég lett volna egy releváns korlátos tartományú előrejelzési modell tartományát, ill. ennek időjárési helyzetét figyelembe venni.

4. Többféle regressziós módszert: időfüggő lineáris regressziót és időfüggő (retardált) nem-paraméteres regressziót, medián és kvantilis regressziót alkalmazó statisztikai előrejelzések készítése a Szeged térségi pollenkoncentrációra. Az eredmények itt is a módszerek mérsékelt sikerességéről tanúskodnak. Én a magam szubjektív mércéjén csupán a nem-paraméteres medián regressziós eredményeket tartom gyakorlati értékűnek a MAE értékek alapján. *Felmerül a kérdés, hogy a számításoknál használt csapadékos nap - nem csapadékos nap elkülönítés előrejelzése mennyire megbízható egy pontra, mint pl. Szeged. Mit jelent az évi ciklus előrejelzés? (13. Táblázat). Lehet, hogy én olvastam felületesen, de nem találtam meg a definícióját.*

5. A légúti megbetegedések többváltozós analízise, a meteorológiai paraméterek, a kémiai légszennyező-koncentrációk és a pollenkoncentrációk (összes és Ambrosia) függvényében. Ezt a részt, mint korábban is kifejtettem, módszertanilag korrektnek, és interdiszciplináris, hasznos és új eredményeket szolgáltatónak tartom (köznapi nyelven, ez

tetszett), annak ellenére, hogy, mint minden statisztikai elemzés, ez is számos kétséges, nehezen indokolható és ezért nem feltétlenül helyes indoklású eredményt adott. Újszerű a bevont prediktor változók nagy száma és dicséretes az itt adott mértéktartó, de mégis magyarázatra törekvő elemzés.

6. A pollenkoncentrációk éves és napi jellemzői közelmúltbeli trendjeinek kvantitatív feltérképezése és ennek alapján kvalitatív becslés a jövőre nézve. Pontosabban a várható (allergén?) pollenű növényfajták besorolása a várható klímaváltozás regionális időjárási következményeinek hatására történő pollentermelés degradáció, intaktság, ill. stimuláció vonatkozásában (ami nyilván szorosan összefügg a vizsgált növényfajok elterjedésének jellemzőivel.) *Itt a szakirodalomban új kapcsolati mérőszámok használatára is sor kerül (AM, MAM), amelyek a trendek deriváltjai közötti kapcsolatokat írják le. Jellemzik így az egyes taxonok (melyeket magyarul talán helyes lett volna növénycsoportoknak nevezni, és így a ritkán használt taxon kifejezést megmagyarázni) klímaérzékenységét is. Vannak újszerű kockázati jellemzők is, melyek a terjeszkedési potenciál (evasive potential, EP) és a kockázati potenciál (risk potential, RP). Nem világos, hogy ezek Szerző által lettek bevezetve, vagy az irodalomból származnak. Mennyire elfogadottak ezek a mérőszámok?*

### ***Vélemény a doktori értekezés felépítéséről (és nyelvezetéről)***

A véleményezett disszertáció felépítése a fejezetek egymásutánját tekintve teljesen logikus, ebből a szempontból egyetlen formál-logikai kifogás sem tehető, tehát jelölt jeles eredménnyel „vizsgáljuk”. Más kérdés az, hogy az értekezés vulgárisan kifejezve „kegyetlenül nehezen olvasható”. Ennek oka elsősorban az a végletekig vitt teljességre és tökéletességre való törekvés, amely a fejezetek egységes, szimmetrikus szerkezetű alpontokra bontott szövegében is megnyilvánul. Tömörített hatalmas információtömeget tartalmaz mindenütt a szöveg, Szerző mindegyre (minden fejezetben) visszatér a korábbi releváns kutatások leírására, a módszertanra, és rendkívül terjengősen értékeli az eredményeket, folyamatosan kiemelve, hogy szerinte mi a saját eredménye. Ezért kellett 10 oldal, a teljes szöveg 10%-a a bírálónak is, hogy legalább felszínes áttekintést adjon az értekezés tartalmáról. Magyarán: az értekezést (mivel nem tudom udvariasabban kifejezni) szódömping jellemzi. A szódömping legjellegzetesebb indikátora a fejezetek kacifántos, ismétléseket tartalmazó címe, melyeket az előbbieken éppen ezért írtam ki.

A másik dolog, amely az olvasást nehezíti egy biológiában nem járatos olvasó számára a növényfajok latin nevének következetes használata, ami szerintem teljesen felesleges. Nem is beszélve a taxon névhasználatról, ami biológiailag precíz, mivel az osztályozás különböző fokozatait képező növénycsoportok összefoglaló neve. A legrövidebben talán a Wikipédia szócikkből vett alábbi táblázat mutatja be a taxonokat.

Latinul	Magyarul
<i>regnum</i>	<a href="#">ország</a>
<i>phylum / divisio</i>	<a href="#">törzs</a>
<i>classis</i>	<a href="#">osztály</a>
<i>ordo</i>	<a href="#">rend</a>
<i>familia</i>	<a href="#">család</a>
<i>genus</i>	<a href="#">nemzetség</a> (növényeknél és gombáknál), <a href="#">nem</a> (állatoknál),

<i>species</i>	<a href="#">faj</a>
<i>subspecies</i>	<a href="#">alfaj</a>
<i>varietas</i>	<a href="#">változat</a>
<i>forma</i>	<a href="#">alak</a>

A törzs latin neve kétféle lehet, növényeknél és gombáknál *divisio*, más esetben *phylum*.

Ezt kifejezést (t.i. taxon, a fentiek alapján) azonban egy, a földtudományok osztályához tartozó tudósok által bírált disszertációnál magyarázat nélkül használni kockázatos. Elég lett volna helyette a *növények*, esetleg helyenként a *növények és növénycsoportok* szóhasználat, ami ha hosszabb is, de legalább egyértelműen érthető magyarul.

### *Vélemény a doktori értekezésben közölt új tudományos eredményekről*

Nyilvánvalóan ez a legnehezebb és döntő kérdés, melyre válaszolnom kell. Sajnálom, hogy válaszom – lehetségesen – megszegi az erre vonatkozó szabályokat.

A probléma lényege az, hogy a Makra László által benyújtott MTA doktori disszertáció eredményeit **egyenként** nem tartanám elégségesnek a doktori cím megszerzéséhez. Újszerű matematikai eredményt nem találtam a munkában, esetleg újszerű alkalmazását ismert matematikai módszereknek az adott szakterületen. Nagyjából ugyanez vonatkozik az elért eredményekre, melyeknek nyilvánvaló földrajzi korlátait, azaz, hogy egyetlen pontra vonatkoznak, tartom első számú korlátozó tényezőnek értéküket illetően. Ezt enyhíti, hogy Szeged éppen (majdnem) az európai kontinentális pollen-maximum pont, melynek adatai kiemelkedően fontosak. Rettentően nehéz a munka tudományági besorolása is, hiszen meteorológiával, biológiával és orvostudománnyal kapcsolatos eredmények egyaránt megtalálhatók a dolgozatban. És itt lehet az előbb felsorolt negatív faktorokról áttérni a pozitívumokra. A dolgozat nagyon korszerű, több tudományág eredményeit **szintetizáló mű**. **Célkitűzése**, az időjárás – pollenbiológia – humánallergia komplex lánc feltárása teljesen egybevág a mai szintetikus tudományos irányzatokkal. **Teljes, monografikus jellegre** való törekvése meghaladja egy átlagos disszertáció követelményeit, teljesíti a tudományos monográfiák iránti tudományos követelményeket (stilisztikai javítások után). Nem utolsósorban a Szerző által viszonylag rövid idő (egy évtized) alatt elvégzett és az értekezésben összetömörített tudományos munka mennyisége rendkívüli (az ezredfordulótól kezdve foglalkozik e területtel). A matematikai statisztika szinte teljes tárházát felvonultatja vizsgálataihoz. Valójában az a kérdés, hogy az egyenként tudományos áttörést nem jelentő, de azért összefoglaló jellegükkel mindenképpen újszerű eredmények összessége ellensúlyozza-e az egyes eredmények szerény voltát. A másik pedig a már említett dilemma, hogy mely tudományhoz tartoznak ezek az eredmények. Én mindenképpen biológust és allergológus szakorvost<sup>2</sup> is bevontam volna a bírálatba, így lenne biztosított a teljes objektivitás. Hosszas vívódás után az értekezésben megjelenített vizsgálatok és eredmények **összességét** korszerű, és újszerű összefoglalásnak tekintem egy kevésbé kutatott területről, a pollen-klimatológiáról (maga a kifejezés is újszerű és interdiszciplináris), így a művet **alkalmasnak** minősítem a megpályázott fokozat elnyerésére és javaslom a nyilvános védelem kitűzését.

<sup>2</sup> Lábjegyzetben jegyzem meg, de nagyon nehezményezem, hogy légúti megbetegedésekkel és nem kifejezetten pollenallergiával foglalkozik a Szerző (és mások is). Egy torokráknak, vagy tüszős mandulagyulladásnak mi köze van a pollenekhez?

## ***Vélemény az új tudományos eredmények hazai és nemzetközi publikáltságáról***

Erről a kérdésről a Jelölt habitusának jellemzésénél lényegében már pozitívan nyilatkoztam. A Jelöltnek a Tézisekben található publikációs listája a 23, közvetlenül az értekezés tárgykörébe vágó (ott is leírt tartalmú) és további 17, ezekhez csatlakozó (az értekezésben nem ismertett tartalmú) pollen-klimatológiai és pollenek által okozott allergikus légúti betegségekkel foglalkozó publikációt tartalmaz. Ezek többsége külföldi folyóiratokban jelent meg. Jelölt kumulatív impakt faktora számomra nem ismert. A publikációkat nem láttam, tehát az eredmények megfelelő reprezentáltságáról érdemben nyilatkozni nem tudok. Néhány fontos publikáció másolatának csatolása segített volna. Mindazonáltal feltételezem, hogy e publikációs vizsgálatok már megtörténtek, és kezdeti pozitív véleményemet, amely a teljes életpályán alapul, mindenképpen fenntartom.

## ***Tartalmi kérdéseim és megjegyzéseim a doktori értekezéssel kapcsolatban***

Eredetileg ezt a részt, a bírálatokban szokásos módon, különállón kívántam megfogalmazni. Az értekezés olvasása közben azonban annyi kérdés és megjegyzés merült fel bennem, hogy úgy döntöttem, unortodox módszert választok ezek megfogalmazására. Így aztán a második pontban, az értekezés leírásában a dőlt betűvel szedett szövegekkel jelenítettem meg azokat a kérdéseimet és megjegyzéseimet, melyekre Jelölttől válaszokat ill. reflexiókat várok. A válaszok megkönnyítése érdekében itt - a bírálatban megjelenő sorrendben - röviden felsorolom a megjelölt témák címeit. Még egyszer hangsúlyozom, hogy a kérdések és megjegyzések teljes szövege a második pont szöveggörnyezetében (kontextusában) van elhelyezve:

1. A meteorológiai mérési adatok átlagolásával kapcsolatos problémák.
2. A pollencsapda működésével/működtetésével kapcsolatos kérdések.
3. A kémiai és biológiai légszennyezettségi mérési adatok térbeli reprezentativitásáról mondottak összefüggőbb, konkrétabb kifejtése, vagy utalás saját tudományos műre, ahol ez megtörténik. A párhuzam feloldása a későbbi származási hely identifikációkkal. Miért nem vonatkozik ez az elemzés a meteorológiai adatokra is? Miért nem hagyható el itt ez a fejtegetés?
4. A napi meteorológiai adatok előállításának problémája az órás adatokból, pl. a globálsugárzás, vagy a szélsébség-vektor esetében.
5. A pollenszezon meghatározásának problémája (másodvirágzások, Ambrosia pollenszezonjával való azonosítás).
6. A pollenszámok lognormális eloszlásának bizonyítása.
7. A használt térképvetület (valószínűleg polársztereografikus projekció) kérdése.
8. A relatív topográfia (milyen?), mint frontindikátor felhasználásának problémája.
9. A faktoranalízis befejező lépéseként használt ún. speciális transzformáció elterjedtsége a mat. stat.-ban, hasznosságának általános értékelése (érthetőbb magyarázat kellene).
10. A használt kapcsolati mérőszámok (AM, MAM) elterjedtsége a mat. stat.-ban, hasznosságuk általános értékelése (érthetőbb magyarázat kellene).
11. A 9. ábrán látható „maximális pollenszám” érthető magyarázata a jobboldalon megadott mértékegység figyelembevételével.
12. A Makra-teszt által adott új információ hozzáadott értékének becslése főleg gyakorlati szempontból.
13. A 12. ábra pontosabb magyarázata.

14. A szegedi időjárás-típusok és esetleg a velük egyesített szennyezőanyag-koncentráció típusok vektorainak pontos értelmezése, tehát az ún. objektív klaszterezés pontosabb megfogalmazása.
15. A trajektória- és diszperziós módszerek elutasítása a pollen-előrejelzés lehetséges eszközeként.
16. A 10. fejezettel kapcsolatos dőlt betűs, itt fel nem sorolt megjegyzések magválaszolása.
17. Az időjárási vektor-klaszterek és a betegszámok közötti kapcsolat értelmezése, ha lehetséges.
18. A betegszám-kémiai légszennyező anyag koncentráció kapcsolatoknál nem magyarázott negatív korrelációk lehetséges magyarázata.
19. A 19. és 20. Táblázatok részleges átfedésével kapcsolatos megjegyzés.

A fenti kérdéseket és megjegyzéseket a védésen nem fogom teljességében felolvasni, kérem tehát a Jelöltet, hogy rájuk adott szóbeli válaszában ismertesse a kérdést/észrevételt is.

A 13. Fejezettel, mint a Tézisekkel gyakorlatilag identikus Összefoglalással kapcsolatos kérdéseimet és megjegyzéseimet – mint kiemelten fontosakat – külön, részletezve közlöm azáltal, hogy a bírálóknak a 13. Fejezetre vonatkozó részét teljes egészében felolvasom. Ezért ezeket itt most nem listázom.

### ***Vélemény az értekezés nyelvezetéről és az egyéb formai követelmények teljesítéséről***

E pont tartalmát lényegében lefedik korábbi fejtegetéseim az értekezés felépítéséről és nyelvezetéről. Még egyszer hangsúlyozom, hogy Szerző nyelvezete teljesen korrekt magyar nyelv, de ismétlésekkel, bonyolult szószerkezetekkel túlszűfolt, helyenként tudományoskodó, ezért nehéz olvasmány.

Itt kell megjegyeznem, hogy a közölt Ábrák színvonalával egyáltalán nem vagyok elégedett. Gyakran túl kicsik (hasonlóak az ECMWF levélbélyeg formátumú ensemble előrejelzéseikhez), nem megfelelőek ahhoz, hogy a szövegben róluk leírt részleteket tükrözzék, és megjelenítési módjuk is elavult (színezés?). Ma egy BSc értekezéstől szebb és főleg jobban követhető ábrákat várunk el! Sok a pontatlanság a mértékegységekben és a magyarázó szövegekben is. A Táblázatok minősége és érthetősége – néhány címbeli hiba ellenére – sokkal jobb.

### ***Vélemény a tézisekről***

Ezt a véleményemet – részleteiben – az értekezésnek a tézisekkel lényegében megegyező 13. fejezetének elemzésekor már kifejtettem. Összességében megállapítom, hogy az e fejezet szövegéhez képest néhány kisebb korrekción átesett Tézisek jól tükrözik az értekezés tárgyát és eredményeit, a korrekciók javították a fogalmazást.

### ***Összefoglalás***

A fentiek alapján, vagy a fentiekben esetenként megfogalmazott kritikai észrevételek és intések ellenére Makra László MTA doktori értekezését elfogadom, és javaslom a nyilvános vita kitűzését.

Szentendre, 2013. márc. 5.

dr. Práger Tamás