

A Meteorológus TDK 2007. évi kari konferenciája  
2007. december 7.

Az előadások összefoglalói

Szerkesztette: Weidinger Tamás



ELTE Meteorológiai Tanszék

Budapest, 2007.

## Az aeroszol méreteloszlásának jellemzői Budapesten napspektrofotometriás mérésekből számított aeroszol optikai mélység spektrumok alapján

Fogarasi Szilvia V. éves meteorológus hallgató

Témavezető: Tóth Zoltán, vezető főtanácsos, OMSz

A Napból érkező elektromágneses sugárzás gyengülése a Beer-Bouguer-Lambert törvény alapján írható le. A közegben a sugárzás abszorpcióval és szóródással gyengülhet. Ha az adott légrétegben mindkét folyamat jelen van, akkor az extinkciós koefficiens a két hatás abszorpciós- illetve szóródási koefficiensének összegeként számolható. Az egyenlet átalakítva az extinkciós koefficiens kifejezhetjük, melynek teljes légoszlopra vett integrálját véve vezethetjük be az optikai mélység fogalmát. Az pedig nem más, mint a világútból a  $z$  magasságú pontba jutó  $\lambda$  hullámhosszú sugárzás gyengülésének a mértéke.

Napspektrofotométeres mérések esetén a Földre a világútból a Nap felől érkező sugárzás és a felszínen (vagyis  $z = 0$  magasságban) mért irradiancia-értékek különbségéből kiszámíthatjuk az adott hullámhosszra érvényes teljes optikai mélységet. A teljes optikai mélységet természetesen a légköri gázok abszorpciója, a Rayleigh-szóródás, valamint az aeroszlok adott hullámhosszon érvényes abszorpciója és szórása együttesen határozza meg. Ha olyan hullámhosszakot választunk, amelyekben a gázok abszorpciója elhanyagolható mértékű, vagy legalábbis csak az ózon abszorbeál, akkor elegendően pontos aeroszol optikai mélységet is számíthatunk a mérésekből. (Az ózon mennyiségét, s így hatását a szintén rendelkezésre álló helyi mérések alapján pontosan meg tudjuk határozni. A Rayleigh-szóródás optikai mélysége a szóródás elméletéből ismert formulák alapján kiszámítható.) Korábbi kutatások alapján az erre legalkalmasabb, s ezért a szakdolgozatban is felhasznált hullámhosszak: 368 nm, 380 nm, 412 nm, 450 nm, 500 nm, 610 nm, 675 nm, 778 nm és 862 nm.

A dolgozat törzsét – a fentiek alkalmazásával – a King-féle módszer hazai adatsorra való adaptálása alkotja. Az új módszert a következőkben foglalhatjuk össze:

Az atmoszférikus aeroszol részecskék mérete és az aeroszol optikai mélységének hullámhossz-függése közötti kapcsolatot elsőként Angström feltételezte, aki egy empirikus összefüggést határozott meg, mellyel a domináns részecskeméret becsülhető az aeroszol optikai mélység hullámhossz-függése alapján (1929).

King és munkatársai egy korábbi, a szög szerinti szóródás intenzitásáról készült elméleti munkát bővítették ki a légoszlopra vonatkozó aeroszol méreteloszlás becslés problémájával, méghozzá spektrális optikai mélység mérések inverziójának alkalmazásával. A módszerben új elemként egy, a mérési változók nagyságrendjét explicit tartalmazó inverziós formulát vezetünk le és alkalmazunk az optikai mélység mérési eredményekre. Így a korábbi munkákkal ellentétben nem csupán a domináns részecske méreteloszlásra kapunk eredményt, hanem helyette a valós méreteloszlást becsüljük a teljes légoszlopra nézve.

## Üvegházhatású gázok nagy pontosságú mérése Magyarországon

*Kovács Edina*, V. éves meteorológus hallgató

Témavezetők: *Dr. Barcza Zoltán*, egyetemi adjunktus, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék,  
*Dr. Haszpra László*, c. egyetemi docens, vezető főtanácsos, OMSz,  
*Dr. Szilágyi István*, tudományos munkatárs,  
MTA Kémiai Kutatóközpont

Az elmúlt 20 évben egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy a globális léptékű környezeti változások oka elsősorban az üvegházhatású gázok (szén-dioxid, metán, dinitrogén-oxid, stb.) légköri koncentrációjának növekedése. Emiatt napjainkban egyre nagyobb figyelmet kapnak a légköri üvegházhatású gázokkal kapcsolatos kutatások. A mérőhálózat bővítése és a gázok légköri mennyiségének minél pontosabb meghatározása lehetővé teszi, hogy a folyamatok leírására készített modelleket verifikáljuk, pontosítsuk.

Magyarországon a 80-as évek eleje óta folynak szén-dioxid koncentráció vizsgálatok, az egyéb üvegházgázok légköri mennyiségének mérése azonban újkeletű. Hegyhátsál község közelében levő TV torony felhasználásával 2006. január 31. óta végzünk folyamatos üvegházgáz koncentráció-méréseket az itt működő automatikus gázkromatográf segítségével. A mintavétel 96 m magasságból történik. A magas mérőtornyos mérések világszerte egyre nagyobb teret hódítanak, mivel jelentős térbeli reprezentativitással rendelkeznek.

Vizsgálataink kiterjednek a szén- dioxidon ( $\text{CO}_2$ ) kívüli egyéb fontos üvegházhatású gázok – metán ( $\text{CH}_4$ ), dinitrogén-oxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ), és kén-hexafluorid ( $\text{SF}_6$ ) – valamint a szén-monoxid ( $\text{CO}$ ) légköri koncentrációjának a meghatározására is.

Tudományos Diákköri munkám célja, hogy bemutassam a mérőállomás gázkromatográfiás mérési programját. Ismertetem az alkalmazott kalibrációs eljárásokat, illetve segítségükkel meghatározom a mérés pontosságát is. A kalibrált adatsor segítségével előállítom az egyes gázok koncentráció változásait, vizsgálom a gáz-koncentrációk változékonyságának az okait is.

## **Európai ózónmérő hálózat idősorainak geostatisztikai és periódus vizsgálatai**

Zsugyel Márton, IV. éves meteorológus hallgató

Témavezető: Dr. Kovács József, egyetemi adjunktus,

ELTE TTK Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék

Az interneten elérhető EMEP troposzférikus ózónmérő hálózatának idősorait elemeztük. A felhasznált adatok Európa mintegy 160 állomására vonatkoztak. Az adatsorok hossza állomásonként eltérő volt: geostatisztikai vizsgálatainkhoz a 2003-as méréseket, a wavelet analízishez az 1995-1997 és 2001-2003 közötti két, három éves időszakot használtuk fel. Az adatok óras időközönként álltak rendelkezésünkre.

A geostatisztikai vizsgálatban arra a kérdésre kerestük a választ, hogy milyen térbeli hatástávolság állapítható meg a troposzférikus ózon esetében. Az egyszerűbb megközelítés miatt izotróp térbeli eloszlást tételeztünk fel. A vizsgálatot a geostatisztika egyik alapfüggvényével, a variogram függvénnyel végeztük el. A 2003-as évben minden évszak középső hónapjának középső napjára három időpontban számoltuk ki a variogram függvényt. A júliusi időpontokra szférikus, míg más időpontokra röghatás típusú empirikus variogram függvényeket kaptunk. Ez utóbbi azt jelenti, hogy a rendelkezésre álló állomássűrűség elégtelen a hatástávolság meghatározásához. A júliusi időpontokra becsült hatástávolságok: 200 km és 650 km.

Áttekintve az egyes variogramokhoz tartozó meteorológiai helyzeteket, feltételezzük, hogy a hatástávolság meghatározhatósága függ az adott meteorológiai helyzettől.

A dolgozat második felében az ózon-koncentrációk idősoraiban megjelenő periódusok tulajdonságait vizsgáltuk. Az idősorban megjelenő frekvenciák feltárására a wavelet spektrum felbontást alkalmaztuk. Ez az eljárás, szemben a hagyományos Fourier-módszerrel, lehetővé teszi a frekvenciák időbeli változásának a vizsgálatát is. A felbontást követően mindegyik idősorban (különböző intenzitással) megfigyelhető a napi periódus, melynek intenzitása változik az év folyamán. A frekvencia-spektrumokban a napi ritmuson kívül igen intenzíven jelennek meg a hosszú hullámhosszú változások.

## Savas ülepedés Magyarországon 1880-tól napjainkig

*Móring Andrea*, IV. éves meteorológus hallgató

Témavezető: *Dr. Haszpra László*, c. egyetemi docens, vezető főtanácsos, OMSz

A környezeti savasodás hatása először az 1970-es években a skandináv tavak tömeges halpusztulásában mutatkozott meg. A jelenség ezután világproblémává nőtte ki magát, a vegetációra, a talajra és az emberi szervezetre gyakorolt káros hatása, valamint a műemlékek és szobrok korrodálódásában való szerepe hamar nyilvánvalóvá vált. A savasodás jelentőségének és a probléma országhatároktól való függetlenségének felismerése vezetett a megoldás felé tett első lépéshez, a Genfi Konvenció létrehozásához.

Bár Magyarországon a tavak magas karbonát és hidrogén-karbonát tartalma miatt a tópusztulás nem jellemző probléma, a savasodás széles skálán érezteti hatását. A terméshozam-csökkenés és az erdőpusztulás csak a példák töredéke.

Tudományos Diákköri dolgozatom elsődleges célkitűzése bemutatni a kénvegyületek kibocsátásának és ülepedésének időbeni változását Magyarországon az 1880-2007-es időszakban. Vizsgálatom alapjául Sophia Mylona 1993-ban megjelent tanulmánya és eredményei valamint a kénkibocsátásra vonatkozó EMEP-adatok szolgálnak.

A kénvegyületek mellett egy szűkebb időskálán megvizsgálom a nitrogénvegyületek emissziójának és depozíciójának változását is az ország területére vonatkozóan.

Az eredmények alapján elsősorban azokat a kérdéseket próbálom megválaszolni, hogy milyen hatással voltak a nagyobb történelmi események az ország kibocsátásaira és azt, hogy milyen irányba befolyásolta az emissziót a 1979-es Genfi Konvenció, majd később a további négy környezeti savasodás problémáját célzó jegyzőkönyv aláírása.

Munkám fő célja mellett szeretnék átfogó képet adni a savasodásért felelős nyomanyagok forrásairól, légkörben való kémiai átalakulásukról, ülepedési folyamataikról, illetve a környezetre gyakorolt hatásukról.

## **Egy amatőr meteorológiai regisztráló műszer bemutatása és mérési eredményei**

*Opre Gábor*, III. éves meteorológus hallgató

Konzulens: *Dr. Weidinger Tamás*, egyetemi docens, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék

Rendszeres meteorológiai méréseket és megfigyeléseket 1992. óta végzek. Az előző években számos meteorológiai műszert készítettem, s ezek segítségével próbáltam kapcsolatot teremteni az egyes időjárási elemek és események között.

Az elmúlt évben egy összetett, analóg elven működő meteorológiai regisztráló műszert készítettem. Kivitelezése olcsó, és viszonylag egyszerű. Anyagára körülbelül 15-20 ezer Ft. A műszer mechanikus elven, papíron, grafikus formában jeleníti meg a levegő nyomását, a szélerősséget, a levegő hőmérsékletét, és a csapadék intenzitását az idő függvényében. Egyszerre akár fél év regisztrálására elegendő papírt is könnyedén képes kezelni. A regisztráló író fejek folyamatos tintapótlása is megoldott. A berendezés nagy előnye, hogy hosszú időn keresztül, beavatkozás nélkül, megbízható módon képes rögzíteni a legfontosabb időjárási elemeket. Emellett az érzékelők úgy lettek kialakítva, hogy azok szélsőséges időjárási körülmények között se szenvedjenek károsodást. A szerkezethez külön hőmérő, szélsősebességmérő, csapadékmérő edény és barométer tartozik. Ezek segítségével számértékeket lehet feltüntetni a grafikonon.

A regisztráló műszer által elkészített adatsor feldolgozása számítógépen keresztül történik. A jpg formátumban elmentett végeredmény tartalmaz manuálisan felvitt szélirányt, valamint felhőzettel kapcsolatos, hasznos információkat is. A bemutatásra kerülő feldolgozó program hosszú (hetes, hónapos) időintervallumok gyors, és részletes áttekintésére ad lehetőséget, megismertetve az elmúlt időszak időjárási eseményeit, számszerűsítve a meteorológiai állapotjelzők szélsőséges értékeit.

A kialakított műszer és adatfeldolgozó program jól hasznosítható középiskolai oktatásban, amatőr meteorológiai állomásként, de felhasználható folyamatos adatrögzítésre is terepi körülmények között. Előnye a megbízhatóság, a szenzorok stabilitása és a kis költsége.

## Műholdas vegetációs index adatsorok analízise

*Fassang Ágnes*, V. éves meteorológus hallgató

Témavezetők: *Kern Anikó*, tudományos segédmunkatárs, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék,  
*Dr. Barcza Zoltán*, egyetemi adjunktus, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék,  
*Dr. Bartholy Judit*, tszv. egyetemi tanár, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék

A napjainkban nagy változásokon áteső környezetünkben elengedhetetlen a növényzet állapotának folyamatos megfigyelése, hiszen az kiváló jelzője a légkörben végbemenő változásoknak. Munkámban a NOAA műholdak AVHRR sugárzásmérő műszerének mért adataiból származtatott normalizált vegetációs indexet (továbbiakban NDVI) használom fel a növényzet megfigyelésére. Az NDVI adatsor a NOAA *Pathfinder* adatbázis földfelszínre vonatkozó adatainak egy részét képezi, melynek időbeli terjedelme 20 év, térbeli felbontása kb. 8 km.

Az NDVI-t, amely egy -1 és 1 közötti dimenziótlan szám, a műhold látható és közeli infravörös tartományban mért adataiból származtatják. Minél dúsabb a növényzet a felszínen, annál jobban közelíti az 1 értéket, míg a vegetáció nélküli felszínek NDVI értéke 0 vagy negatív. Az adatok 10 napos kompozitképek formájában állnak rendelkezésünkre, amelyben egy 10 napos ciklushoz az időszakban mért maximumot rendelik hozzá, minden egyes reprezentált földrajzi térségre vonatkozóan.

Tudományos diákköri munkám célja a Magyarországra vonatkozó kiterjedt vizsgálatok megalapozása, és egy olyan korrigált, a Kárpát-medencére vonatkozó NDVI adatsor létrehozása, amely további vizsgálatokra felhasználható oly módon, hogy a potenciális felhasználónak ne kelljen foglalkoznia az eredeti adatsorban jelen lévő hibákkal.

Az adatsor földrajzi helymeghatározása után a nyers adatok értékeinek korrigálásával foglalkozunk. Pontosítjuk a korábbi munkámban végrehajtott ún. sivatagi korrekciót, amelyre a műszerek fokozatos öregedés miatt van elsősorban szükség. Elvégezzük kétféle idősor-korrekciót, amelynek célja a felhőzet hatásának kiszűrése, majd eldöntjük, hogy Magyarország területére melyik módszer a legoptimálisabb. Végül a korrigált adatsort különböző klimatikus vizsgálatokra használjuk fel.

## ***A planetáris határréteg tulajdonságainak vizsgálata magyarországi repülőgépes mérések alapján***

Wenhardt Tamás, IV. éves meteorológus hallgató

Témavezetők: Dr. Barcza Zoltán, egyetemi adjunktus, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék,

A magyarországi üvegházhatású gázok kutatásának első komplex mérőhelye a nyugat-magyarországi Hegyhátsál település mellett lévő TV adótorony. A levegő szén-dioxid koncentrációjának mérése 1994-ben indult meg itt, jelenleg négy magassági szinten (10-115 m) történik nagy pontosságú CO<sub>2</sub>-koncentráció és ehhez kapcsolódó meteorológiai mérés. A bioszféra és a légkör közötti szén-dioxid kicserélődés mérése 1997 óta zajlik Hegyhátsálon. 2001 óta a TV adótorony feletti repülőgépes mérések nyújtanak további információt a térség üvegházgáz mérlegéről. A komplex mérőrendszer 2006 eleje óta egyéb üvegházhatású gázok (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>) mérésével is kiegészült.

A 2001-ben elkezdett repülőgépes, palackos levegőmintavételen alapuló méréseket 2006 januárjától *in-situ* CO<sub>2</sub>-mérések egészítették ki. A korábbi havi egyszeri, hét mintavételi szinten végrehajtott mérés mellett egy új műszer (AOS – Atmospheric Observing Systems, Inc. – szén-dioxid analizátor) lehetőséget teremtett nagy pontosságú és nagy időbeli felbontású adatok rögzítésére. Az AOS rendszerrel az első évben kb. 70 mérésre került sor. 2007. június óta egy új Campbell-Scientific CS215 hőmérséklet és relatív nedvesség mérő szenzornak köszönhetően rendelkezésre állnak a CO<sub>2</sub>-koncentrációk mellett 1 másodperces időbeli felbontásban meteorológiai adatok is.

Munkám során 80 repülőgépes felszállás adatát használtam fel. Az elemzések előkészítéséhez a CO<sub>2</sub> koncentráció profilokat hasonlítottam össze, és csoportosítottam őket jellegük alapján (alak, függőleges koncentráció-eloszlás).

Elvégeztem a 2007 augusztusa óta működő CS215 műszer által szolgáltatott adatok feldolgozását. A program időben összehangolja a meteorológiai méréseket az AOS műszer által szolgáltatott CO<sub>2</sub> adatokkal, és elkészíti a potenciális és a virtuális potenciális hőmérséklet profiljait a légkör alsó 3000 méteres rétegére vonatkozóan.

A hőmérsékleti profilok alapján lehetőség nyílik a planetáris határréteg (PHR) magasságának meghatározására. A Magyarországon egyedi adatbázis alapján dolgozatomban az PHR magasság számítás eredményeit mutatom be, és az eredményeket összehasonlítom más forrásból (ECMWF) származó becslésekkel. Megvizsgálom, hogy a PHR magasságának meghatározását mennyiben lehet pontosítani a rendelkezésre álló CO<sub>2</sub> keverési arány profilokkal. A PHR tulajdonságainak vizsgálatait a hazai szinoptikus helyzet elemzésével egészítem ki. A vizsgálatok hozzájárulnak a PHR működésének pontosabb megismeréséhez, és a határréteg fejlődését szabályozó folyamatok megértéséhez.



## Az ECMWF ensemble előrejelzések kalibrációja

Mile Máté, V. éves meteorológus hallgató

Témavezető: Ihász István, vezető főtanácsos, OMSz

Az ECMWF EPS (Ensemble Prediction System) rendszer valószínűségi előrejelzései 1992 vége óta operatíván készülnek. Napjainkban az ún. ensemble vagy valószínűségi előrejelzések 15 napos érvényességűek és napjában kétszer 00 és 12 UTC-kor futtatják őket. Az 51 tagú EPS modell futtatása jelentős számítási időt venne igénybe, ennek csökkentése érdekében az EPS modell térbeli felbontása a determinisztikus modell térbeli felbontásának a fele. A kompromisszum eredményeként a valószínűségi előrejelzések időben elkészülnek, viszont így kevésbé képesek a kisebb skálájú finomabb időjárási jelenségek előrejelzésére. Az ensemble vagy más néven sokasági előrejelzések manapság egy dinamikus fejlődő előrejelzési rendszert alkotnak; bevalásuk javítására számos módszert dolgoznak ki.

Az ensemble előrejelzések minősége utófeldolgozási módszerekkel javítható. A kalibrációs eljárás is egy ilyen módszer, amely lényege, hogy a nyers EPS előrejelzést mintegy hozzá kalibráljuk a múltban mért adatokhoz. Ezt a kalibrálást a múltbeli EPS előrejelzési adatokból készített és a múltbeli megfigyelési adatokból előállított klíma eloszlás függvények segítségével végezzük. Megnézzük, hogy az aktuális előrejelzés milyen valószínűséggel szerepel az EPS klíma fájlban és ezen valószínűségű mért klíma értékhez kalibráljuk azt.

Egy valószínűségi előrejelzés bevalása akkor megfelelő, ha a modell szisztematikus hibáktól mentes, vagyis ha pl. a modell 50%-os valószínűséggel jelzi előre a fagypon alatti hőmérsékletet 100 esetből, akkor annak 50-szer be is kell következnie. Ez persze a valóságban ritkán van így. A kalibráció eljárás tehát a modell szisztematikus hibáit igyekszik kijavítani. Ezen szisztematikus hibák a földrajzi helyzet szerint sokféleképpen oszlanak meg, de majdnem mindenütt igaz az, hogy a szinoptikus állomás mérési pontja és a modell rácspontja nem ugyanazt a helyet reprezentálja.

A kalibrációt múltbeli EPS előrejelzéseken teszteltük, amely adatokat az ECMWF MARS (Meteorological Archival and Retrieval System) rendszere szolgáltatja. Az EPS előrejelzés klíma eloszlás függvényei többféle módszerrel állíthatók elő, ebből mi kettővel dolgoztunk. Az egyik az ún. reforecast klíma amely újrafuttatott modell eredményekből áll, a másik egy 1997-1999-ig tartó időszak múltbeli előrejelzéseiből készül. A múltbeli megfigyelési klíma eloszlás függvény adatokat az OMSz TIFO (Távközlési és Informatikai Főosztály) Szoftverfejlesztési osztálya bocsátotta a rendelkezésünkre. Valamivel több, mint egy évi múltbeli előrejelzésekre végeztük a tesztelést, minden nap 50 ensemble taggal.

A eljárásra egy tetszőleges meteorológiai paraméter kalibrációjára alkalmas UNIX FORTRAN programot fejlesztettem ki. 10 hazai szinoptikus állomásra és 3 meteorológiai paraméterre alkalmaztam a kalibrációt, 12 UTC-s futtatásokra 48, 72, 96, 120 és 144 órás időlépésekkel. A három meteorológiai paraméter a 2 méteres léghőmérséklet, a 24 órás csapadékösszeg és 10 méteres szélesség. A hőmérsékleten belül tervbe vettük a minimum és maximum hőmérsékletek vizsgálatát is. A kalibráció verifikálására szintén UNIX FORTRAN környezetben készítettem Talagrand-diagram és ROC-diagram rajzolására alkalmas programot. A Talagrand diagram szépen mutatja a modell szisztematikus hibáit, a ROC diagram pedig az előrejelzés megbízhatóságát tükrözi. Összegzésképpen elmondható, hogy a kalibrációs eljárás nagy mértékben javított az ensemble előrejelzés bevalásának minőségén és a további vizsgálatok jó eredményei révén akár operatív használatra is sor kerülhet.

## A légszennyezőanyagok terjedésének numerikus vizsgálata

*Kocsis Zsófia*, V. éves meteorológus hallgató

Témavezetők: *Dr. Faragó István*, tszv. egyetemi docens,

ELTE TTK Alkalmazott Analízis és Számításmatematikai Tanszék,

*Dr. Ferenczi Zita*, osztályvezető, OMSz

Az elmúlt évtizedekben fokozódó ipari tevékenység hatására egyre több szennyezőanyag jut a légkörbe. Ezek jelentős hatással vannak a légköri folyamatokra, a környezetre és az élővilágra egyaránt. A szennyezőanyagok kibocsátását követő út leírása, azaz, a terjedésének meghatározása ezen okok miatt lényeges fontosságú feladat. Az út meghatározásához különböző terjedési modelleket használhatunk.

A légszennyezőanyag terjedés több részfolyamatból áll és meglehetősen bonyolult, nemlineáris parciális differenciálegyenlet-rendszerrel írható le. Ennek analitikus megoldása gyakorlatilag lehetetlen, ezért az operátor szeletelés módszerét alkalmazzuk, amivel a teljes differenciáloperátort különböző részfolyamatok szerint több tagra bontjuk szét, így egyszerűbb részfeladatokat kapunk. Az eljárásnak több típusa ismert. A feladattól függően a szeletelési sémák eltérően viselkednek.

A vizsgálataink során az Andreas Stohl (Department of Ecology Technical University of Munich) által kifejlesztett FLEXPART Lagrange-i részecske modellt használjuk. A modell a szennyezőanyagok nagytávolságú transzportját, diffúzióját, száraz és nedves ülepedését számítja. A bemenő adatokat az ECMWF-től grib formátumban kapjuk.

A Tudományos Diákköri munkám célja, hogy nemcsak a különböző szeletelési eljárásokat és azok légszennyezőanyag terjedés modellezésében való alkalmazhatóságát, hanem a FLEXPART modell megfelelő módosítását is ismertessem. A módosított algoritmust számítógépes kísérletek segítségével elemezzük.

## **Térinformatikai rendszerekből és digitális térképekből nyerhető adatok előkészítése meteorológiai modellekhez**

*Molnár Ferenc*, III. éves informatikus vegyész hallgató

Témavezetők: *Dr. Lagzi István László*, tudományos munkatárs, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék,  
*Dr. Mészáros Róbert*, egyetemi adjunktus, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék

Az üzemek, erőművek vagy ipari létesítmények döntő többsége működésük során jelentős mennyiségű szennyezőanyagot bocsátanak a légkörbe. Ezek az anyagok bizonyos koncentráció felett károsak lehetnek, így tudnunk kell, hogyan viselkednek a légkörben, hogyan terjednek és ülepednek, milyen kölcsönhatásba lépnek az élő környezettel. Ehhez elengedhetetlen a légkör minél pontosabb fizikai és kémiai modellezése. Minél kifinomultabb egy modell, annál bonyolultabb, és a nemlineális folyamatokat leíró differenciálegyenleteket numerikusan kell megoldanunk, számítógép segítségével. A modell pontosságának javítása, a részletesség növelése és a vizsgált térrész méretének növelése mind drasztikusan növelik a számítási igényt, olyannyira, hogy azt a jelenleg elérhető asztali számítógépek nem képesek kielégíteni, még a manapság tapasztalható óriási léptékű fejlődés mellett sem. Az ilyen számolásokat párhuzamosítani kell, hogy értékelhető eredményt kapjunk megfelelő idő alatt.

Dolgozatomban bemutatom egy Lagrange-típusú részecskemodell párhuzamosítását egy szokatlan eszköz segítségével: videókártyával. Általában párhuzamosítás alatt az értjük, hogy a számítási feladaton több (akár száz vagy ezer) számítógép dolgozik egyszerre. A legújabb generációs videókártyák azonban olyan egységekből épülnek fel, amelyek képesek a megjelenítendő kép kidolgozása helyett teljesen általános számolás végrehajtására is. Legfontosabb előnyük szuperszámítógépekkel, klaszterekkel szemben, hogy sokkal kevesebbe kerülnek, működtetésük költsége minimális, azonban teljesítményük a kisebb-nagyobb géptermekekkel vetekszik.

Kihasználva a számítástechnika adta új lehetőséget, elkészítettem egy baleseti terjedési modell párhuzamosítását, és ezt alkalmaztuk egy, a paksi atomerőműben feltételezett baleseti kibocsátásra. Megfelelő meteorológiai előrejelzés mellett a program elég gyors és pontos ahhoz, hogy a döntéshozók kezébe felhasználható eredményeket adjon.

## Baleseti kibocsátási modell eredményeinek statisztikai vizsgálata

*Szűcs Mihály*, IV. éves meteorológus hallgató

Témavezetők: *Dr. Lagzi István László*, tudományos munkatárs, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék,  
*Dr. Mészáros Róbert*, egyetemi adjunktus, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék

Az elmúlt évtizedekben az emberiség egyre fokozottabb figyelemmel kísérte saját tevékenységének környezetre gyakorolt hatásait. Előtérbe került a légszennyező folyamatok modellezése. Az ELTE TTK Meteorológiai Tanszék és az ELTE TTK Fizikai Kémiai Tanszék munkatársai egy olyan három dimenziós Euler-féle terjedési modell kifejlesztését tűzték ki célul, mely megadja egy pontforrásból származó szennyezőanyag térbeli és időbeli koncentráció-változását, illetve az ülepedés térbeli eloszlását és mennyiségét. A munkát motiválta az 1986. április 26-án, a csernobili atomerőmű négyes számú blokkjában bekövetkezett robbanás és annak tragikus következményei, ezért a modell tesztelését egy feltételezett paksi atomerőmű baleset során kikerülő szennyezőanyagokra vizsgálták. 2006. április 11. óta on-line modell-futtatásokat végeznek az Országos Meteorológiai Szolgálatnál (OMSz). Ennek során a modell a Paksi Atomerőműben minden napra, egy 0 órakor feltételezett baleset során 6 órán keresztül a légkörbe kerülő radioaktív anyagok terjedését számítja, elkészítve a 48 órás előrejelzések óránkénti koncentráció és kiülepedett-anyagmennyiség mezőjét nagy mennyiségű teszt-eredmény áll rendelkezésünkre. Mivel a modell 1 órás szimulációjának lefutása is 3–4 percet vesz igénybe az OMSz Regatta elnevezésű szuperszámítógépén, felmerült az igény arra, hogy a korábbi szimulációk eredményeiből gyorsan kinyerhető információk segítségével próbáljunk egy elsődleges közelítést adni a várható baleseti helyzetre. TDK munkám során céloim a rendelkezéseimre álló, mintegy egy évnyi modellfuttatás eredményeit vizsgálni. Az előrejelezni kívánt időszak makroszinoptikus helyzetének ún. Péczely-kódja alapján számoljuk az átlagos mezőket, melyek jól reprezentálhatnak egy esetleges csóvát az adott légköri viszonyok mellett. Az eredményeket részben a vizsgált területre (a paksi atomerőmű lokális környezete), részben bizonyos településekre külön-külön vizsgáljuk, elemezve a radioaktív szennyezőanyag terhelés alakulását.

## **A Lagrange típusú terjedési–ülepedési modell érzékenységi vizsgálata**

*Kurunczi Rita*, IV. éves meteorológus hallgató

Témavezetők: *Dr. Mészáros Róbert*, tudományos munkatárs, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék,

*Dr. Lagzi István László*, tudományos munkatárs, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék

A TREX terjedési-ülepedési modell egyik alkalmazásaként egy pontforrásból kiinduló szennyezőanyag csóva terjedése és ülepedése is modellezhető. A modell Lagrange-féle változatával a Paksi Atomerőmű 60 km x 60 km-es környezetére végzünk számításokat, megadva egy esetleges baleset révén a légkörbe kerülő radioaktív csóva terjedését és a radionukleidok ülepedését. A modell több radioaktív anyagfajtát kezel, a terjedés leírásához használt légköri transzportegyenlet az advekción, a száraz és nedves ülepedés, a diffúzió hatását veszi figyelembe. A számításokhoz a helyi meteorológiai mérőtorony adatai állnak rendelkezésünkre. Mivel a megfelelő, korai riasztás emberéleteket menthet, rendkívül fontos, hogy a modell hatékonyan, pontosan és egyben a lehető leggyorsabban működjön. Munkámmal a szimulációk tesztelésébe, a modell érzékenységi vizsgálatába kapcsolódtam be. Megvizsgálom a modell bemenő paramétereinek (szélsebesség, hőmérséklet, borultság, csapadék, stb.) hatását a modell kimenetére (koncentráció mezők). Munkám hatékony segítséget nyújthat a modell egyes moduljainak fejlesztéséhez.

## **A TREX terjedési-ülepedési modell fejlesztése és alkalmazása egy új vízháztartási almodul beépítésével**

*Komjáthy Eszter*, V. éves meteorológus hallgató

Témavezetők: *Dr. Mészáros Róbert*, tudományos munkatárs, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék,

*Dr. Lagzi István László*, tudományos munkatárs, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék

A legutóbbi években számos nemzetközi szakirodalom rámutatott a felszínközeli ózon károsító hatását becslő koncentráció és fluxus alapú mennyiségek közti eltérésekre és új, a környezetet érő tényleges terhelést jobban közelítő mérőszámokat vezettek be. Ezen mérőszámok az ülepedési sebességen keresztül adhatók meg, aminek meghatározását az ELTE TTK Meteorológiai Tanszékén és Fizikai Kémiai Tanszékén közösen kifejlesztett csatolt terjedési ülepedési modell segítségével végeztük. Munkám során a modell fejlesztésébe, tesztelésébe és alkalmazásába kapcsolódtam be. Egy korábbi kutatás alkalmával a modell térbeli felbontását növeltem, és finomítottam a felszín- és talajborítottságot, valamint a bemenő paramétereket.

A jelenlegi kutatások egyik célja a modell talajnedvesség-becslő almoduljának, egy vízháztartás-modellnek a fejlesztése volt. Míg korábban a modell nem vette figyelembe az adott rácson előforduló felszín típust a talajnedvesség számításánál, most nyolc féle növényzet felett képes becsülni a párolgást, és ezáltal számítani az adott rácspontra a talajnedvességet. Az egyes rácsnégyzeteken figyelembe vesszük a növényborítottság százalékos arányát is. Bemutatjuk a vízháztartás-modell pontbeli verifikációját is a rendelkezésre álló mért talajnedvességi adatsorok alapján.

Az ülepedési sebesség becslő számításokat kiterjesztettük két nyári félévre, ezáltal az egyes évek közti változékonyságról kapunk képet Magyarország területére. Számításainkat egyrészt a vizsgált rácson az egyes felszín típusok súlyozott figyelembe vételével, másrészt az egyes felszín típusokra külön-külön is elvégeztük.

## **A felszínközeli ózon koncentráció vizsgálata a TREX terjedési modell alkalmazásával**

*Üveges Zoltán*, IV. éves meteorológus hallgató

Témavezetők: *Dr. Mészáros Róbert*, tudományos munkatárs, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék,

*Dr. Lagzi István László*, tudományos munkatárs, ELTE TTK Meteorológiai Tanszék

A magas talajközeli ózon koncentráció káros hatással lehet az élő és élettelen környezetre. Az ózon másodlagos szennyezőanyag, azaz közvetlenül nem kerül a légkörbe, hanem a különböző légköri nyomanyagok (prekurzorok) fotokémiai reakciói során keletkezik. Légköri viselkedése is különleges, hiszen feldúsulása a prekurzorok kibocsátási helyétől távolabb is bekövetkezhet. Az ózon-koncentráció értékét tehát az ózonképződésben részt vevő anyagok mennyisége, a transzport folyamatok és az ülepedés együttesen határozzák meg. Kutatásaink során az ózon-koncentráció tér- és időbeli változását becsülő terjedési-ülepedési modell eredményeit elemezzük a Kárpát-medence területére. Adott pontokra Lagrange-típusú, a vizsgált területre pedig Euler-féle modell szimulációk kezdeti koncentráció, emisszió, valamint meteorológiai mezőit perturbálva vizsgáljuk, hogy az egyes bemenő adatok változtatása együttesen, illetve külön-külön milyen hatással vannak az ózon-koncentráció időbeli és térbeli alakulására. Az elemzéssel arra is választ kapunk, hogy a vizsgált paraméterek milyen mértékben befolyásolják a koncentráció értékeket.

Modellünkben a rendelkezésre álló adatbázisnak megfelelően konstans kezdeti koncentrációkkal és emisszió mezővel számolunk. A fenti részletes érzékenységi vizsgálattal megmutatjuk, hogy a kezdeti prekurzor koncentrációk és emisszió mezők reális határok között történő megváltoztatása esetén az eredmények mennyire változnak. Ezáltal képet kapunk arról is, hogy mekkora hibát okoz a számításokban, ha elhanyagoljuk a prekurzor-emisszió időbeli menetét. A számított értékeket összevetjük az EMEP adatbázisában található kárpát-medencei állomások méréseivel.

Megvizsgáljuk azt is, hogy a következő évtizedekben várható klímaváltozás és a szennyezőanyag-kibocsátás milyen mértékben befolyásolhatja a felszínközeli ózon mennyiségét. Számításainkhoz a legfrissebb éghajlati és kibocsátási scenáriókat használjuk fel.