

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**A FELSZÍNKÖZELI ÓZON MÉRÉSE ÉS VIZSGÁLATA
MAGYARORSZÁGON**

DIVÉKY ERIKA

SZTE TTK Földtudományok Doktori Iskola

Témavezető: Dr. Mezősi Gábor a földrajztudomány doktora,
tanszékvezető egyetemi tanár

SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék

SZEGED, 2004.

Bevezetés

A természetes összetevők mellett számos olyan anyag is található a levegőben, mely káros hatása miatt a légszennyező anyagok csoportjába tartozik. Bár a felszínközeli ózon talajközelségben természetes módon is előfordul, a nem kívánatos hatásai miatt a részben elsődleges légszennyezőkből (NO_x, NMVOC, CO) fotokémiai úton képződő gázt egy bizonyos mennyiség után mégis a légszennyezők csoportjába soroljuk. Értekezésem a felszínközeli ózon mérési lehetőségeivel és ennek problémájával foglakozik.

Munkám célja egy rövid történeti, általános (a természetes és antropogén ózontermelés mai kutatási eredményei és azok kihatása), kimutatási, valamint az európai mérési és jogszabályi helyzetet bemutató áttekintés után, a hazai ózontermelés feltételeinek alakulásával, az adatok általános és határérték átlépések szerinti értékelésével bemutatni a hazai felszínközeli ózon helyzetet, valamint az ezzel kapcsolatos munka nehézségeit.

Disszertációm második felében a szegedi XIX. századi historikus ózontermelés történetének és eredményeinek ismertetését követően a város legújabbkori – XX-XXI. századi ózonnal kapcsolatos méréseinek általános bemutatásával, problematikájának szemléltetésével, majd ezt követően az 1997-2003. közötti adatok értékelésével, és a magasabb ózonkoncentrációk jelentkezésének nagyság szerinti, időbeli megjelenésével szeretnék képet adni a

napfény városának is nevezett tiszamenti település ózonnal kapcsolatos légszennyezettségi helyzetéről.

Dolgozatomban egy passzív mérős kísérlet kapcsán arra keresek választ, mennyire releváns a Szegeden működő ózonmonitor adata a város egészére, majd munkám befejezésében a felszínközeli ózonnal kapcsolatos további feladatokról és lehetőségekről írok.

Doktori értekezésem a Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszéken folyó városökológiai vizsgálatokhoz kapcsolódva Szeged környezeti állapotának felmérését és a kapott eredmények alapján megcélzott ilyen irányú minőségjavítást szolgálja.

Alkalmazott módszerek

A jellegzetes napi és évi menettel rendelkező, az időjárástól, az elsődleges légszennyezőanyagok mennyiségétől és összetételétől, a transzport folyamatoktól, a környezet lebontóképességétől és még sok egyéb tényezőtől függő koncentrációjú légszennyezés erősen területtípus függő. Ezt állomástípusonként egy-egy kiválasztott monitorállomás adatainak összehasonlító vizsgálatával szemléltettem, majd pár állomás adatsorának furcsaságát mutattam be.

A hosszú távú változékonyság és trend vizsgálat után a magyarországi állomások nagy részének 1997-2003. közötti adatait a havi átlagok és

az egészségügyi határértéket meghaladó mérések esetszáma és nagysága szerint hasonlítottam össze, és értékeltem.

A 8. fejezet elején a Szegeden 1853-tól kálium-keményítő reagens papírral végzett ózonészlelések mai értékre való átváltásával, mely a XX. század második felében kifejlesztett a légnedvesség és a papír színváltása közötti összefüggést mutató Pavelin-féle korrekciósdiagram segítségével vált lehetővé, lehetőségem nyílt az egykori és a mai szegedi adatok összehasonlítására. A kapott értékek természetesen csak kvalitatív illetve félkvantitatív mérésekből származnak. Ennek ellenére ez is felbecsülhetetlen értékű, mivel ez az egyetlen módszer mellyel az iparosítás előtti ózonértékekre következtetni lehet.

Munkám során végül a 2000 májusa és júliusa között a város 30 pontján végezett ún. indigós passzív mérők - SAM-eljárás (Surface Active Monitoring) segítségével az ózonmonitorral paralel méréseket mutatom be.

A vizsgálathoz az 5 naponként begyűjtött mintákban felgyűlt, az ózon oxidáló hatására a kék indigó bomlásából keletkező sárga izatin mennyiségét alkoholos kioldás után fotometriás módszerrel határoztam meg. A vizsgálatnál szükség volt egy mérőpontra a passzív mérő mellett működő állandóan mérő műszerre is, hisz a fotometriás úton kapott adat csak egy ún. koncentrációarányos extinkciós-érték. Ezen paralelmérés "hitelesítésével" a többi állomás méréseinek extinkciós értékeihez valós $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -ben megadott értékeket számíthattam.

Eredmények - Konklúzió

Az első felszínközei ózon észleléseket Magyarországon a XIX. század közepén végezték Schönbein-módszerrel, ezt követően az ilyen jellegű hazai kutatások az 1980-as évek közepén indultak meg. Az első monitorállomást 1990-ben telepítették, majd a Phare- és a Jica-programok műszertelepítései után 1996-tól folyamatosan új OMSZ és KÖFE mérőállomások épültek ki, ezzel bővítve a monitorhálózatot.

Összességében Magyarországon a 2003-as fejlesztés befejezésével 50 helyen végeztek felszínközei ózommérést az országban, melyből kettő adatait - egy regionális háttér és egy közlekedési (európai nyilvántartásban városi háttér) állomás - kapja meg az Európai Környezetvédelmi Hivatal.

A mérési munka folyamán nem ritka a kalibrálási, validálási illetve a számítástechnikai gond, ami az adatok minőségét befolyásolja.

Összességében kiértékeléseim alapján kijelenthető, hogy Magyarországon a fotooxidánsok feldúsulásával kialakuló különösen magas értékekkel jellemezhető periódusok évi 1-2 alkalommal, az időjárásnak megfelelően néhány naptól néhány hétig tartó nyugodt meleg idő mellett május és szeptember között, jól látható epizódok formájában jelentkeztek.

A vizsgált adatok alapján elmondható, hogy az igazán magas, $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ feletti értékek hazánkban viszonylag ritkán, és akkor is csak

rövid időre jelentkeznek. Az ezt meghaladó értékek megjelenési gyakorisága csak az ún. ózongazdag években (1997., 1998., 2003.) számottevőbb, az igazán magas koncentrációjú $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -t meghaladó félórás száma pedig kevés. A vizsgált 14 évből ilyen ötben jelentkezett, ott is csupán éves szinten 1-5 óras időtartammal, vagyis a mostani mérőhálózati adatok alapján hazánkban ózonszmog még nem fordult elő.

A mérések értékelése alapján így inkább egy viszonylag magas alapterhelésre, de csak ritkán kiugró értékekkel jelentkező csúcsidőkre lehet számítani. Magyarországon mért eddigi legmagasabb félórás ózonterhelés $292 \mu\text{g}/\text{m}^3$ volt, ezt 1998. augusztusában Oszláron észlelték.

A néhány évenként Nyugat-Európa nagy területén jelentkező, viszonylag tartós extrém meleg időjárás és megfelelő makroszinoptikus helyzetek mellett az ott fellépő - egyidejűleg sok állomáson, de különböző mértékben észlelhető - ózonepizódok, szmoghelyzetek idején Magyarországon sokszor a szokásosnál magasabb ózonértékeket észleltek. A leginkább Ny- és D-Európában fellépő $3-400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -es ózonterhelést azonban - valószínűsíthetően az eltérő légszennyezettségi adottság miatt - hazánkban eddig nem mérték.

Az EU- jogharmonizáció keretében Magyarországon várhatóan 2004. közepéig elfogadásra kerülő új EU direktíva (2002/3/EG) által lecsökkentett szmoghatárértékek, és a 2003-ban működésbe léptetett,

felújított és kibővített mérőhálózatnak köszönhetően várhatóan a jövőben az időjárás függvényében nálunk is számolni kell a riadó esélyével.

A XIX. században pozitív dologként emlegetett ózont és ezzel kapcsolatban az „ózdús erdei levegőt” gyógyító hatásának, az általános egészségi állapotra pozitívan hatónak tartották. Egy ideje tudjuk azonban, hogy ez a gáz felszínközeli koncentrációtól függően nem csak pozitív hatással rendelkezik. Az egykori szegedi észlelések adatai szerint a XIX. században az ózonszint kiegyenlített volt, nem volt olyan hatalmas eltérés a téli és nyári koncentrációban mint ma, a havi átlagok a 10-14 ppb közti intervallumban mozogtak. Amíg az év eleji és év végi havi átlagok 150 év eltéréssel is hasonlóak, addig a XX. század végére, XXI. század elejére a nyári hónapok ózon mennyisége az egykori több mint kétszeresére növekedett.

Az 1997-ben telepített szegedi monitorállomás karakter szerint közlekedési állomás, havi átlagértékei szerint azonban nagyrészt a városi háttérállomások adatai között szerepel. Éves és nem fűtési félévi átlagai a városi háttér és regionális háttérállomásokon mért koncentrációknál alacsonyabb szinten, de azok futásához igazodva alakult. Trend szempontjából egy igen gyenge, de emelkedő jelleg figyelhető meg.

A vizsgált 7 év adatai alapján elmondható, hogy a korábbi egészségügyi határértéket meghaladó mérések közül leggyakrabban a

110 és 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ közötti értékek fordultak elő, ezek viszonylag nagy számmal (1162 óra) és a nap összes órájában, bár eltérő mértékben jelentek meg. Az e fölötti kategóriák mind esetszámban, mind megjelenési időben szűkebb kiterjedésűek. A hét év alatt 190-szer észleltek 140-160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 50-szer 160-180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, míg „csupán“ háromszor 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ feletti órás értéket. Az igazán magas koncentrációk a 15-18 óra közötti időszakban jelentkeztek.

A 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -ot meghaladó de a 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -ot el nem érő koncentrációjú napok megjelenésének gyakorisága viszonylag magas. A többi magyarországi állomáshoz viszonyított gyakoriságánál a május-augusztusi időszakban sokszor a budapesti Laborc u., K-Puszták és Szeged egyidejű esetfellelése figyelhető meg.

Megfigyelhető továbbá, hogy a gyakran Európa más államaiban illetve Magyarország több pontján egyszerre jelentkező határérték átlépés illetve ózonepizód Szegeden valami okból elmarad, illetve ha meg is jelenik csupán nagyon alacsony értékekkel.

A legtöbb átlépési nap (vagyis ahol a korábbi egészségügyi határérték feletti koncentrációjú félóra jelentkezett) a nagy számú adathiány ellenére is 1998-ban volt 63 nappal, a legalacsonyabb esetszám pedig 22-vel 2000-ben jelentkezett. Az átlépési órák illetve félórák tekintetében is 1998. év van az élen 351 órával (680 félóra), ami természetesen megint csak tájékoztató jellegű.

A városban eddig mért legmagasabb óras felszínközeli ózon érték 188,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ volt, amit 2003. szeptemberében észleltek. A legmagasabb 8 óras átlagot - új egészségügyi határérték - 2003. augusztus 9-én mérték 168,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel. Mivel azonban a korábban említett adathiányok e képbe bezavarnak, nem mindenképpen voltak a fent említett ózon koncentrációk valóban a legmagasabbak, amelyek a városban jelentkeztek.

Az ózonadatok széliránymegoszlás szerinti kiértékelésénél jól megfigyelhető továbbá, hogy 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -t meghaladó értékek a KDK és DNY közötti irányból egyáltalán nem, a két szomszédos szektorból minimális mennyiségben jelentkeznek, vagyis a monitornál a Kossuth Lajos sugárút felől fújó szél esetén, a magas koncentrációk jelentkezése kizárt. Ez is a monitor erős közlekedési befolyásoltságát mutatja.

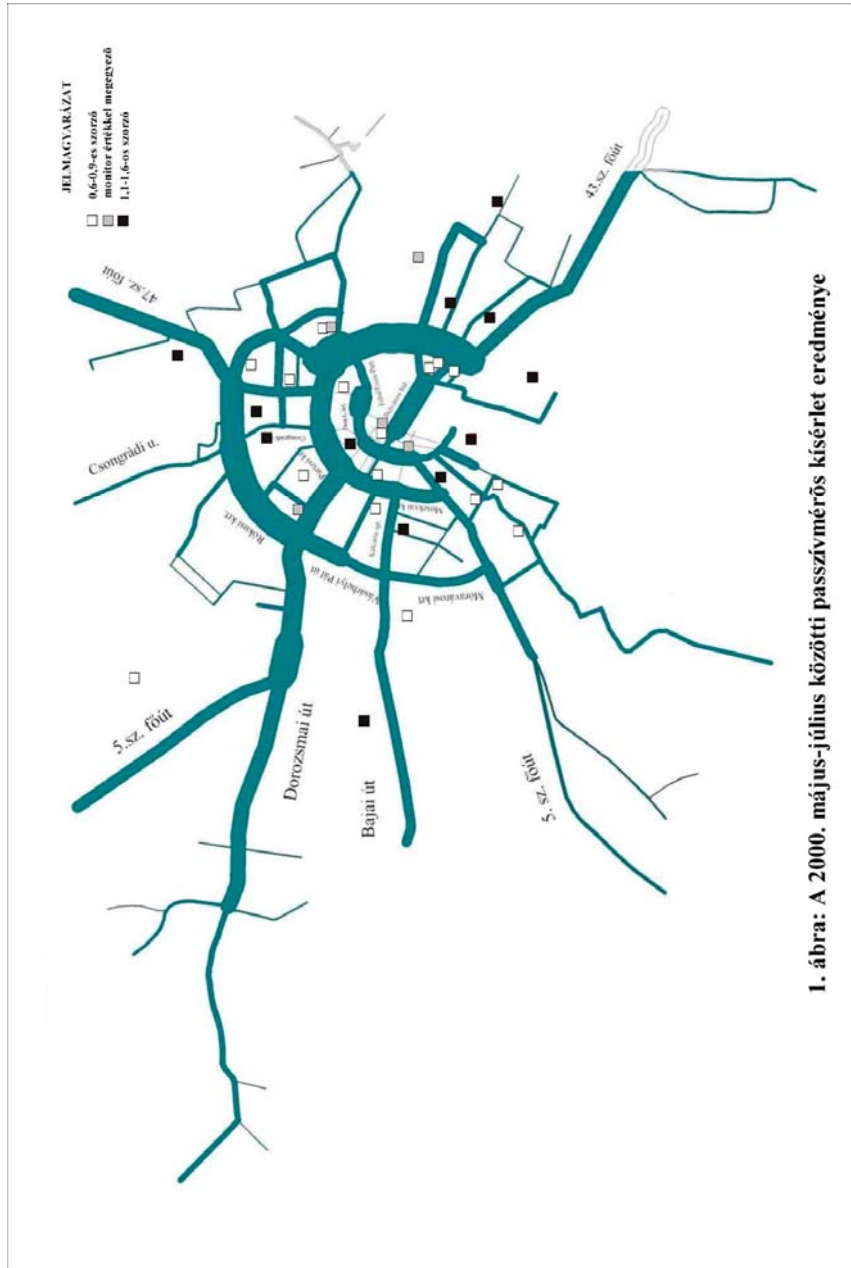
Az utóbbi példa alapján is adódott a kérdés, hogy az EEA nyilvántartásban városi háttérként szerepeltetett, de a valóságban egy nagy forgalmú út melletti közlekedési állomás adatai mennyire relevánsak a város egészére, vagyis az ottani átlagos ózonerhelés illetve az észlelt határérték átlépés a város egy másik pontján milyen mértékben jelenik/jelenhet meg.

Passzív mérős vizsgálatom alapján Szegeden a monitor által mért értékek feletti terheléssel volt jellemezhető a vizsgált 31 pontból 12 mérőpont, vagyis az állomások 38,7 százaléka. Itt 1,1-1,7 közötti szorzó érvényesült, ami azt jelenti, hogy e területeket a monitor méréseinél átlagban 10-70 százalékkal magasabb ózonerhelés

jellemzi (1. térkép). Olyan állomást, ahol az összperiódusból származó extinkciósátlag monitoradatnak megfelelő volt négyet találtam. A monitor adatnál alacsonyabb terhelést kapott az állomások 48,4 százaléka, azaz 15 állomás, itt a monitorérték 60-90%-a jelentkezett.

A kísérleti eredmények alapján a következő megállapításokra jutottam. Az egyik az, hogy a kísérlet szerinti 0,8-as szorzóval jellemezhető Széchenyi téren - ahova eredetileg 1997-ben a mérőkonténeret helyezni akarták - se lett volna jobb helyen a monitor, a másik, hogy a városi terhelés alapján készítendő rendezési tervnél illetve szmogriadótervénél azzal kell számolni, hogy a monitor által szolgáltatott értékek, csak mint középérték vehetőek figyelembe. Ezzel kiegészítve jól alkalmazhatóak a Környezetvédelmi Felügyelőség által működtetett monitor adatai, de figyelembe kell venni, hogy a fent leírtak alapján a városban valószínűsíthetően jelentkező ózon csúcserkékek is jóval magasabbak, mint az eddig ismertek.

Munkám befejezésében a felszínközeli ózonnal kapcsolatos további feladatokról és lehetőségekről írok, illetve az ezzel kapcsolatos szükséges munkairányokra mutatok rá. Itt ismertetem az ugyancsak 2000-ben Szegeden a lakosság körében végzett ózonnal kapcsolatos kérdőíves felmérésem eredményét is, mely a környezeti szenzibilitást megcélzó felvilágosító munka szükségességét, és eddigi hiányosságait példázza.



1. ábra: A 2000. május-július közötti passzív mérős kísérlet eredménye

A témában eddig megjelent, vagy megjelenés alatt álló publikációk jegyzéke

- Divéky, E. (1999.): Bodennahe Ozonmessungen in Ungarn – Probleme und erste Ergebnisse Poszter Berner Ökotag (Berni Ökológiai Napok) - 1999. május
- Divéky, E. (1999.): Bodennahes Ozon – Probleme und Aufgaben der Messungen, der gesetzlichen Regelungen und Bewertung in Europa, Deutschland und Ungarn - Reihe Bausteine No. 5. pp 43 Selbstverlag des Institutes für Didaktik der Geographie, Frankfurt am Main 1999.
- Divéky, E. (1999.): Felszínközeli ózon Magyarországon – Geográfus Doktoranduszok IV. Országos Konferenciája Szeged, 1999. Október 22-23. - A természet- és társadalomföldrajzi szekcióban elhangzott előadások JATE TTK Földrajzi Tanszékcsoport, Szeged
- Divéky, E. (2000.): Surface Ozone in Hungary – ACTA Geographica Szegediensis Tomus XXXVII. 109-116.
- Divéky, E. (2003.): Ózommérés Szegeden a XIX. században - Légtér XLVIII. évf. 2003/4. 30-35.
- Divéky, E. (2004.): Bioindikátorok alkalmazása a felszínközeli ózon kimutatásában - Földrajzi Közlemények - elfogadva
- Divéky, E. (2004.): A felszínközeli ózon vizsgálata Szegeden – Városökológiai tanulmányok Szeged példáján – megjelenés alatt