

## Tájékoztató mérések Budapesten a fotokémiai levegőszennyeződés kimutatására

HASZPRA LÁSZLÓ\*, SZILÁGYI ISTVÁN\*\*, BÁCSKAI GYÖRGYÉNÉ\*\*\*,  
CZICZÓ TIBOR\*\*\*, DEMETER ATTILA\*\*, KERTÉSZ MAGDOLNA\*\*\*  
És TURÁNYI TAMÁS\*

Egészségtudomány 32, 363—374 (1988)

Közlésre érkezett: 1988. március 30-án

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatal által is támogatott program jelen fázisának elsődleges célja az volt, hogy hozzávetőleges képet kapjanak a fotokémiai levegőszennyeződés kialakulásában, illetve indikálásában kulcsszerű szerepet játszó szennyezőanyagok koncentrációjáról, mivel ezek egy részét a jelenlegi mérőhálózat nem méri. Különös hangsúlyt kaptak a szénhidrogének, amelyekre Budapesten, egyes ipari szennyezőforrások közvetlen környékétől eltekintve, eddig még nem végeztek méréseket.

Méréseik, bár csak térben és időben korlátozott reprezentativitási kísérleti mérési sorozatnak tekinthetők, azt jelzik, hogy Budapest levegője szénhidrogénekkel meglehetősen szennyezett. Az itt ismertetett méréseken kívül ezt erősíti meg a mérés-előkészítés során a város különböző pontjain, különböző időszakokban vett mintegy 130 minta analízise is. A feltehetően a gépjárműpark összetétele miatt kialakuló magas NMHC/NO<sub>x</sub> arány hatásait a mérések mellett további elméleti kutatásoknak kell tisztáznia.

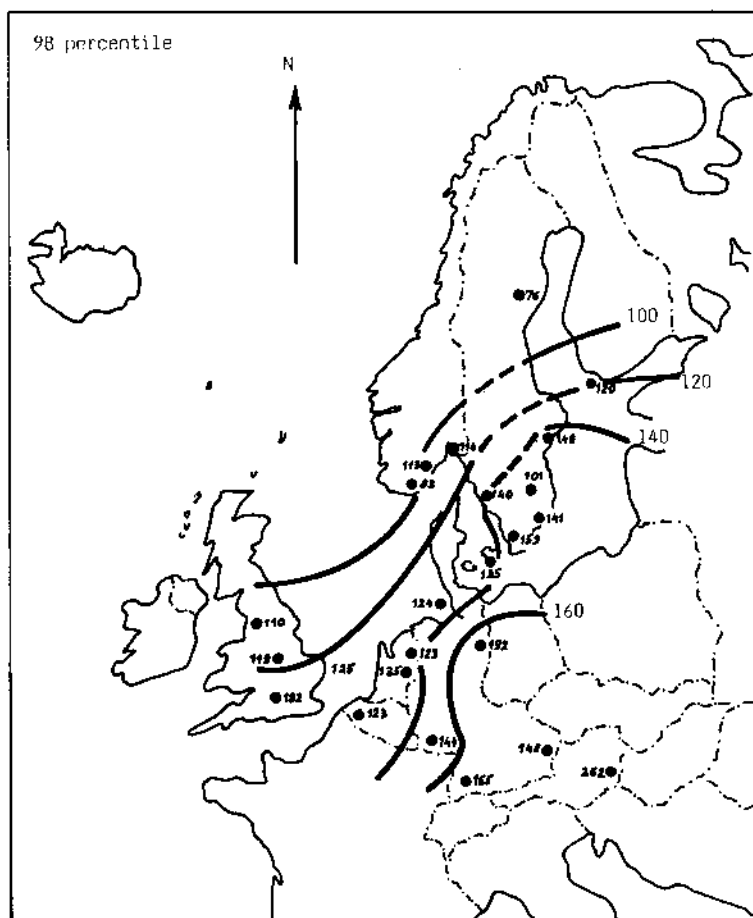
A mért formaldehid-értékek a formaldehid potenciális egészség- és környezetkárosító hatása miatt igen aggasztóak. Amennyiben ezeket a formaldehid-szinteket kiterjedtebb vizsgálatok is alátámasztják, akkor sürgős intézkedések szükségesek a veszélyes helyzet felszámolására.

A magas NO<sub>x</sub>- és szénhidrogén-koncentráció értékek a bioszférában jelentős károkat okozó magas ózon-szintek kialakulására adnak lehetőséget Budapest szennyezőanyag csóvájában. Ezért szükségesnek látszik az oxidáns-mérések kiterjesztése a város területén kívülre is.

A budapesti levegő magas szerves szennyezőanyag tartalma a megfigyelő rendszer ilyen irányú továbbfejlesztését és az emisszió csökkentését célzó intézkedések mielőbbi meghozatalát igényli.

A hazai motorizáció fejlődésével a gépjárműforgalomból származó szennyezőanyagok mennyisége az utóbbi években számottevően növekedett, új problémákat vetve fel a levegőtisztaság, -védelem számára. A belsőégésű motorok első sorban nitrogén-oxidokkal, szén-monoxiddal és különböző szén-hidrogénekkel szennyeznek a levegőt. Ezek a szennyezőanyagok önmagukban is károsak az emberi egészségre és környezetre, intenzív napsugárzás hatására azonban olyan kémiai reakciók játszódhatnak le közöttük, amelyek veszélyes ingerlő és toxikus anyagok keletkezéséhez vezetnek. Kedvezőtlen meteorológiai feltételek között ezek az ún. másodlagos szennyezőanyagok felhalmozódhatnak a légkörben, kialakulhat a fotokémiai szmognak nevezett jelenség. A fotokémiai szmogot első sorban a magas oxidáns- (főleg ózon) koncentráció és a derült idő ellenére tapasztalható kis látástávolság jellemzi. Ez utóbbi jelenséget a keletkező aeroszol-részecskék okozzák.

A modellszámítások<sup>4</sup> és a mérések<sup>8</sup> (1. ábra) azt jelzik, hogy a regionális kiterjedésű fotokémiai szmog Magyarországot is beboríthatja. A budapesti szennyezőanyag-kibocsátás nagysága pedig jelentős lokális fotokémiai eredetű levegőszennyeződés kialakulását is elképzelhetővé teszi. Ezért az Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatal támogatásával megindult a fotokémiai levegő-



I. ábra

Órás ozonkoncentrációk, amelyeknél magasabb értékek csak a mérési időszak 2%-ában fordultak elő. (1985. április—szeptember)<sup>6</sup>

szennyeződéshez vezető kémiai-meteorológiai folyamatok tanulmányozása. Ennek munkának a révén került sor 1987 nyarának végén egy néhány napos, tájékoztató célú mérési sorozatra, amelynek eredményeit a jelen tanulmányban ismertetjük.

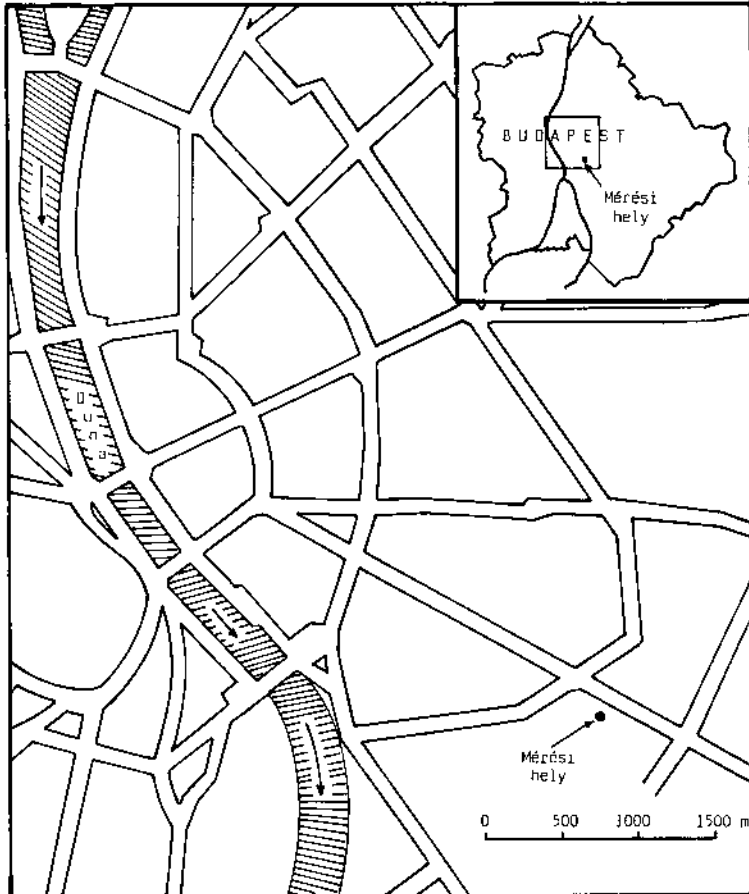
A fotokémiai levegőszennyeződéshez vezető kémiai folyamatok<sup>2, 10</sup> alapján eldönthető, melyek a jelenség vizsgálatakor mérendő fontosabb elsődleges és másodlagos szennyezőanyagok. Feltétlenül mérni szükséges a nitrogén-monoxid (NO), a nitrogén-dioxid (NO<sub>2</sub>), a különböző szénhidrogének és az ozon (O<sub>3</sub>) koncentrációját. Hasznos információkat adhat az aldehid (HCHO, CH<sub>3</sub>CHO stb.), a keton (pl. CH<sub>3</sub>COC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>), a peroxiacetilnitrát (PAN), a salétromsav (HNO<sub>3</sub>) koncentrációjának, valamint a légköri aeroszolok mennyiségének és kémiai összetételének mérése is. Lényegesek a meteorológiai paraméterek (szélirány, szélsebesség, léghőmérséklet, légnedvesség, a napsugárzás és a vertikális átkeveredés intenzitása stb.) is, mivel ezek határozzák meg a szennyezőanyagok terjedését, hígulását, illetve felhalmozódását, továbbá befolyásolják a kémiai átalakulások sebességét.

## Mérési időszak és módszerek

Tájékoztató célú mérésekről lévén szó, csak egyetlenegy, rögzített mérési hely kialakítására volt módunk. Arra törekedtünk, hogy a kiválasztott hely ne legyen túlságosan távol a város központjától, ugyanakkor lehetőség szerint mentes legyen a közvetlen szennyeződéstől és viszonylag nagyobb területre legyen reprezentatív. Mérőállomásunkat az Országos Közegészségügyi Intézet IX., Gyáli úti A épületének, 22 méter magasban lévő tetőteraszán állítottuk fel (2. ábra). A helyszín mellett szót, hogy a tetőteraszán működik az Országos Meteorológiai Szolgálat budapesti szélmérő hálózatának egyik műszere, valamint, hogy a mérésekhez szükséges technikai feltételeket könnyen biztosítani tudtuk.

A mérésekre 1987. augusztus 17. és szeptember 2. között hét munkanapon került sor (augusztus 17., 18., 24., 25., 31., szeptember 1., 2.). A mérési időszak időjárása változatos, de szélsőségektől mentes volt, így valószínű, hogy méréseink az ilyenkor szokásos átlagos szennyezettségi viszonyokat tükrözik.

A fotokémiai légszennyeződés vizsgálata szempontjából az egyik legfontosabb tényező a napsugárzás, különösen annak rövidebb hullámhosszú ( $\lambda < 430$  nm) tartománya. Spektrális sugárzás-mérések nem álltak rendelkezésünkre, csak a teljes spektrumra vonatkozó, mind a direkt, mind a szórt sugárzást tartalmazó globálsugárzás értékek (Központi Légkörfizikai Intézet Sugárzási Osztálya). A tapasztalatok szerint azonban a napsugárzás spektrális összetétele a nap folyamán nem nagyon változik<sup>16</sup>, ezért a légköri fotokémiában aktív tartományok sugárzásintenzitása jó közelítéssel arányosnak vehető a globálsugárzással.



2. ábra  
A mérőhely elhelyezkedése

A mérési napok általában derültek voltak. Augusztus 24-én a globálsugárzás napi értéke (2352 J/cm<sup>2</sup>/nap) közel járt az eddig észlelt maximumhoz, de a 18-i és a 25-i érték sem volt ennél lényegesen alacsonyabb. Átlagosnál borultabb idő csak szeptember 2-án fordult elő.

A *nitrogén-monoxid és nitrogén-dioxid* mérésekhez a MONITOR LABS cég MODELL 8840 típusú kétsatornás kemilumineszcens NO<sub>x</sub> monitorát használtuk.

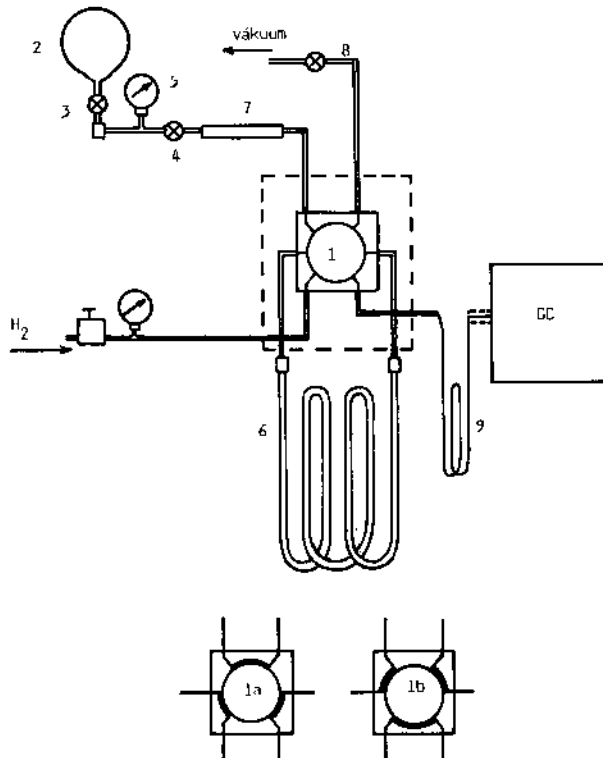
A levegő *szénhidrogén-tartalmának* meghatározására nincs általánosan elfogadott módszer. A mérések során a levegőmintákat 1-2 literes, Teflon-szeleppel ellátott Pyrex üveglombikokban vettük, amelyeket a mintavétel előtt 10<sup>-3</sup>–10<sup>-4</sup> mbar maradék nyomásig evakuáltunk.

A kimutatási határ leszorítása érdekében a minta dústítására a 3. ábrán látható adagolórendszer építettük. A mintát először egy 20 cm hosszú, 2 mm belső átmérőjű, kvarcszemcsékkel töltött, saválló acélból készült, cseppfolyós nitrogénnel hűtött spirálba szívattuk át, ahol a szénhidrogének a metán kivételével kifagytak. A további koncentrálás érdekében kriofókuszálást hajtottunk végre, a nagyterefogatú spirálból a szénhidrogéneket egy kisátmérőjű spirálba fagyasztottuk át.

A levegőminták szénhidrogén-tartalmának meghatározását Hewlett—Packard 5840 A típusú gázkromatográfval végeztük. Az összetevők elválasztására 30 méter hosszú, 0,25 mm belső átmérőjű Pyrex üveg kapillaris oszlopot használtunk. A megosztó folyadék 3-4 μm vastagságú, kémiailag kötött OV-1/OV-101 kevert fázisú szilikon polimer volt. A detektálás lángionizációs detektorral történt.

A tapasztalatok szerint 0,5 liter levegőből kiindulva, anyagminőségtől csaknem függetlenül, komponensenként kb. 1,5 ppbC koncentráció jelenti a mérhetőség alsó határát.

A *formaldehid* (HCHO) koncentráció mérését az MSZ 21456/10—84 szabvány szerint<sup>17</sup> végeztük.



3. ábra

Adagolóberendezés a levegőminták nem-metán szénhidrogén tartalmának meghatározásához. 1 — Carlo Erba gyártmányú hat-utas adagoló csap, 2 — mintavető lombik, 3 — szelep, 4 — szelep, 5 — nagy pontosságú csőrugós vákuum-mérő, 6 — nagy terfogatú spirál, 7 — magnézium-perkloráttal töltött szárító cső, 8 — szelep, 9 — kis terfogatú spirál. 1a — az 1 csap helyzete a rendszer levegőmentesítésekor, illetve a nagy terfogatú spirálból a kis terfogatú spirálba való átfagyasztáskor. 1b — az 1 csap helyzete a mintának a lombikból a nagy terfogatú spirálba való átszívásakor

A formaldehid-koncentrációt más módszerrel is mértük: a levegőt 2n HCl és 0,1 n 2,4-dinitrofenilhidrazin (DNPH) vizes oldatán szívtuk keresztül. A mintát megfelelő előkészítés után<sup>14</sup> gázkromatográffal analizáltuk. Az analízist 30 m-es, 0,25 mm átmérőjű DB1 Durabond kvare kapilláris oszlopon, 250 °C hőmérsékleten végeztük.

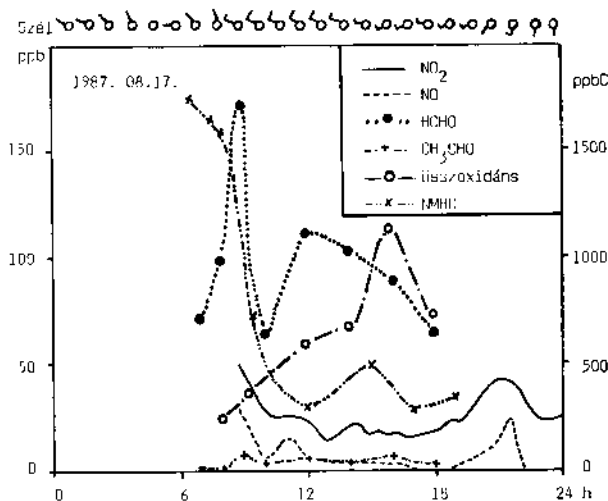
Ez a módszer nem ad megbízhatóbb eredményeket a formaldehidre, mint az előző, azonban segítségével más karbonil vegyületek koncentrációja is mérhető. A jelenlegi mérési sorozatban a formaldehidet kívül az *acetaldehid* ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ) koncentrációját mértük rendszeresen, de a módszer tökéletesítésével lehetőség van az aceton ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ), a metil-etil-eton ( $\text{CH}_3\text{COC}_2\text{H}_5$ ) és a propionilaldehid ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{CHO}$ ) kimutatására is.

A mérések idején  $\text{O}_3$  monitor még nem állt rendelkezésünkre, ezért ún. *összoxidáns* koncentráció mérésekre kellett szorítkoznunk. A mérést az US-EPA referenciá módszer<sup>24</sup> módosított változatával<sup>3</sup> végeztük.

## Eredmények és megbeszélés

A mérési eredményeket a 4–10. ábrákon tüntettük fel. Nitrogén-monoxidra és nitrogén-dioxidra folyamatos méréseket végeztünk. A szénhidrogén-mintavétel gyakorlatilag pillanatszerűnek tekinthető, míg a többi szennyező esetében 1 órás mintavételi időt alkalmaztunk. Kora reggeltől az esti órákig általában napi 7-8 mintavételt végeztünk, figyelembe véve a vizsgált komponensek napi menetének sajátosságait. Az ábrákon a szélirányt és a szélesebséget is feltüntettük. A nem-metán szénhidrogén- (NMHC) koncentrációt ppbC-ben (átlagos összetétel mellett 1 ppbC  $\approx$  0,57  $\mu\text{g}$  szénhidrogén/ $\text{m}^3$ ), a többi szennyezőanyag koncentrációját ppb-ben adtuk meg. A  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -re való átszámoláshoz az I. táblázat nyújt segítséget.

Egyetlen mérőhelyen végzett rövid mérési sorozatból messzemenő következtetéseket nem szabad levonnunk. A mérési időszak alatt uralkodó időjárási viszonyok, továbbá a mérőhely elhelyezkedése (az erősen szennyezett belvárosi területeken kívül, viszonylag nagy magasságban és nyílt területen) azonban arra bátorít, hogy kiemeljük a mérési eredmények néhány jellegzetességét.



4–10. ábra

A szennyezőanyagok koncentrációjának napi menet.  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{HCHO}$ ,  $\text{CH}_3\text{CHO}$  és összoxidáns ppb-ben, a nem-metán szénhidrogének ppbC-ben. Szél: ○ 0 m/s, ◐ 1 m/s, ◑ 2.3 m/s, ◒ 4.6 m/s, ◓ 7.8 m/s. A szélzászló iránya a szélirányt jelzi





## I. T Á B L Á Z A T

## Átszámítási tényezők

(20 °C, 1013 hPa)

	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 ppb
NO	0,80 ppb	1,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO <sub>2</sub>	0,52 ppb	1,92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
HCHO	0,80 ppb	1,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CH <sub>3</sub> CHO	0,55 ppb	1,83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
O <sub>3</sub>	0,5 ppb	2,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

*Nitrogén-oxidok*

A nitrogén-monoxid koncentrációban a reggeli órákban jelentős csúcs észlelhető, aminek a reggeli élénk gépkocsiforgalom az oka. A magas koncentrációk kialakulását elősegíti a reggeli légkör erős stabilitása, a felsőbb légrétegekkel való keveredés hiánya. A reggeli csúcs után részben az NO → NO<sub>2</sub> átalakulásnak, részben a meteorológiai viszonyok megváltozásának és a gépkocsiforgalom csökkenésének köszönhetően a nitrogén-monoxid-koncentráció gyorsan csökken.

A nitrogén-dioxid koncentráció a hajnali órákban viszonylag magas. Ennek az az oka, hogy az éjszaka folyamán, amikor a fotokémiai folyamatok szünetelnek, a légkörben lévő nitrogén-monoxid gyakorlatilag teljesen nitrogén-dioxid-dá oxidálódik. A reggeli csúcsforgalom hatására a nitrogén-dioxid-koncentrációban is kialakul egy csúcs, ez azonban elmosódottabb és időben később jelentkezik, mint a nitrogén-monoxidé. Az NO<sub>2</sub> csúcs késleltetett és elhúzódó megjelenésének az az oka, hogy a nitrogén-dioxid nagyrészt nem közvetlenül kerül a légkörbe, hanem a nitrogén-monoxid oxidációjával képződik.

Egyes napokon, jóval az esti csúcsforgalom lezajlása után, jelentős NO<sub>x</sub> koncentrációkat figyeltünk meg. A mérési sorozat rövidege és egy helyszínre korlátozottsága nem tette lehetővé az okok felderítését.

*Nem-metán szénhidrogének*

A reggeli csúcsforgalom hatása a nem-metán szénhidrogének koncentrációján is nyomon követhető. A maximum reggel 6 és 9 között jelentkezik. Ezután az emisszió csökkenésének, a légköri átkeveredés erősödésének és a fotooxidációs folyamatok felgyorsulásának hatására a koncentráció jelentősen csökken.

A II. táblázatban a reggel 6 és 9 óra közötti átlag szénhidrogén koncentrációkat tüntettük fel a mérési időszak legszennyezettebb és legkevésbé szennyezett napjára, valamint egy közepesen szennyezett napra vonatkozóan. Az összehasonlítás kedvéért a II. táblázatban bemutatjuk hét amerikai nagyváros hasonló napszakokra vonatkozó adatait is<sup>22</sup>. Az amerikai méréseket városenként két-két helyen, belvárosi, illetve ipari területen, kb. 1,2 m magasságban végezték; a táblázatban szereplő adatok 30–170 mérés átlagértékei.

A szénhidrogének összetétele a nap folyamán lényegesen nem változik. A mért spektrumok igen hasonlóak ahhoz, mint amit a Vár-hegy alatti alagútban tapasztaltunk, így valószínű, hogy a mérési időszakban a mérés színhelyén a közlekedési emisszió volt a levegő szénhidrogén szennyezettségének meghatározója.

Szénhidrogén mérési eredmények a szakirodalomban csak az utóbbi években jelentek meg<sup>5, 22, 23</sup>. Ezek alapján – amennyiben méréseink valamelyest is



ELTÁBLÁZAT

Néhány szén-hidrogén reggel 6 és 9 óra közötti időszak koncentrációja hét amerikai nagyvárosban és Budapesten. Budapest esetén a "középső" szennyezettséget 1987. szeptember 1-én, a "kisebbségi" szennyezettséget 1987. szeptember 2-án, az "erős" szennyezettséget pedig 1987. augusztus 17-én mértük

	Huston	Phila- delphia	Baltimore	Washington	Newark	Boston	Budapest	
							átlagos	erős
Etán	25	13	11	12	21	8	26	54
Etilén	-	-	-	-	-	-	47	138
Acetilén	15	6	11	14	10	9	-	-
Propán	51	29	14	11	22	9	14	31
Propilén	17	10	7	8	9	4	8	29
i-bután	33	21	13	12	22	12	8	27
n-bután	64	46	41	37	48	29	13	41
1-butón	4	1	1	1	2	<1	1	19
Izobutén	6	1	4	3	3	<1	7	8
2-butén	5	1	3	3	3	2	3	15
i-pentán	67	42	52	54	55	35	36	104
n-pentán	38	27	24	23	28	16	23	70
2-metil-pentán	20	16	14	10	14	12	19	60
3-metil-pentán	15	11	9	7	9	8	16	40
n-hexán	20	13	9	7	11	9	14	60
Benzol	18	13	11	8	11	8	21	40
Toluol	48	29	43	38	47	28	44	88
Etilbenzol	15	6	7	9	10	4	6	22
m/p-xilol	38	16	19	26	20	11	18	65
o-xilol	18	7	8	11	7	5	6	26
<b>Összes NMHC</b>	<b>349 - 16 330</b>	<b>210 - 1730</b>	<b>50 - 2800</b>	<b>150 - 2950</b>	<b>90 - 6950</b>	<b>80 - 4730</b>	<b>425</b>	<b>817</b>
					<b>30 - 3110</b>			<b>1010</b>

Az adatok ppb-ben értendők

reprezentálják a város szénhidrogén szennyezettségét — Budapestet a meglehetősen szennyezett városok közé kell sorolnunk. Az egészségügyi miniszter 5/1986 (VIII. 10.) EüM számú rendelete a megengedhető legmagasabb légköri szénhidrogén koncentrációt is szabályozza, mégpedig az egyes komponensekre külön-külön. A teljes szénhidrogén mennyiségre nem ad meg határértéket. Méréseink során egyetlen szénhidrogén-fajta esetében sem tapasztaltunk normatüllépést. A reggeli teljes szénhidrogén koncentrációk azonban rendszeresen elérték, sőt esetenként meghaladták az 1000 ppbC-szintet (lásd 4-10. ábra), ami például az Egyesült Államokban és Kanadában érvényben lévő 240 ppbC-s határértékhez<sup>7</sup> képest igen magas. Ez a szénhidrogén mennyiség a jelentős NO<sub>x</sub>-szennyezettség mellett intenzív oxidáns-képződésre ad lehetőséget.

### Aldehidek

Az oxidánsok, a formaldehid és az acetaldehid viselkedése nagyjából hasonló. A fotokémiai folyamatok hatására képződnek, ezért koncentrációjuk a délutáni órákban a legnagyobb. Egyes napokon (augusztus 17. és 18.) megfigyeltünk egy reggeli formaldehid csúcsot is. Ez összefügg azzal, hogy a formaldehid nemcsak a légkörben képződik, hanem elsősorban a közlekedésből<sup>18</sup> — jelentős mennyiség kerül közvetlenül is a légkörbe. Ezt támasztják alá a mért igen magas koncentráció-értékek is. A reggeli csúcs rendszertelen jelentkezésére a csekély számú mérés miatt egyelőre nem tudunk magyarázatot adni.

A légköri formaldehid koncentráció megengedett értékére van hazai rendelkezés [5/1986. (VIII. 10.) EüM]. Eszerint a védett I. kategóriájú területeken a formaldehid koncentráció 30 perces átlagértéke nem haladhatja meg a 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -t, azaz a kb. 28 ppb-t. A mérési időszakban a napi maximumok csaknem minden esetben meghaladták ezt a szintet, sőt augusztus 17-én és 18-án megközelítették, illetve meghaladták a 150 ppb-t is (4. és 5. ábra), amely érzékenyebb személyeknél már egészségügyi panaszokat okozhat<sup>18</sup>. 20 ppb alatti formaldehid koncentrációt csak elvétve mértünk. A mérések hitelét alátámasztja, hogy a két mérőben különböző módszerrel végzett egyidejű mérések csaknem teljesen azonos eredményt adtak. Helyi szennyező forrásra utaló nyomot nem találtunk, a napi menetek sem utalnak ilyenre. A mért formaldehid koncentrációk nemzetközi összehasonlításban igen magasak<sup>13, 18, 20, 21</sup>.

Az esetek többségében az acetaldehid-szint nem haladta meg a magyar levegőtisztasági határértéket (10  $\mu\text{g}/\text{m}^3 \approx 5,5$  ppb). Az általunk mért 2–8 ppb-koncentrációk megfelelnek az Egyesült Államok nagyvárosaiban mért értékeknek<sup>20</sup>.

### Oxidánsok

A mérési időszakban az összoxidáns koncentráció maximumai 70–75 ppb körül alakultak. Figyelembe véve a WHO ajánlását<sup>25</sup>, mely szerint a megengedhető maximális óras oxidánsszint 75–100 ppb, a mért értékek nem magasak. A már többször idézett hazai egészségügyi miniszteri rendelet<sup>8</sup> az ózonszintre a védett I. területeken 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -cs (kb. 30 ppb) 30 perces határértéket ad. Ez alacsonyabb, mint számos más ország határértéke<sup>9</sup>.

A magas elsődleges szennyezőanyag-koncentrációk és az intenzív napsütés mellett a mért oxidánsszintek alacsonynak tűnhetnek. Magyarázatot erre az ad, hogy méréseinket a jelentős nitrogén-monoxid-kibocsátás miatt erősen redukáló légkörben végeztük, ahol a NO  $\approx$  NO<sub>2</sub> átalakulás a keletkező oxidánsok nagy részét azonnal elfogyasztja. Magas oxidáns-koncentrációk ott várhatók, ahol nincs jelentős NO-emisszió, a légkörbe került nitrogén-monoxid pedig már

nitrogén-dioxiddá alakult, azaz valahol a város szennyezőanyag csóvájában, a szélsébségtől függően Budapesttől 30–150 km-re. Mivel az ózon fitotoxikus anyag<sup>1, 11, 12, 19</sup> ez a jelenség komoly veszélyt jelenthet a főváros környékének mezőgazdasági termelésére és természetes növényzetére.

### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Kollár Katalin (Fővárosi KÖJÁL) laboratóriumvezetőnek és dr. Várkonyi Tibor (Országos Közegészségügyi Intézet) osztályvezető-helyettesnek a munkájukat segítő értékes tanácsokért, valamint az Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatalnak a kutatási téma anyagi támogatásáért.

### I R O D A L O M

1. Ashmore M., Bell N., Butler J.: *Ambio* 14, 81 (1985). — 2. Bérces T., Mészáros E.: *Időjárás* 86, 276 (1982). — 3. Bergshoeff G., Lanting R. W., Prop J. M., Reyniers H. F. R.: *Anal. Chem.* 52, 541 (1980). — 4. Builjtes P. J. H., Bovenkerk M., Zwiercer S.: Photochemical oxidants abatement policy and its regional rationale in the Netherlands. 7th World Clean Air Congress, Sydney, August 25–29, 1986. — 5. Colbeck I., Harrison R. M.: *Atmospheric Environment* 19, 1899 (1985a). — 6. *Egészségügyi Minisztérium: Az egészségügyi miniszter 5/1986. (VIII. 10.) EüM számú rendelete a légszennyező anyagok, a levegőminőségi határértékek és a légszennyezőanyag mérésére vonatkozó szabályok megállapításáról. Egészségügyi Közlöny 1986/15, 679 (1986).* — 7. Finlayson-Pitts B. J., Pitts J. N., Jr.: *Atmospheric chemistry. Fundamentals and experimental techniques.* John Wiley & Sons. New York—Chichester—Brisbane—Toronto—Singapore (1986). — 8. Grennfelt P., Salbones J., Schjoldager J.: Oxidant data collection in OECD-Europe 1985–87 (OXIDATE). Report on ozone, nitrogen dioxide and peroxyacetyl-nitrate. April–September 1985. NILU 22/87. (1987). — 9. Grennfelt P., Schjoldager J.: *Ambio* 13, 61 (1984). — 10. Haszpra L.: *Egészségtudomány* 31, 283 (1987). — 11. Heck W. W., Taylor O. C., Adams R., Bingham G., Müller J., Preston E., Weinstein L.: *J. Air Poll. Contr. Assoc.* 32, 353 (1982). — 12. Hofstra G., Ali A., Wukasch R. T., Fletcher R. A.: *Atmospheric Environment* 15, 483 (1981). — 13. Kalabokas P., Corlier R., Fresnet P., Mowier G., Toupance G.: *Atmospheric Environment* 22, 147 (1988). — 14. Kallio H., Linko R. R., Kaitaranta J.: *J. Chromatog.* 65, 355 (1972). — 15. Kitchens J. F., Casner R. E., Edwards G. S., Harward III W. E., Maeri B. J.: Investigation of selected potential environmental contaminants: Formaldehyde. Rep. NTIS PB–256 839, U.S. Dep. of Commerce, Washington, D.C. (1976). — 16. Morvay A.: A globálsugárzás szinkrópi vizsgálatának néhány problémája. Beszámoló az 1973-ban végzett tudományos kutatásokról. Orsz. Meteorológiai szolg. Hiv. Kiadv. XLIII. kötet, Budapest, 1977. — 17. *MSZ 21456/10–84: A levegő gázszenyezőinek vizsgálata. Formaldehid meghatározása.* (1984). — 18. Nanthe H. J., Lohrer W.: *Adhäsion* 30/11, 17 (1986). — 19. Roberts T. M.: *Atmospheric Environment* 18, 629 (1984). — 20. Salas L. J., Singh H. B.: *Atmospheric Environment* 20, 1301 (1986). — 21. Schulam P., Newbold R., Hull J. A.: *Atmospheric Environment* 19, 623 (1985). — 22. Seaton K., Westberg H.: *Atmospheric Environment* 18, 1125 (1984). — 23. Singh H. B., Salas L. J., Cantrell B. K., Redmond R. M.: *Atmospheric Environment* 19, 1911 (1985). — 24. WHO: Selected methods of measuring air pollutants. WHO Offset Publications no. 24, 88 (1976). — 25. WHO: Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series No. 23, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 1987.

Л. Хаспра, И. Силади, Дь. Бачкаи, Т. Цицо, А. Дэмстер, М. Кертес, Т. Турани: Ориентировочные измерения в Будапеште для выявления загрязненности воздуха фотохимического происхождения

Сотрудники Центрального химического НИИ, Центрального Института физики атмосферы и Государственного санитарного института, в течение семи рабочих дней (17 августа—2 сентября 1987 г.) производили ориентировочные замеры в Будапеште, с целью определения загрязнения воздуха фотохимического происхождения. Государственный санитарный институт установил на террасе крыши измерительную установку, где и определяли загрязнение воздуха углеводородом и альдегидом, содержание всех окислителей, кроме того, с помощью регистрирующего прибора тщательно следили за динамикой изменения концентрации окисла азота в воздухе.

Как показали измерения, концентрация углеводорода в воздухе довольно высока в утренние часы (400–1800 ppb), загрязнение же формальдегидом тревожно высокое (10–180 ppb). Суммарная концентрация в воздухе оксидантов, несмотря на солнечную летнюю погоду, не превышала допустимый уровень (10–120 ppb). Измеренные высокие концентрации окисла

азота и углеводорода, однако, делают вероятным, чтобы в годоковом фанеле веществ, вне городских территорий, возникали высокие концентрации оксидантов, которые могут представлять опасность как для сельскохозяйственных культур, так и для природной растительности.

Местонахождение измерительных приборов и соответствующая среднегодовой температура погоды в дни измерений, без резких колебаний, позволяют считать, что данные измерений представляют средние отношения загрязнения для значительной области.

Haszpra, L., Szilágyi, I., Bácskai, Gy.-né, Cziezó, T., Demeter, A., Kertész, M., Turányi, T.: **Exploratory measurements for the detection of photochemical contamination in Budapest**

Exploratory measurements for the detection of the photochemical contamination of the air were carried out by coworkers of the Central Research Institute for Chemistry, of the Institute of Atmospheric Physics and of the National Institute of Public Health on seven work-days in Budapest, between August 17 and September 2, 1987. A measuring point was established on the flat roof of the National Institute of Public Health, where the hydrocarbon and aldehyde contamination and the total oxidant content of the air was measured and by the use of a recorder, the nitrogen oxid concentration of the air was monitored.

According to the measurements, the hydrocarbon concentration of the air is rather high (400-1800 ppbC) in the mornings and formaldehyde concentration shows disquietingly high values (10-180 ppb). The atmospheric total oxidant concentration did not exceed the acceptable level (10-120 ppb) in spite of the sunny summer weather. However, the measured high nitrogen oxid and hydrocarbon concentrations render probable that outside the towns, in the main current of the town contamination, high oxidant concentration may develop, endangering both the agricultural production and the natural vegetation.

The placement of the measuring point and the average weather conditions without extremities make probable that the measurements represent the average contamination conditions of a larger area.