

## A légszennyezettség környezet-egészségügyi értékelése Budapesten és néhány városban\*

**BEREGSZÁSZI TÍMEA, PÁLDY ANNA**

Fodor József Országos Közegészségügyi Központ – Országos Környezetegészségügyi Intézete, Budapest

---

**Összefoglalás:** BEVEZETÉS: A légszennyezettség környezet-egészségügyi hatásbecslésének eredményeit a politikai döntéshozók, a környezeti és egészségügyi szakemberek felhasználhatják a helyi döntéseik, cselekvési terveik - mint város és közlekedéstervezés illetve a levegőszennyezés megszüntetésére irányuló intézkedések - meghozatalához. Tanulmányunkban célul tűztük ki a szálló por 10  $\mu\text{m}$  alatti frakció egészségkárosító hatásának becslését Budapest és néhány vidéki város (Miskolc, Pécs, Győr, Eger és Komló) tekintetében, a 2002. évre. Az összhalálozás, szív- és érrendszeri és légzőszervi halálozás vonatkozásában vizsgáltuk a  $\text{PM}_{10}$  hatását.

**MÓDSZEREK:** Az APHEIS program módszerét követve, az AirQ szoftver alkalmazásával kiszámítottuk a városokra jellemző  $\text{PM}_{10}$  szennyezettségnek tulajdonítható rövid és hosszú távú többlethalálozást egy évre. Különböző scenáriókat alkalmaztunk az akut és krónikus egészségkárosító hatás értékeléséhez.

**EREDMÉNYEK:** A környezet-egészségügyi hatásbecslés eredménye igazolta, hogy a szálló por 10  $\mu\text{m}$  alatti frakció koncentrációjának csökkentése előnyösen befolyásolná az érintett populáció egészségi állapotát. A szálló por 10  $\mu\text{m}$  alatti frakció napi átlagkoncentrációja a hasonló szennyezettségű városokban a vizsgált évben 2-11%-ban, míg Komlón 24%, Miskolcon 61%-ban haladta meg az  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -t. A városok napi  $\text{PM}_{10}$  terhelése 2002-ben 47-99%-ban volt magasabb  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -nél. Ha a rövidtávú csúcskoncentráció értékeket  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  alá tudnánk csökkenteni, akkor Budapesten 170, vidéki városokban összesen 108 ember életét lehetne megmenteni összhalálozás tekintetében, illetve Budapesten 91, a többi városban összesen 59 szív- és érrendszeri halálesetet lehetne elkerülni. A légzőszervi halálozás tekintetében a levegőminőség javításának jótékony hatása limitált. A  $\text{PM}_{10}$  tartós hatásának csökkentése esetén sokkal nagyobb eredményeket lehet elérni, ha az éves átlagkoncentrációt  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -re sikerülne csökkenteni, Budapesten 1937, vidéken összesen 1072 halálesetet tudnánk elkerülni.

**MEGBESZÉLÉS:** Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a légszennyezettség környezet-egészségügyi hatásbecslése mind rövid, mind hosszú távon bebizonyította a levegőminőség javításának jótékony hatását és szükségességét. A levegőminőség kismértékű javítása is kedvezően befolyásolná az adott populáció egészségi állapotát. A bemutatott eredmények a jövőben a cselekvési tervek alapjául szolgálhatnak.

**Kulcsszavak:** légszennyezettség,  $\text{PM}_{10}$ , környezet-egészségügyi értékelés, egészségkárosító hatás, halálozás

---

\* A Magyar Higiénikusok Társasága VIII. Nemzeti Kongresszusán, Siófokon, 2005. október 4-én tartott előadás szerkesztett változata.

## Bevezetés

Az 1952-ben bekövetkezett híres londoni szmog vezetett el oda, hogy a közösségekben tudatosult a levegőszennyezés egészségkárosító hatása. Az azóta eltelt időszakban, a levegőszennyezés szintje csökkent, de É-Amerikában és Európában készült tanulmány szerint a környezeti szálló por szennyezettség kapcsolatba hozható a szív- és érrendszeri morbiditás és mortalitás növekedésével [1]. A levegőszennyezés különbözőképpen hathat az emberre, kellemetlen szagok révén, rossz közérzetet okozhat, légutak nyálkahártyáját izgatja, asztmás rohamok számát, szív és érrendszeri betegségek, krónikus tüdőbetegségek és rosszindulatú daganatos megbetegedések miatti halálozások számát növelheti [2]. Légszennyező anyagok bekerülve a légutakba csökkenthetik a fertőzésekkel szembeni védekezést és fokozhatják az allergia kialakulásának kockázatát. A sérülékeny lakosságcsoportok (öreges, gyermekek, asztmások, szív és érrendszeri betegségben szenvedők) igen érzékenyek a 10  $\mu\text{m}$  alatti részecskék hatására [2,3]. Helsinkiben 1980 óta vizsgálják a levegő szennyezettség és néhány egészségügyi paraméter közötti kapcsolatot [4]. Spanyol kutatók értékelték azokat a publikációkat (1994-1998), melyek a levegőszennyezés egészségre gyakorolt hatását vizsgálták, és indikátorként a mortalitást használták. Megállapították, hogy legtöbb esetben szignifikáns pozitív összefüggés mutatható ki, főleg a 10  $\mu\text{m}$  alatti részecskékkel, melyek a leggyakrabban vizsgált szennyezők voltak [5]. A levegőszennyezés ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  és ózon) hosszú-távú hatását becsülték Svájc 10 különböző területén élő 6-15 éves iskoláskorú gyerekek körében légzőszervi és allergiás tünetek és betegségek vonatkozásában. A legszorosabb kapcsolatot  $\text{PM}_{10}$  esetében találták (az esélyhányados a krónikus köhögés, éjjeli száraz köhögés és bronchitis tünetek esetében a legjobban és legkevésbé szennyezett közösségek között 3,07 (95% CI:1,62-5,81), 2,88 (95 % CI: 1,69-4,89) és 2,17 (95 % CI: 1,21-4,89), külön-külön) [6].

Ausztriában, Franciaországban és Svájcban elvégezték a környezeti és közlekedési eredetű levegőszennyezés egészségkárosító hatásának becslését. Epidemiológiai kutatások eredményeként meghatározott dózis-hatás összefüggés alapján tanulmányozták 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{PM}_{10}$  koncentráció növekedés hatását. A légszennyezettségnek tulajdonítható mortalitást ( $> = 30$  éves felnőtt), légzőszervi és kardiovaszkuláris kórházi felvételt (minden korosztály), krónikus bronchitis incidenciát ( $> = 25$  éves felnőtt), gyermekkori bronchitis ( $< 15$  év), korlátozott aktivitású napokat ( $> = 20$  éves) és asztmás rohamot (felnőtt és gyermekkorban) vizsgálták. A nem megfelelő levegőminőségnek tulajdonítható az összhaltalozás 6%-a, vagyis több mint 40000 haláleset évente. A levegőszennyezés okozta összhaltalozás fele a motorizált közlekedésnek tulajdonítható, több mint 25000 új krónikus bronchitis (felnőtt), több mint 290.000 bronchitis eset (gyerek), több mint 0,5 millió asztmás roham és több mint 16 millió embernél csökkent aktivitású nap [7].

Bostonban készített tanulmányok szerint a környezeti levegőszennyezés számos szív- és érrendszeri megbetegedéssel hozható kapcsolatba. Többek között a szálló por 2,5  $\mu\text{m}$  alatti frakció, illetve az ózon szennyezettség a szív ritmus változékonyság csökkenését okozhatja, különösen ischémiás szívbetegségben, magas vérnyomásban és cukorbetegségben szenvedő férfiak esetében [8], aeroszol részecskék a tachyarrytmia kockázatát növelhetik [9,10], ST-depressziót idézhetnek elő [11], a  $\text{PM}_{10}$  expozíció növekedése (10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -ként) 0,65%-al emeli a miokardiális infarktus miatti kórházi betegfelvételt [12].

Dán vizsgálatban a  $\text{PM}_{10}$ -nek tulajdonítható mortalitást, kardiovaszkuláris és légzőszervi kórházi felvételt, krónikus bronchitist, akut bronchitist, csökkent aktivitású napokat és asztma rohamok számát becsülték (epidemiológiai irodalmi adatok felhasználásával, a populáció  $\text{PM}_{10}$  expozícióját számolták). Megkísérelték az egészségnyereség meghatározását, ha az összes nehéz teherszállító járművet részecskeszűrővel látnák el Dániában. Az átlag populáció  $\text{PM}_{10}$  expozíciója 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , évente ennek az expozíciónak tulajdonítható kb. 5000 haláleset,

5000 kórházi felvétel, 5000 krónikus bronchitis, 17000 akut bronchitis, 200000 asztma roham, és 3 millió csökkent aktivitású nap. A becsült egészségnyereség, ha szűrőket tesznek a járművekbe 22 és 1250 közötti emberélet a feltételek kiválasztásától függően [13]. Az Athéni Medence légszennyezettségét értékelték az 1989, 1992 és 1998-as évekre vonatkozóan. Megállapították, hogy az összes klasszikus szennyező szintje, kivéve az SO<sub>2</sub>-t és Pb-t, szignifikánsan meghaladja a WHO ajánlásait, és ezért valószínűleg szignifikáns egészségkárosító hatással bírnak. Később elvégezték a WHO ajánlása alapján a PM<sub>2,5</sub> illetve PM<sub>10</sub> szintre vonatkozóan a környezet-egészségügyi kockázatbecslést. Azt tapasztalták, hogy a finom részecskék koncentrációja Athénban szignifikánsan növeli a mortalitást és morbiditást, és csökkenti az átlagos élettartamot a teljes populációban 1,3-1,7 évvel [14]. A nyolc legnagyobb olasz városban a szálló por részecskék (PM<sub>10</sub>) egészségkárosító hatásának következtében, 30 µg/m<sup>3</sup> koncentráción túl kb. 3500 többlet haláleset következik be [15]. Westminster, közép London területén végzett környezet-egészségügyi hatásbecslés eredményeként megállapították, ha a PM<sub>10</sub> napi átlagkoncentráció 40 µg/m<sup>3</sup>-re csökkenne Westminsterben, akkor ennek köszönhetően maximum 21 életet lehetne megmenteni egy évben (évi halálozás 1363). Az éves szennyezettség jelentős csökkentésével (20 µg/m<sup>3</sup>-ra) megelőzhető kb. 20 légzőszervi, 14-20 keringési okok miatti betegfelvétel, és kb. 5% csökkenést jelentene asztma miatti, sürgősségi kórházi betegfelvételben. A hosszú-távú expozíció mérséklésével (a 2004. évi cél 40 µg/m<sup>3</sup>) kb. 24 ember életét lehetne megmenteni, és 100 emberéletet, ha lecsökkentik az évi átlag PM<sub>10</sub> koncentrációt 20 µg/m<sup>3</sup>-re [16].

Láthatjuk, hogy bár a levegőszennyezés egyéni egészségi kockázata kicsi, viszont a népegészségügyi következménye tetemes, így a levegőszennyezés továbbra is igen komoly probléma Európában. Számos kutatást végeztek az utóbbi évtizedben, de mivel nem alkalmaztak egységes módszereket, az eredmények összevetése, következtetések levonása igen nehéz. A döntéshozóknak és a szakembereknek a megfelelő intézkedések meghozatalához olyan adatokra van szüksége, melyek megbízhatóak, reprezentatívak és naprakészek. Szükséges az adatok összehasonlíthatóságát és egységes számítási módszerek alkalmazását biztosítani, mely csak standardizált módszerek, ajánlások és irányelvek alkalmazásával lehetséges. Ezt a problémát oldhatja meg az APHEIS ('Air Pollution and Health: A European Information System') program, melyet 1999-ben indítottak el. Az APHEIS célja egy epidemiológiai surveillance rendszer kidolgozása, mely információt szolgáltat a levegőszennyezés egészségkárosító hatásairól az európai döntéshozók és környezet-egészségügyi szakemberek és a lakosság igényeinek megfelelően. A programban 12 európai ország 26 városa, többek között Budapest vett részt [17].

Vizsgálatunkban célul tűztük ki a légszennyezés környezet-egészségügyi értékelését a 2002. évre, Budapest és néhány vidéki város - Miskolc, Pécs, Győr, Eger és Komló - vonatkozásában a WHO által kifejlesztett, szabadon használható AirQ 2,2 szoftver [18, 19-22] segítségével. A program lehetőséget nyújt egy adott levegőszennyező anyag potenciális egészségkárosító hatásának becslésére, egy meghatározott városi környezetben, egy adott időszakra vonatkozóan. A vizsgálathoz szükséges adatbázis létrehozása, az adatok elemzése és az eredmények értékelése során az APHEIS programban kidolgozott módszert alkalmaztuk [17].

## **Anyag és módszer**

### *Egészségi adatok*

A levegőszennyező anyagok egészségkárosító hatását a halálozás (halálesetek száma vagy gyakorisága (100 000 főre)), mint egészségi végpont tekintetében becsültük. A következő

halálozási mutatókat vizsgáltuk:

- összhalálozás a teljes népességre (BNO 10.: A00-Y99)
- kardiovaszkuláris halálozás a teljes népességre (BNO-10.: I00-I99)
- respirációs halálozás a teljes népességre (BNO-10.: J00-J99)

Az egészségi adatok forrása a Központi Statisztikai Hivatal volt.

#### *Légszennyezetségi adatok*

A lakosság expozíciójának becslésére a legegyszerűbb eljárás a monitor rendszer adatainak felhasználása, amikor csak egy, vagy néhány kiválasztott állomás adatait használjuk fel. Ez utóbbi esetben minden időszakra a mért koncentrációk számtani átlagát használjuk. Ezt az átlagértéket (napi vagy éves) használjuk az egész populációt ért expozíció indikátoraként - azaz egy populáció, egy átlag koncentráció egy adott periódusra vonatkozóan. A populációs expozíció megoszlását, vagy a populáció expozíciójának profilját (személy időegységben kifejezve) a kiválasztott szennyezőnek megfelelően kell meghatározni. Vizsgálatunkban a levegőminőség jellemzésére a 10 µm-nél kisebb átmérőjű szálló por részecskéket (PM<sub>10</sub>) választottuk. Budapest esetében a teljes szálló por (TSP) tömegkoncentrációját mérték 2002-ben valamennyi mérőállomáson. Az adott időszakra a PM<sub>10</sub> szennyezetségi meghatározása 0,58-as korrekciós faktor alkalmazásával történt a teljes szálló por értékből, mely egy éves vizsgálat regressziós analízisének eredménye (a TSP és PM<sub>10</sub> párhuzamos vizsgálata egy éven keresztül tartott). Budapesten és öt vidéki városban (Miskolc, Pécs, Győr, Eger és Komló) a vizsgált évre vonatkozóan az Országos Légszennyezetségi Mérőhálózat adatainak felhasználásával végeztük el a kiválasztott szennyezőanyag mért (Béta-sugár abszorpciós módszer) koncentrációinak előkészítését az expozícióbecslés számára:

- napi átlagkoncentrációk kiszámítása µg/m<sup>3</sup>-ben
- azoknak a napoknak a száma, amikor a napi átlagkoncentráció a felsorolt kategóriák valamelyikébe esett: < 10, 10-19, 20-39, 40-49, 50-59, 60-69, 70-79, 80-89, 90-99, 100-109, 110-119, 120-129, 130-139, 140-149, 150-159, 160-169, 170-179, 180-189, 190-199, 200-249, 250-299, 300-349, 350-399, < 400
- a napi átlagértékek éves és szezonális átlaga
- a napi átlagértékek és egy órás értékek éves, 98%-os gyakorisága
- a napi átlagértékek éves és szezonális maximum értékei

Az adott városokban működő mérőállomások eleget tettek az érvényességi feltételeknek.

#### *AirQ program értékelési módszere*

A kiválasztott légszennyező anyag egészségkárosító hatásának meghatározása a járulékos kockázati hányados mutató alkalmazásával történik [19,20]. A járulékos kockázati hányados, - azaz az egészségügyi következmény kialakulása milyen arányban tudható be az exponált csoportban az expozíciónak egy bizonyos időszakra vonatkozóan (feltételezve, hogy oki összefüggés áll fenn az expozíció és az egészségügyi következmény között és nem kell számolni jelentősebb zavaró tényezővel) - a következő módon számíthatjuk ki [18] :

$$JKH = \text{SUM} \{ [RK(c)-1] * P(C) \} / \text{SUM} [RK(c) * P(c)] \quad (1)$$

ahol RK(c) az egészségkárosodás relatív kockázata az expozíció c kategóriája esetén P(c) a c kategóriájú expozíciónak kitett populáció hányada.

A populáció expozíciójának megoszlását az expozíció becslés fázisában határozzuk meg. A kiválasztott egészségi következmény relatív kockázata (RK) az előzetes epidemiológiai

vizsgálatokban meghatározott expozíció - válasz funkciókból nyerhető. Vizsgálatunkban a WHO által a programba beépített alap értékeket [23, 24-27] használtuk az elemzés során (I. sz. táblázat).

Ismerve (vagy inkább feltételezve) a vizsgált egészségi elváltozás gyakoriságát a lakosságban, az incidencia (vagy esetszám egységnyi lakosságszámra vonatkoztatva) az exponált populációban a következőképpen számítható:

$$I_{Exp} = I * JKH \quad (2)$$

Következésképpen az incidencia a nem exponált populációban a következőképpen fejezhető ki:

$$I_{nemexp} = I - I_{Exp} = I * (1 - JK) \quad (3)$$

Egy N számú populációra át lehet számolni az előbbi értéket becsült esetszámmá, ami az expozíció következményének tulajdonítható többlet esetszám:

$$N_{eset} = I * JKH * N \quad \text{azaz} \quad N_{eset} = I_{Exp} * N \quad (4)$$

Az egészségügyi következmény adott populációra vonatkozó gyakorisága (pl. esetszám 100 000 főre) az országos adatbázisból elérhető.

Amellett, hogy meghatározható a többletesetek száma, a program lehetővé teszi az esetszámok megoszlásának becslését az expozíciós kategóriák szerint. Miután ismerjük adott levegőszennyezettség mellett a relatív kockázatot és a nem exponált csoportban az incidenciát, a többlet incidenciát ( $I+(c)$ ) és a többletesetek számát ( $N+(c)$ ), egy adott koncentráció szinten ( $c$ ) ki lehet számolni:

$$I+(c) = (RK(c)-1) * p(c) * I_{NE} \quad (5)$$

$$N+(c) = I(c) * N \quad (6)$$

### I. TÁBLÁZAT: Incidencia és relatív kockázat (RK) értékek különböző egészségi végpontoknál (WHO alapértékek)

TABLE I: Incidence rates and relative risk values for different health-endpoints (WHO)

Egészségi végpont	Incidencia 100 000 főre	Relatív kockázat 24 órás átlagkoncentráció > 10 µg/m <sup>3</sup> esetén	
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub> - long term
<b>Mortalitás</b> [71, 73, 76-78]		1,0074	1,1
Összhalálozás	1013	(95 % CI: 1,0062-1,0086)	(95 % CI: 1,03-1,18)
Kardiovaszkularis	497	1,008 (95 % CI: 1,005-1,018)	
Légzőszervi halálozás	66	1,012 (95 % CI: 1,0048-1,037)	

Az összes, itt említett képlet azon a feltételezésen alapszik, hogy semmilyen tényező nem zavarja az expozíció - megbetegedés összefüggést. Amikor az 1-es képletben <sup>(1)</sup> az RK érték konfidencia intervallum értékeit helyettesítjük be, akkor meg lehet határozni a járulékos kockázat alsó és felső határához tartozó értékeket, és a lakosság körében az expozíció miatt várható többlet halálesetek tartományát. A gyakorlatban azonban a hatás (és a becsült hatás tartománya) nagyobb az expozíció mérés bizonytalansága következtében, és az expozíció - válasz nem statisztikai jellegű bizonytalansága miatt. Az egészségügyi hatás és a levegőminőséget jellemző mutatók kiválasztását általános, erős epidemiológiai bizonyítékokra kell alapozni, figyelembe kell venni a hatásmérés elérhetőségét és a hatások időbeliségének konzisztenciáját. A szoftverrel megbecsülhető a légszennyezőknek a népesség egészségére gyakorolt hosszú-, és rövidtávú hatásai. Az esetek többségében alkalmas az egészségkárosító hatás becslésére és értékelésére. Még egyszer hangsúlyozzuk, hogy a feltételezést a következőre alapozzuk: a kockázati tényező és a betegség között ok-okozati összefüggés van, a figyelembe vett kockázati tényező független minden más egyéb, a betegség egyéb kockázati tényezőinek hatásától, és indokolt az exponált populáció felmérése. A becslés során a hibák nagysága attól függ, hogy az érvényben lévő feltételezést figyelembe tudjuk-e venni, amit minden egyes esetben meg kell határozni. Ezért a becslésekből levont következtetéseket ennek megfelelően kell értékelni.

### *Vizsgálati módszer*

A vizsgált időszakban az adott városokban jellemző légszennyezettségnek tulajdonítható rövid és hosszútávú többlet halálesetek számát becsültük meg az ismertett AirQ 2,2 szoftver segítségével. Különböző scenáriókat alkalmaztuk az Európai Unió Tanácsának légszennyező anyagok határértékének csökkentésére vonatkozó direktívája alapján [28], hogy meghatározzuk a kiválasztott légszennyező anyag rövid távú expozíciójának a mortalitásra kifejtett évi akut hatásait illetve hosszú távú expozíciójának tulajdonítható összhalálozás évi krónikus hatását.

#### a) Rövid távú scenárió a PM<sub>10</sub> hatásának becslésére

A szálló por 10 µm alatti frakciójának napi átlagkoncentrációja és az összhalálozás, a szív- és érrendszeri és a légzőszervi halálozás közötti összefüggések vizsgálatát a következő módon végeztük el:

- a 24 órás átlag PM<sub>10</sub> koncentráció csökkentése 50 µg/m<sup>3</sup> alá azokon a napokon, amikor a tényleges érték meghaladta az 50 µg/m<sup>3</sup>-t (2005-ös 24 órás határérték)
- a 24 órás átlag PM<sub>10</sub> koncentráció csökkentése 20 µg/m<sup>3</sup> alá azokon a napokon, amikor a tényleges érték meghaladta a 20 µg/m<sup>3</sup>-t (2010-es 24 órás határérték)
- a 24 órás átlag PM<sub>10</sub> koncentráció csökkentése 5 µg/m<sup>3</sup>-rel

#### b) Hosszú távú scenárió a PM<sub>10</sub> hatásának becslésére

A szálló por 10 µm alatti frakció hosszú távú expozíciójának tulajdonítható összhalálozás évi krónikus hatásának kiszámítását a következő módon végeztük el:

- a PM<sub>10</sub> éves átlagkoncentráció csökkentése 40 µg/m<sup>3</sup>-re (2005-ös éves határérték)
- a PM<sub>10</sub> éves átlagkoncentráció csökkentése 20 µg/m<sup>3</sup>-re (2010-es éves határérték)
- a PM<sub>10</sub> éves átlagkoncentráció csökkentése 5 µg/m<sup>3</sup>-rel

## Eredmények

### Légszennyezettség

Az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat adatait használtuk fel a kiválasztott városokban az adott időszakra jellemző levegőminőségi állapot meghatározásához. Az elemzéshez felhasználásra került mérőállomások helyét, a mérőpont típusát és az alkalmazott mérési módszert a II. sz. táblázatban tüntettük fel.

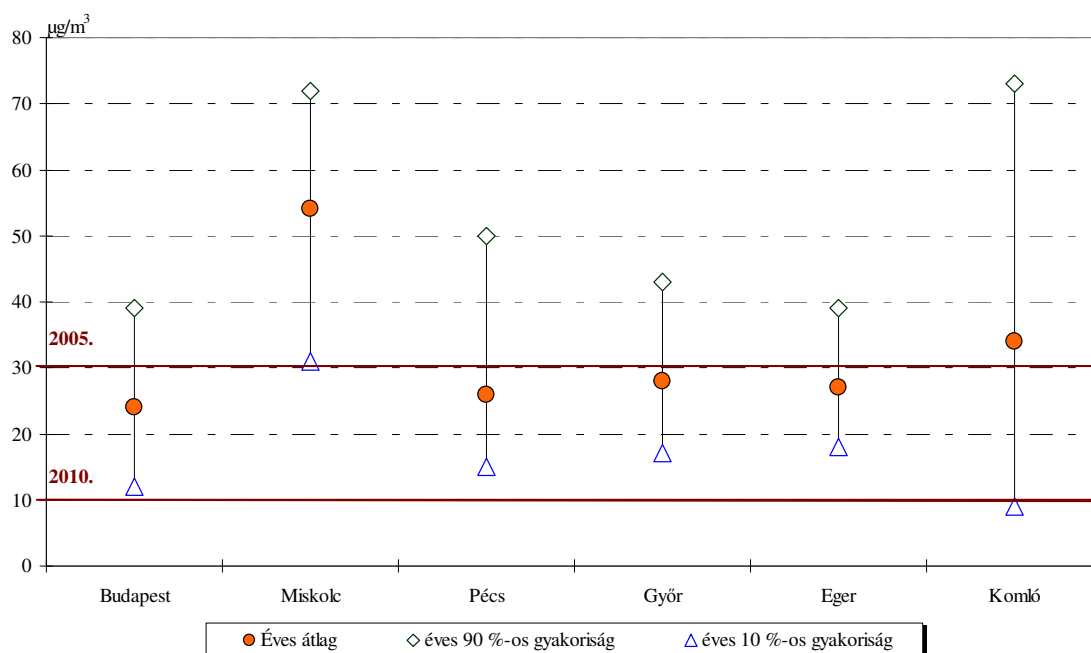
A szálló por 10 µm alatti frakciójának éves átlagszennyezettsége a vizsgált városokban 24-54 µg/m<sup>3</sup> között változott 2002-ben (1. ábra).

### II. TÁBLÁZAT: A légszennyezettségi mérőállomások elhelyezkedése és jellemzői a hat városban

TABLE II: Location and characteristics of air pollution monitoring stations in six cities

	Mérőpont típusa	Mérési módszer
		TSP vagy PM <sub>10</sub>
Budapest, Laborc u. III.	háttér	Béta-sugár abszorpció*
Budapest, Széna tér II.	közlekedési	Béta-sugár abszorpció*
Budapest, Déli tér XXII.	ipari	Béta-sugár abszorpció*
Budapest, Baross tér VIII.	közlekedési	Béta-sugár abszorpció*
Budapest, Kosztolányi D. tér XI.	közlekedési	Béta-sugár abszorpció*
Budapest, Erzsébet tér V.	közlekedési	Béta-sugár abszorpció*
Budapest, Gergely tér X.	háttér	Béta-sugár abszorpció*
Budapest, Ilosvay tér XIV.	háttér	Béta-sugár abszorpció*
Miskolc, Búza tér	közlekedési	Béta-sugár abszorpció
Pécs, Boszorkány út	háttér	Béta-sugár abszorpció
Pécs, Légszeszgyár út	közlekedési	Béta-sugár abszorpció
Pécs, Szabadság út	közlekedési	Béta-sugár abszorpció
Győr, Szt. István út	közlekedési	Béta-sugár abszorpció
Győr, Ifjúságkert, Szigeti A. u.	közlekedési	Béta-sugár abszorpció
Eger, Katona tér	közlekedési	Béta-sugár abszorpció
Komló, Templom tér 2.	háttér	Béta-sugár abszorpció

\* TSP mérés történik



1. ábra A PM<sub>10</sub> éves átlagszennyezettség, 90 és 10 %-os gyakoriság (napi értékekből számolt)

Fig. 1. Annual mean levels and 10<sup>th</sup> and 90<sup>th</sup> percentiles of the distribution of PM<sub>10</sub>

Budapest, Pécs, Győr és Eger levegőminősége ezen komponens tekintetében hasonlóan bizonyult, 7-38 nap között haladta meg a PM<sub>10</sub> napi átlagkoncentrációja az 50 µg/m<sup>3</sup>-t és 168-259 nap között a 20 µg/m<sup>3</sup>-t. A legnagyobb szennyezettségű város Miskolc volt, ahol 214 napon volt magasabb a szennyezettség 50 µg/m<sup>3</sup>-nél és 349 nap a 20 µg/m<sup>3</sup>-nél. Komló esetében a háttér típusú mérőpont ellenére viszonylag magas a PM<sub>10</sub> éves átlagkoncentrációja (34 µg/m<sup>3</sup>), és a napi átlagszennyezettség az év folyamán széles intervallumban változott.

### *Légszennyezettség egészségkárosító hatása*

Az on-line mérőállomások adataiból nyert 24 órás átlagkoncentrációk eloszlási gyakorisága és a nemzetközi vizsgálatok alapján megállapított kockázati értékek, valamint a városokban regisztrált halálozási adatok felhasználásával kiszámítottuk a városokra jellemző légszennyezettségnek (PM<sub>10</sub> vonatkozásában) tulajdonítható rövid és hosszú távú többlethalálozást. Meghatároztuk a különböző scenáriók hatását a kiválasztott egészségi végpontok tekintetében. Az értékelést az APHEIS programnak megfelelően úgy végeztük el, hogy kiszámítottuk a meghatározott scenáriók hatására előálló nyereséget, vagyis a városokra jellemző levegőhigiénés helyzetnek tulajdonítható többlet halálesetek számából kivontuk az adott scenárió végrehajtása után megjelenő többletesetek számát. Az eredmények összehasonlíthatósága érdekében kiszámoltuk a 100 000 főre vonatkoztatott esetek számát is.



a) PM<sub>10</sub> rövid távú hatása a halálózásra

A szálló por 10 µm alatti frakciójának rövidtávú hatását vizsgáltuk az **összhalálozás** tekintetében különböző scenáriók szerint. Az eredményeket a III. táblázatban foglaltuk össze. A táblázat adatait tanulmányozva megállapíthatjuk, hogy az egészségügyi hatásbecslés eredménye igazolta a szálló por (PM<sub>10</sub>) koncentráció csökkentésének előnyös hatását. Abban az esetben, ha rövidtávú csúcskoncentráció értékeket tudnánk csökkenteni 50 µg/m<sup>3</sup>-re, ezzel Budapesten 5, a vizsgált vidéki városokban összesen 26 emberéletet lehetne megmenteni. Ha sikerülne a napi szennyezettségi szintet 20 µg/m<sup>3</sup> alá csökkenteni akkor Budapesten 170, a többi településen 108 halálesetet kerülhetnénk el. Jelentős eredményeket érhetnénk el akkor is, ha a napi koncentrációkat 5 µg/m<sup>3</sup>-rel mérsékelnénk. Összehasonlítva az egyes városok 100 000 főre vonatkoztatott értékeit, megállapíthatjuk, hogy a szálló por tekintetében hasonló levegőhigiénés viszonyokkal rendelkező városokban (Budapest, Pécs, Győr Eger) közel azonos eredményeket érhetünk el levegőtisztaság javításával. Miskolc és Komló esetében a magasabb PM<sub>10</sub> szennyezettség következtében a különböző scenáriók hatására lényegesen több emberéletet lehetne megmenteni, ha a 20 µg/m<sup>3</sup> feletti értékeket 20 µg/m<sup>3</sup> alá csökkentenénk Miskolcon 37, Komlón 21 halálesetet kerülhetnénk el (100 000 főre vonatkoztatott érték).

A **szív- és érrendszeri halálozás** tekintetében kapott eredményeinket a IV. táblázatban foglaltuk össze. Az eredményeket áttekintve szintén megállapíthatjuk, hogy a PM<sub>10</sub> koncentráció csökkentése az adott scenáriók szerint a kardiovaszkuláris halálozás mérséklését biztosíthatná. Ha 50 µg/m<sup>3</sup> alá csökkentenénk az ennél magasabb napi átlagértékeket, akkor Budapest esetében 3, a vidéki városoknál összesen 14 ember életét menthetnénk meg. Ha sikerülne a napi szennyezettséget 20 µg/m<sup>3</sup> alá szorítani, akkor Budapesten 91, a többi településen összesen 59 halálesetet előzhetnénk meg. A szív- és érrendszeri halálozásban jelentős nyereséggel járna a napi átlagkoncentrációk 5 µg/m<sup>3</sup>-es csökkentése is Budapest esetében 43, a vizsgált vidéki városokban összesen 55 szív- és érrendszeri halálesetet kerülhetnénk el. Összehasonlítva a vizsgált városokra vonatkozó egészség károsító hatás becslésének eredményeit (100 000 főre vonatkoztatott értékeket), a kardiovaszkuláris mortalitás esetében is a hasonló PM<sub>10</sub> szennyezettséggel jellemzett városokban közel azonos mértékben csökkenthető a rövid idő alatt bekövetkező többlet halálesetek száma. Komlót ezen egészségi végpont vizsgálatában is szükséges kiemelni, hisz a többi városhoz képest több halálesetet (11 eset) előzhetnénk meg a rövidtávú csúcskoncentrációk csökkentésével. A legtöbb emberéletet (21 eset) Miskolc esetében tudnánk megmenteni a levegőminőség javítása következtében.

A szálló por 10 µm alatti frakciójának rövidtávú hatását vizsgáltuk a **légzőszervi halálozás** tekintetében is az ismertett scenáriók szerint. Az eredményeket az V. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban szereplő adatok jól tükrözik, hogy a légzőszervi halálozás az összhálalozásnak kis részét teszi ki, ennek következtében még a 20 µg/m<sup>3</sup> feletti csúcskoncentrációk csökkentése 20 µg/m<sup>3</sup> alá is kismértékű jótékony hatással bír, Budapest esetében 7 megelőzhető respirációs halálozást jelent. Összehasonlítva a környezet-egészségügyi hatásbecslésben résztvevő városok eredményeit szintén igazolható, hogy Budapest, Pécs, Győr és Eger hasonló szálló por szennyezettsége következtében közel azonos számú légzőszervi halálozást lenne megelőzhető a levegőminőség javítása következtében. A korábban vizsgált halálozási mutatókkal szemben nem olyan nagymértékben, de kimutatható Miskolc és Komló esetében is a levegőhigiénés helyzet javításának szükségessége.

**III. TÁBLÁZAT: Összhalálozás. A PM<sub>10</sub> akut hatásának tulajdonítható „nyereség” a különböző scenáriók hatására (2002.)**

**TABLE III: Deaths all causes. Potential benefits of different scenarios – Absolute number and number per 100 000 inhabitants (95% confidence limits) attributable to the acute effects of PM<sub>10</sub> (2002)**

	Abszolút esetek			100 000 főre vonatkoztatott esetek		
	Halálesetek száma/év	95 % CI		Halálesetek száma/év	95 % CI	
	<b>Budapest</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	5,2	4,3	6	0,3	0,3	0,4
20 µg/m <sup>3</sup>	169,8	142,6	196,9	10,0	8,4	11,6
5 µg/m <sup>3</sup>	80,1	67,2	92,8	4,7	4,0	5,5
	<b>Miskolc</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	20,1	16,9	23,2	11,2	9,4	12,9
20 µg/m <sup>3</sup>	67,3	56,7	77,8	37,4	31,5	43,2
5 µg/m <sup>3</sup>	8,6	7,2	9,9	4,8	4,0	5,5
	<b>Pécs</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	3,5	2,9	4,0	2,2	1,8	2,5
20 µg/m <sup>3</sup>	15,4	12,9	17,8	9,8	8,2	11,3
5 µg/m <sup>3</sup>	5,3	4,4	6,1	3,4	2,8	3,9
	<b>Győr</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	0,6	0,4	0,6	0,5	0,3	0,5
20 µg/m <sup>3</sup>	13,3	11,1	15,4	10,5	8,7	12,1
5 µg/m <sup>3</sup>	4,3	3,6	4,9	3,4	2,8	3,9
	<b>Eger</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	0,2	0,2	0,3	0,4	0,36	0,5
20 µg/m <sup>3</sup>	6	5,1	7	10,7	9,1	12,5
5 µg/m <sup>3</sup>	1,9	1,7	2,3	3,4	3,0	4,1
	<b>Komló</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	1,9	1,7	2,3	6,8	6,1	8,2
20 µg/m <sup>3</sup>	5,8	4,9	6,8	20,7	17,5	24,3
5 µg/m <sup>3</sup>	1,1	1	1,3	3,9	3,6	4,6

**IV. TÁBLÁZAT: Szív- és érrendszeri halálozás. A PM<sub>10</sub> akut hatásának tulajdonítható „nyereség” a különböző scenáriók hatására (2002.)**

**TABLE IV: Cardiovascular deaths. Potential benefits of different scenarios – Absolute number and number per 100 000 inhabitants (95% confidence limits) attributable to the acute effects of PM<sub>10</sub> (2002)**

	Abszolút esetek			100 000 főre vonatkoztatott esetek		
	Halálosetek száma/év	95 % CI		Halálosetek száma/év	95 % CI	
	<b>Budapest</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	2,8	1,7	6,1	0,2	0,1	0,4
20 µg/m <sup>3</sup>	91,3	57,3	201,5	5,4	3,4	11,9
5 µg/m <sup>3</sup>	43,1	27	94,5	2,5	1,6	5,6
	<b>Miskolc</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	11,1	7	23,2	6,2	3,9	12,9
20 µg/m <sup>3</sup>	37,2	23,5	79,8	20,7	13,1	44,3
5 µg/m <sup>3</sup>	4,7	3	9,8	2,6	1,7	5,4
	<b>Pécs</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	1,8	1,1	4	1,1	0,7	2,5
20 µg/m <sup>3</sup>	8,2	5,1	18	5,2	3,2	11,5
5 µg/m <sup>3</sup>	2,8	1,7	6,1	1,8	1,1	3,9
	<b>Győr</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	0,3	0,2	0,7	0,2	0,16	0,6
20 µg/m <sup>3</sup>	7,3	4,6	16	5,7	3,6	12,6
5 µg/m <sup>3</sup>	2,3	1,5	5,1	1,8	1,2	4,0
	<b>Eger</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	0,1	0,1	0,3	0,2	0,18	0,5
20 µg/m <sup>3</sup>	2,9	1,9	6,5	5,2	3,4	11,6
5 µg/m <sup>3</sup>	1	0,6	2,1	1,8	1,1	3,8
	<b>Komló</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	1	0,7	2,3	3,6	2,5	8,2
20 µg/m <sup>3</sup>	3,2	2,1	7	11,4	7,5	25,0
5 µg/m <sup>3</sup>	0,6	0,4	1,3	2,1	1,4	4,6

**V. TÁBLÁZAT: Légzőszervi halálozás. A PM<sub>10</sub> akut hatásának tulajdonítható „nyereség” a különböző scenáriók hatására (2002.)**

**TABLE V: Respiratory deaths. Potential benefits of different scenarios – Absolute number and number per 100 000 inhabitants (95% confidence limits) attributable to the acute effects of PM<sub>10</sub> (2002)**

	Abszolút esetek			100 000 főre vonatkoztatott esetek		
	Halálesetek száma/év	95 % CI		Halálesetek száma/év	95 % CI	
	<b>Budapest</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	0,2	0,2	0,7	0,01	0,01	0,04
20 µg/m <sup>3</sup>	7,4	5	21,8	0,4	0,3	1,3
5 µg/m <sup>3</sup>	3,4	2,4	10,2	0,2	0,1	0,6
	<b>Miskolc</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	1,4	0,9	3,6	0,8	0,5	2,0
20 µg/m <sup>3</sup>	4,8	3,2	13	2,7	1,8	7,2
5 µg/m <sup>3</sup>	0,6	0,4	1,5	0,3	0,2	0,8
	<b>Pécs</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	0,3	0,2	0,9	0,2	0,1	0,6
20 µg/m <sup>3</sup>	1,4	1	4	0,9	0,6	2,5
5 µg/m <sup>3</sup>	0,4	0,4	1,3	0,3	0,3	0,8
	<b>Győr</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	0,1	0,0	0,0	0,1	0,00	0,00
20 µg/m <sup>3</sup>	0,4	0,2	0,9	0,3	0,2	0,7
5 µg/m <sup>3</sup>	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2
	<b>Eger</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0,0	0,0	0,0
20 µg/m <sup>3</sup>	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,5
5 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0,1	0,0	0,0	0,2
	<b>Komló</b>					
50 µg/m <sup>3</sup>	0,1	0,1	0,3	0,4	0,36	1,1
20 µg/m <sup>3</sup>	0,3	0,3	1	1,1	1,07	3,6
5 µg/m <sup>3</sup>	0	0,1	0,2	0,0	0,4	0,7

b) PM<sub>10</sub> hosszú távú hatása a halálózásra

A szálló por 10 µm alatti frakciójának hosszú távú hatását az **összhalálozás** tekintetében vizsgáltuk különböző scenáriók szerint. A vizsgált hat város vonatkozásában kapott eredményeinket a VI. táblázatban foglaltuk össze.

**VI. TÁBLÁZAT: Összhalálozás. A PM<sub>10</sub> krónikus hatásának tulajdonítható „nyereség” a különböző scenáriók hatására (2002.)**

**TABLE VI: Deaths all causes. Potential benefits of different scenarios – Absolute number and number per 100 000 inhabitants (95% confidence limits) attributable to the chronic effects of PM<sub>10</sub> (2002)**

	Abszolút esetek			100 000 főre vonatkoztatott esetek		
	Halálozások száma/év	95 % CI		Halálozások száma/év	95 % CI	
	<b>Budapest</b>					
40 µg/m <sup>3</sup>	*					
20 µg/m <sup>3</sup>	1936,8	659,4	3050,4	113,9	38,8	179,4
5 µg/m <sup>3</sup>	874	307,5	1330,6	51,4	18,1	78,3
	<b>Miskolc</b>					
40 µg/m <sup>3</sup>	178,3	81,4	217,3	99,1	45,2	120,7
20 µg/m <sup>3</sup>	622,5	246	866,7	345,8	136,7	481,5
5 µg/m <sup>3</sup>	61,2	29,1	72,2	34,0	16,2	40,1
	<b>Pécs</b>					
40 µg/m <sup>3</sup>	*					
20 µg/m <sup>3</sup>	173,1	59,4	270,4	110,3	37,8	172,2
5 µg/m <sup>3</sup>	55,4	19,9	82,7	35,3	12,7	52,7
	<b>Győr</b>					
40 µg/m <sup>3</sup>	*					
20 µg/m <sup>3</sup>	147,4	51,2	227,9	116,1	40,3	179,4
5 µg/m <sup>3</sup>	44	16,2	64,3	34,6	12,8	50,6
	<b>Eger</b>					
40 µg/m <sup>3</sup>	*					
20 µg/m <sup>3</sup>	67,4	23,3	104,6	120,4	41,6	186,8
5 µg/m <sup>3</sup>	20,6	7,5	30,2	36,8	13,4	53,9
	<b>Komló</b>					
40 µg/m <sup>3</sup>	*					
20 µg/m <sup>3</sup>	61,8	22,3	92,6	220,7	79,6	330,7
5 µg/m <sup>3</sup>	10,3	4,1	14	36,8	14,6	50,0

\* nem alkalmazható

A táblázat adatai alapján látható, hogy a  $PM_{10}$  tartós hatásának csökkentése esetén sokkal nagyobb eredményeket lehet elérni, a rövid távú hatásával szemben. Abban az esetben, ha sikerülne a  $PM_{10}$  éves átlagkoncentrációját lecsökkenteni  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -re Budapesten 1937, az összes vizsgált vidéki városban 1072 ember életét lehetne megmenteni. Az adott légszennyező anyag éves átlagkoncentrációjának csupán  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel történő csökkentése hosszú távon Budapesten 874, a vidéki városokban összesen 192 halálesetet előzne meg. Összehasonlítva a hat város 100 000 főre vonatkoztatott értékeit a hasonló szálló por szennyezettséggel jellemezhető városokban közel azonos arányban lehetne csökkenteni a halálozást az éves átlagkoncentrációk csökkentése révén. A Miskolc rosszabb levegőminősége következtében alkalmazni tudtuk a  $PM_{10}$  éves átlagkoncentrációjának csökkentését  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -re, aminek következtében 99 (100 000 főre vonatkoztatva) halálesetet lehetne megelőzni. A  $PM_{10}$  éves átlagkoncentrációjának 2010-ben bevezetendő határértékre csökkentése következtében Miskolc esetében háromszor, Komló esetében kétszer több ember életét lehetne megmenteni a többi városhoz képest.

## Megbeszélés

A levegőszennyezés környezet-egészségügyi hatásbecslése a kiválasztott városokban igazolta a szálló por  $10 \mu\text{m}$  alatti frakció koncentráció csökkentésének előnyös hatásait az érintett populáció egészségi állapotára. A szálló por ( $PM_{10}$ ) akut hatásának tulajdonítható többlethalálesetek száma valamennyi városban mérsékelhető, ha a rövidtávú csúcskoncentráció értékeket tudnánk csökkenteni. A levegőminőség javítás előnyös hatásának mértékét befolyásolja az, hogy milyen egészségi végpontot vizsgálunk és milyen az adott városra jellemző légszennyezettség. Ennek megfelelően a mortalitás haláloki struktúrájának megfelelően a legjobb eredményeket az összhalálozás tekintetében érhetjük el, a jótékony hatás a respirációs mortalitás szempontjából limitált. A városok levegőhigiénés helyzetében lévő hasonlóságot és különbségeket is jól tükrözte a becslés eredménye, így Miskolc és Komló esetében lehetne a legnagyobb egészségnyereséget elérni a levegőminőség javítás következtében. Szeretnénk kiemelni Komló környezet-egészségügyi hatásbecslésének eredményét. Már a légszennyezettség értékelése során megállapítást nyert, hogy a háttértípusú mérőállomás ellenére a többi városhoz képest magasabb a szálló por  $10 \mu\text{m}$  alatti frakciójának koncentrációja. Ezt tükrözi a becslés eredménye is, vagyis Miskolchoz közel hasonló előnyökkel járna a levegőminőség javítása. Ez felhívja a figyelmet arra, hogy az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat mérőállomásainak helyét, annak típusát, a telepítési szempontokat időközönként szükséges felülbírálni. Ugyanis Komló esetében kapott eredmény szerint az érintett populációt érő, az adott légszennyezettségnek tulajdonítható egészségi kockázat felülbecsült.

Megállapítottuk azt is, hogy a szálló por ( $PM_{10}$ ) krónikus hatásának csökkentésével sokkal nagyobb eredményeket tudunk elérni valamennyi vizsgált városban.

Budapest esetében lehetőségünk volt a kapott eredményeink összevetésére  $PM_{10}$  szempontjából az APHEIS 3-ban elvégzett, 2000. évre vonatkozó hatásbecsléssel összhalálozás tekintetében [29,30]. A szálló por ( $PM_{10}$ ) rövidtávú hatásának vizsgálata során a napi csúcskoncentrációk  $50$  illetve  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  alá csökkentésével előálló elkerülhető halálesetek számát tekintve Budapest a középmezőnyben helyezkedik el a vizsgált európai városok között. A napi átlagkoncentrációk csupán  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel való csökkentésével viszont Budapesten érhetjük el a legkedvezőbb hatást. A  $PM_{10}$  krónikus hatásának vizsgálatában a rövidtávú hatáshoz hasonlóan a közép mezőnyben helyezkedik el fővárosunk. A résztvevő 26 város közül, ha az éves átlagkoncentrációját a szálló pornak  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel csökkentenénk, akkor Budapest esetében tudnánk a legtöbb emberéletet megmenteni. Az általunk elvégzett, 2002-re

vonatkozó egészségügyi hatásbecslést összehasonlítottuk Budapest 2000-re vonatkozó APHEIS értékelésével. A PM<sub>10</sub> szennyezettség kismértékű javulása figyelhető meg, melynek a hatása a fenti egészségi végpontok tekintetében még meglehetősen limitált. A legnagyobb előrelépés a szív- és érrendszeri illetve a légzőszervi halálozás esetében figyelhető meg.

Összefoglalva az elvégzett légszennyezettségre vonatkozó környezet-egészségügyi hatásbecslés eredményeit, megállapíthatjuk, hogy mind rövid, mind hosszú távon bebizonyította a levegőminőség javításának jótékony hatását és szükségességét.

## **Köszönetnyilvánítás**

Köszönetünket fejezzük ki a légszennyezettségi adatbázis rendelkezésre bocsátásában Hangyáné Szalkai Mártának, Harsán Andrásnénak (OKI, Levegőhigiénés Osztály) és Bobvos Jánosnak (Fővárosi ÁNTSZ). Köszönettel tartozunk Baranyi Emese és Nádor Gizella (OKI, Számítástechnikai Statisztikai Csoport) munkatársak közreműködéséért az egészségi adatok előkészítésében.

## **IRODALOMJEGYZÉK**

1. Filleu L, Medina S, Cassadou S.: Urban particulate air pollution: from epidemiology to health impact in public health, *Rev Epidemiol Sante Publique*; 51(5) 527-42, 2003.
2. WHO. (2000b). Air quality guidelines. (WWW document). URL <http://www.who.int/peh/air/Airqualitygd.htm>. 2001.01.16.
3. Forsberg, B & Bylin, G.: Uteboken – en bok för alla som bryr sig om en halsosam utomhusluft. Statens folkhalsinstitut. Naturvardsverket. (Outdoor book – a book for all who care about healthy air) (In Swedish), 2001.
4. Poka A.: Assessment of the impact of ambient air pollutants on health in Helsinki, Finland, *World Health Stat Q.*, 48(2) 126-31, 1995.
5. Tenias Burillo JM, Ballester Diez F, Medina S, Daponte Codina A.: A review of original papers that analyze the effects of air pollution on mortality, 1994-1998. *Rev Esp Salud Publica*, 73(2) 145-64, 1999.
6. Braun-Fahrländer C, Vuille JC, Sennhauser FH, Neu U, Kunzle T, Grize L, Gassner M, Minder C, Schindler C, Varonier HS, Wuthrich B.: Respiratory health and long-term exposure to air pollutants in Swiss schoolchildren. SCARPOL Team. Swiss Study on Childhood Allergy and Respiratory Symptoms with Respect to Air Pollution, Climate and Pollen., *Am J Respir Crit Care Med.*, 155(3) 1042-9, 1997.
7. Kunzli N, Kaiser R, Medina S, Studnicka M, Chanel O, Filliger P, Herry M, Horak F Jr, Puybonnieux-Textier V, Quenel P, Schneider J, Seethaler R, Vergnaud JC, Sommer H.: Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assesment, *Lancet*, 2;356(9232) 795-801, 2000.

8. Park K.S., O'Neill S. M., Vokonas S. P., Sparrow D., Schwartz J.: Effects of air pollution on heart rate variability: The VA Normative Aging Study, *Environ. Health Perspect.*, 113 304-309, 2005.
9. Dockery D.W., Luttmann-Gibson H., Rich D.Q., Link S. M., Mittleman A.M., Gold R.D., Koutrakis P., Schwartz D.J., Verrier L.R.: Association of air pollution with increased incidence of ventricular tachyarrhythmias recorded by implanted cardioverter defibrillators, *Environ. Health Perspect.*, 113 670-674, 2005.
10. Rich D.Q., Schwartz D.J., Mittleman A.M., Luttmann-Gibson H., Catalano p.J., Speizer F.E., Dockery D.W.: Association of air pollution concentrations and ventricular arrhythmias, *Am. J. Epidemiol.*, 15;161(12) 1123-32, 2005.
11. Gold R.D., Litonjua A.A., Zanobetti A., Coull A.B., Schwartz J., MacCallum G., Verrier L.R., Nearing D.B., Canner J.M., Suh H., Stone H.P.: Air pollution and ST-segment depression in elderly subjects, *Environ. Health Perspect.*, 113 883-887, 2005.
12. Zanobetti A., Schwartz J.: The effect of particulate air pollution on emergency admissions for myocardial infarction: a multicity case-crossover analysis, *Environ. Health Perspect.*, 113 978-982, 2005.
13. Raaschou-Nielsen O, Palmgren F, Jensen SS, Wahlin P, Berkowicz R, Hertel O, Vrang ML, Loft SH.: Effects on health of particulate air pollution in Denmark – a quantitative assesment, *Ugeskr Laeger.*, 19;164(34) 3959-63, 2002.
14. Economopoulou AA, Economopoulos AP.: Air pollution in Athens basin and health risk assesment, *Environ Monit Asses.*, 80(3) 277-99, 2002.
15. Martuzzi M, Krzyzanowski M, Bertollini R.: Health impact assesment of air pollution: providing further evidence for public health action, *Eur Respir J Suppl.*, 40 86-91, 2003.
16. Mindell J, Joffe M.: Predicted health impacts of urban air quality manegement, *J Epidemiol Community Health*, 58(2) 103-13, 2004.
17. APHEIS program bemutatása,  
<http://www.apheis.net/LocalizedDocuments/APHEIS%20hungarian.pdf>
18. Krzyzanowski, M.: Methods for assessing the extent of exposure and effects of air pollution. *Occup Environ Med*, 54 145-451, 1997.
19. Rockhill B, Newman B, Weinberg C. Use and Misuse of Population Attributable Fractions. *Am J Public Health*, (88); 1 15-19, 1998.
20. Rothman KJ, Greenland S. *Modern Epidemiology*. 2nd edition. Lippincott-Raven, 1998.
21. WHO Air Quality Guidelines for Europe II, 2nd edition, WHO Regional Publications, European Series, No.91, 2000.



22. WHO. Monitoring Ambient Air Quality for Health Impact Assessment, WHO Regional Publications, European Series, No.85, 1999
23. G Touloumi: Short term Effect of Ambient Oxidant exposure on mortality: A combine analysis wthin the APHEA project Am J Epidemiol., 146 177-185, 1997.
24. Touloumi G, Samoli E., Katsouyanni K: Daily mortality in winter type air pollution in Athens - a time series analysis within the APHEA project. J Epidemiol Community Health, 50 (suppl 1) S47-S51, 1996.
25. Quantification of Healt Effects Related to 502, N02, 03 and Particulate Matter Exposure; Report from the Nordic Expert Meeting Oslo, 15-17 October 1995.
26. HR Anderson, AP Leon: Air pollution and daily mortality in London: 1987 - 92. BMJ, 312 665-669, 1996.
27. JD Poloniecki, RW Atkinson, HR Andersson: Daily time series for cardiovascular hospital admissions and previous days air pollution in London: Occup Environ Med., 54 535-540, 1997.
28. EC (1999) Council directive 1999/30/EC of April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxide of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air. Official Journal of the European Commission, L163 159-68, 1999
29. Health Impact Assessment of Air Pollution In 26 European Cities, <http://www.apheis.net>.
30. Vámos A., Bobvos J., Páldy A., Kishonti K., Erdei E.: Levegőszennyezés környezetegészségügyi hatásbecslése Budapesten az APHEIS-3 program szerint. Közinfo, 13 3-7, 2004.

TÍMEA BEREKSZÁSZI, ANNA PÁLDY

National Institute of Environmental Health of the Fodor József National Centre for Public Health

1097 Budapest, Gyáli út 2-6.

Phone: (1) 476-1100.

E-mail address: [bereszaszit@okk.antsz.hu](mailto:bereszaszit@okk.antsz.hu)

### **Health impact assessment of air pollution in Budapest and several towns**

---

**Abstract:** INTRODUCTION: The local HIA of air pollution (Health Impact Assessment) supply policy makers, environmental and health professionals with local data that can be used for local decision making, such as urban and transport planning and the devising of steps to reduce air pollution levels. The aim of this study was to quantify the health effects related to particulate matter (PM<sub>10</sub>) in Budapest and several towns (Miskolc, Pécs, Győr, Eger és Komló), in 2002. Excess death cases attributable to PM<sub>10</sub> were estimated for all causes, cardiovascular and respiratory diseases.

METHODS: In accordance with APHEIS methodology by AirQ software (WHO) the number of short-term and long-term excess death cases attributable to exposure of PM<sub>10</sub> were calculated for 1-year period. Different scenarios were applied to estimate the acute and chronic health effects of particulate air pollution.

RESULTS: The results of the health impact assessment showed the benefits of reducing particulate matter exposure. Daily PM<sub>10</sub> averages exceeded 50 µg/m<sup>3</sup> in 2-12% of the days in the year in towns with similar pollution, 24% in Komló and 61% in Miskolc respectively. In the towns 47-99% of the days of the year the daily average of PM<sub>10</sub> pollution exceeded 20 µg/m<sup>3</sup> in the examination period. The reduction of PM<sub>10</sub> levels to a 24-hour value of 20 µg/m<sup>3</sup> (2010 limit values for PM<sub>10</sub>) on all days when exceeding this value, would reduce the number of deaths by 170 in Budapest and 108 in the other towns the case in total mortality, respectively 91 in Budapest and 59 in the other towns the case in cardiovascular mortality. The health benefits of reducing the air pollution was limited regarding respiratory mortality. The benefits are much higher for long-term exposure to PM<sub>10</sub>, the reduction of the annual mean value to 20 µg/m<sup>3</sup>, would result a decrease in the number of deaths by 1937 in Budapest and 1072 in the other towns.

DISCUSSION: The health impact assessment of air pollution could prove the benefits of reducing both short- and long-term exposure to particulate matter. If air pollution levels were decreased even by a little extent it, could improve the health of population. These results could serve as a basis for policy-making in the future.

**Keywords:** air pollution, particulate matter (PM<sub>10</sub>), health impact assessment, mortality

---