

## Levegőszennyezés környezet-egészségügyi hatásbecslése Budapesten az APHEIS-3 program szerint

Páldy Anna<sup>1</sup>, Bobvos János<sup>2</sup>, Vámos Adrienne<sup>2</sup>, Erdei Eszter<sup>1</sup>, Kishonti Krisztina<sup>1</sup>

1., Fodor József Országos Közegészségügyi Központ, Országos Környezet-egészségügyi Intézete, Budapest

2. ÁNTSZ Fővárosi Intézete, Budapest

### Bevezetés

1999-ben alakult a Levegőszennyezettség és Egészség Európai Információs Rendszer (APHEIS). A program célja egy egészségügyi surveillance rendszer kiépítése, mely információkat szolgáltat a légszennyezés egészségkárosító hatásairól. A 26 európai város között Budapestet a Fodor József Országos Közegészségügyi Központ, Országos Környezet-egészségügyi Intézete képviseli, szoros együttműködésben az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat Budapest Fővárosi Intézetével.

Az APHEIS program elején a résztvevők az 1999-es évre vonatkozóan meghatározták a városokra jellemző szálló por ( $PM_{10}$  és korom) szennyezettségnek tulajdonítható rövid és hosszú távú többlethalálózást. A nemzetközi adatsorokról és a budapesti eredményekről a Budapesti Népegészségügy XXXIV. évfolyam 2003. 3. számában már beszámoltunk.

A 2003-as egészségügyi hatásbecslés célkitűzése az volt, hogy a 2000. évi adatok felhasználásával megismételje az 1999-es adatokkal elvégzett hatásbecslést és meghatározza a  $PM_{2,5}$  koncentráció csökkentésének kedvező hatásait. A rövid távú és hosszú távú többlethalálózás mellett a sürgősségi kórházi betegfelvételt és potenciális életév veszteséget is meghatározták különböző scenáriók szerint. Jelen közleményben ezen újabb eredményekről számolunk be. Az APHEIS program teljes dokumentációja, a jelentések és publikációk megtalálhatók a [www.apheis.net](http://www.apheis.net) honlapon.

### Anyag és módszer

A 2000. évi budapesti légszennyezettségi adatokat az ÁNTSZ Fővárosi Intézete monitorhálózata regisztrálta. A 8 állomáson mért teljes szálló por koncentráció átlagértékeiből 0,58-as konverziós faktorról számolt  $PM$  értékeket, majd további 0,7-es konverziós faktorról számolt  $PM_{2,5}$  értékeket használtunk (1). A napi halálózási adatokat a Központi Statisztikai Hivatal, a kórházi betegfelvételi adatsorokat a GYÓGYINFOK szolgáltatta.

A légszennyezettség okozta rövid távú, illetve a hosszú távú hatásnak tulajdonítható többlet halálesetek, kórházi betegfelvételek számát, továbbá a potenciális életév veszteséget (PÉV) a WHO által kifejlesztett AirQ program 2.2 verziójával számoltuk ki (2). A potenciális életév veszteség egy adott légszennyezettségi szintnek adott ideig kitett populációban a légszennyezettségnek tulajdonítható átlagos élettartam csökkenést becsüli. A szimuláció levegőszennyezettségen kívül egyéb befolyásoló tényezőket állandónak tekintve egy kiindulási év jellemzői alapján számított elveszített évek abszolút számát adja meg. A többlet halálesetek és kórházi betegfelvételek számítása a WHO által a programba beépített kockázati értékek felhasználásával történt. A  $PM_{2,5}$  hatásának becslésére az Amerikai Rák Egyesület kohorsz vizsgálatában megállapított relatív kockázati értékeket használtuk (3). A hatások számszerűsítésére különböző rövid és hosszú távú scenáriókat használtuk.

Három rövid távú forgatókönyvet használtunk, a  $PM_{10}$  napi koncentráció értékei és az összhalálózás (külső halálokok nélkül), a kardiovaszkuláris és légzőszervi megbetegedések okozat halálózás közötti összefüggések meghatározására.

- a 24 órás átlag  $PM_{10}$  koncentráció csökkentése  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  alá azokon a napokon, amikor a tényleges érték meghaladta az  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $PM_{10}$  2005 és 2010-es határérték).

Budapesti Népegészségügy, 2005.

- a 24 órás átlag  $PM_{10}$  koncentráció csökkentése  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  alá azokon a napokon, amikor a tényleges érték meghaladta a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $PM_{10}$  2010-es határérték)
- 24 órás határértékek  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel való csökkentése

Három forgatókönyvet használtunk, hogy megállapítsuk a  $PM_{10}$  hosszú távú expozíciójának tulajdonítható összhalálozás (külső halálokok nélkül) évi krónikus hatásait.

- $PM_{10}$  éves átlag koncentráció  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -re csökkentése ( $PM_{10}$  2005-ös határértéke)
- $PM_{10}$  éves átlag koncentráció  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -re csökkentése ( $PM_{10}$  2010-ös határértéke)
- $PM_{10}$  éves átlag koncentráció  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel való csökkentése (eltekintve az alacsony  $PM_{10}$  koncentrációval rendelkező városoktól)

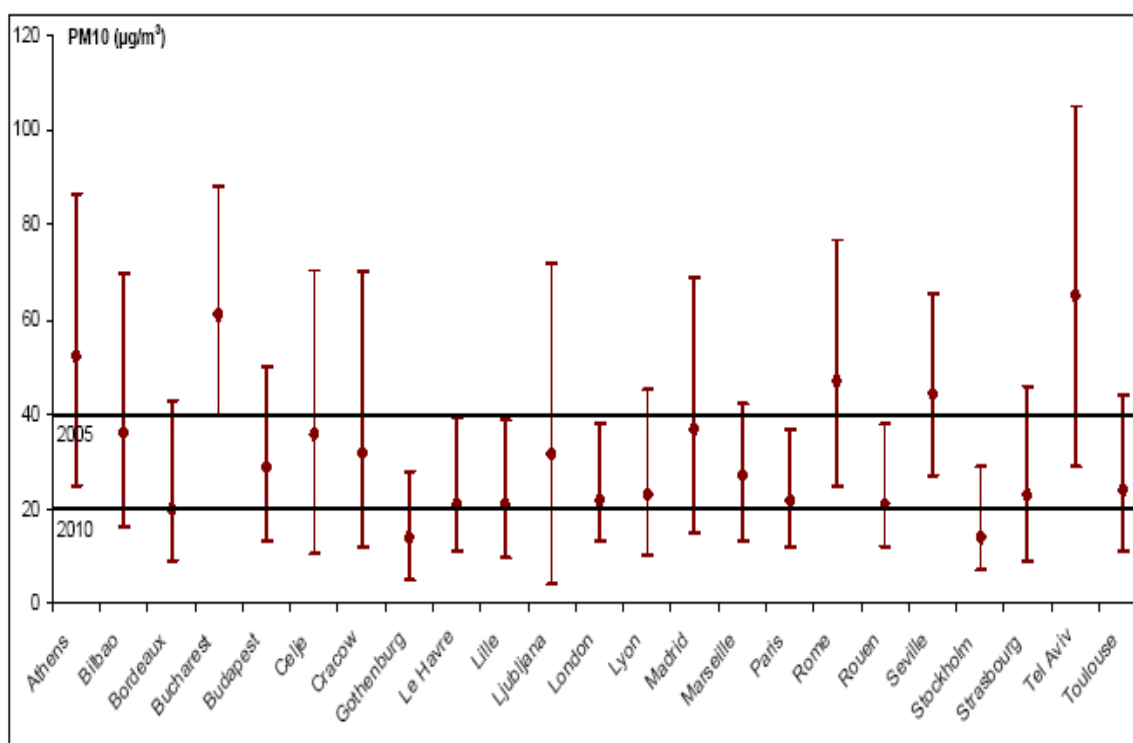
A 30 évnél idősebb budapesti lakosság körében három esetre számoltuk ki az összes halálok miatti, kardio-pulmonáris és tüdőrák okozta halálozásért felelős  $PM_{2,5}$  hosszú távú, krónikus hatásait.

A következő forgatókönyveket használtuk:

- a  $PM_{2,5}$  éves átlag koncentráció csökkentése  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  re
- a  $PM_{2,5}$  éves átlag koncentráció csökkentése  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  re
- a  $PM_{2,5}$  éves átlag koncentráció  $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel

## Eredmények

A  $PM_{10}$  szennyezettség 2000-ben összehasonlítva az előző évvel, alig változott ( $29,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  – 1999-ben  $29,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). A megengedett napi átlag koncentrációt meghaladó szennyezettségű napok száma csak kismértékben csökkent ( $284$ - $289$  nap, 1999). A klasszikus kémiai szennyezők átlag koncentrációja 1992-2000-ig konstans csökkenést mutat, a legnagyobb mértékű csökkenés az  $NO_2$  és a  $PM_{10}$  esetében volt tapasztalható. A budapesti légszennyezettségi helyzet közepesnek mondható a 26 város rangsorában, hasonló volt Celjével, Ljubjanával, Krakóval. Nálunk jóval tisztább a levegő a skandináv országokban és szennyezettebb a mediterrán városokban és Bukarestben (1. ábra)



1. ábra  $PM_{10}$  éves átlagai (5% és 95%gyakoriság) Európa 23 nagyvárosában, 2000

Az 1.2.3. táblázatban a PM<sub>10</sub> akut egészségkárosító hatását jellemezzük az egyes scenáriók esetén, melyekre az összhalálozás (külső halálokok nélkül), a kardiovaszkuláris és légzőszervi megbetegedések okozta halálozás potenciális nyereségét ( elkerülhető többlethalálozás) számoltuk ki.

**1. Táblázat Összes halálokok miatti halálozás (BNO9 < 800) (2000). A napi PM10 koncentráció (2000) lecsökkentése 20, 50 µg/m<sup>3</sup>-re azokon a napokon, amikor meghaladta ezt a koncentrációt, valamint az összes napon 5 µg/m<sup>3</sup>-rel – Potenciális nyereség: abszolút számokban és 100 000 lakosra (95% CI)**

Többlet halálokok évenként							
Szenáriók	A 20 és 50 µg/m <sup>3</sup> -t meghaladó napok száma	Halálokok száma középtérték	Halálokok száma also érték	Halálokok száma felső érték	Halálokok száma középtérték 100 000 főre	Halálokok száma also érték 100 000 főre	Halálokok száma felső érték 100 000 főre
20 µg/m <sup>3</sup>	284	146,21	97,37	195,15	8,40	5,60	11,22
50 µg/m <sup>3</sup>	18	4,74	3,16	6,32	0,27	0,18	0,36
5 µg/m <sup>3</sup> -rel	NA*	69,04	46,05	92,01	3,97	2,65	5,29

\*NA: nem alkalmazható

**2. táblázat Szív-érrendszeri betegségek miatti halálozás (BNO9 390-459) (2000). A napi PM10 koncentráció (2000) lecsökkentése 20, 50 µg/m<sup>3</sup>-re azokon a napokon, amikor meghaladta ezt a koncentrációt, valamint az összes napon 5 µg/m<sup>3</sup>-rel – Potenciális nyereség: abszolút számokban és 100 000 lakosra (95% CI)**

Többlet halálokok évenként							
Szenáriók	A 20 és 50 µg/m <sup>3</sup> -t meghaladó napok száma	Halálokok száma középtérték	Halálokok száma also érték	Halálokok száma felső érték	Halálokok száma középtérték 100 000 főre	Halálokok száma also érték 100 000 főre	Halálokok száma felső érték 100 000 főre
20 µg/m <sup>3</sup>	284	115,87	64,24	167,71	6,66	3,69	9,64
50 µg/m <sup>3</sup>	18	3,79	2,10	5,47	0,22	0,12	0,31
5 µg/m <sup>3</sup> -rel	NA*	54,34	30,22	78,42	3,12	1,74	4,51

\*NA: nem alkalmazható

**3. táblázat Légzőszervi betegségek miatti halálozás (BNO9 460-519) (2000). A napi PM10 koncentráció (2000) lecsökkentése 20, 50 µg/m<sup>3</sup>-re azokon a napokon, amikor meghaladta ezt a koncentrációt, valamint az összes napon 5 µg/m<sup>3</sup>-rel – Potenciális nyereség: abszolút számokban és 100 000 lakosra (95% CI)**

Többlet halálokok évenként							
----------------------------	--	--	--	--	--	--	--

A 20 és 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -t meghaladó napok száma		Halálosetek száma középérték	Halálosetek száma also érték	Halálosetek száma felső érték	Halálosetek száma középérték 100 000 főre	Halálosetek száma also érték 100 000 főre	Halálosetek száma felső érték 100 000 főre
<b>Szenáriók</b>							
20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	284	8,90	3,41	14,43	0,51	0,20	0,83
50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18	0,29	0,11	0,48	0,02	0,01	0,03
5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel	NA*	4,14	1,59	6,67	0,24	0,09	0,38

\*NA: nem alkalmazható

A 4. táblázat a  $\text{PM}_{10}$  hosszútávú egészségkárosító hatását jellemzi, az összes halálok miatti halálozás abszolút és 100 000 főre számított értékét mutatja.

**4. Táblázat: Összes halálok miatti halálozás ( $\text{BNO9} < 800$ ) (2000). A  $\text{PM}_{10}$  éves koncentrációjának (2000) lecsökkentése 20 and 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -re, és 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel. Potenciális nyereség: abszolút számokban és 100 000 lakosra (95% CI)**

**Többlet halálosetek évenként**

	Halálosetek száma középérték	Halálosetek száma also érték	Halálosetek száma felső érték	Halálosetek száma középérték 100 000 főre	Halálosetek száma also érték 100 000 főre	Halálosetek száma felső érték 100 000 főre
20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1723,47	1035,00	2462,50	99,05	59,48	141,52
40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel	487,17	295,79	688,12	28,00	17,00	39,55

Összegezve a  $\text{PM}_{10}$  hatását a halálozásra, megállapíthatjuk, hogy a  $\text{PM}_{10}$  napi koncentrációja 18 napon haladta meg a napi 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -t és 284 napon haladta meg a 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -t. ami 146, összes halálok miatt rövid idő alatt bekövetkező többlet halálosettel hozható összefüggésbe, amely megelőzhető lenne. Ugyancsak a napi  $\text{PM}_{10}$  koncentráció 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -re való csökkentése azokon a napokon, amikor ennél magasabb szennyezettséget mértek – 116 szív-érrendszeri halálosetet és 9 légzőszervi betegség miatti halálosetet előzne meg. A  $\text{PM}_{10}$  tartós hatásának csökkentése esetén sokkal nagyobb eredményeket lehet elérni. Ha sikerülne lecsökkenteni az éves átlagkoncentrációt 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -re, akkor 1723 ember életét lehetne megmenteni. Az éves átlagkoncentráció csupán 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -es csökkentése révén a hosszú távon 487 halálosetet lehetne megelőzni.

**5. táblázat Keringési (ICD9 390-429) és légúti (BNO9 460-519) betegségek miatti sürgősségi kórházi betegfelvételek (2000). A napi  $\text{PM}_{10}$  koncentráció (2000) lecsökkentése 20, 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -re azokon a napokon, amikor meghaladta ezt a koncentrációt, valamint az összes napon 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel – Potenciális nyereség és a 95% CI**

**Többlet betegfelvételek évenként**

**A 20 és 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -t meghaladó napok száma középérték**      **Betegfelvételek száma**      **Betegfelvételek száma also érték**      **Betegfelvételek száma felső érték**

**Szenáriók**

**Kórházi betegfelvételek száma keringési betegségek miatt (összes korcsoport)**

20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	284	292,42	145,98	439,32
50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18	9,48	4,74	14,22
5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel	NA*	138,09	69,09	206,98

**Kórházi betegfelvételek száma légzőszervi betegségek miatt (összes korcsoport)**

20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	284	136,21	73,88	200,09
50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18	4,48	2,43	6,56
5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel	NA*	63,54	34,60	92,96

\*NA: nem alkalmazható

A  $\text{PM}_{10}$  okozta légszennyezésnek tulajdonítható kardiovaszkuláris és légzőszervi morbiditás miatt a betegfelvétel a következőképpen alakult (5.táblázat). Ahogy az expozíciós adatok mutatják, csak néhány olyan nap volt, mikor  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  felett volt a  $\text{PM}_{10}$  koncentrációja, ezért jótékony hatása limitált. A koncentráció  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -re való lecsökkentésével mintegy 300 kardiovaszkuláris és 150 légzőszervi megbetegedés miatti betegfelvétel lett volna elkerülhető. A  $\text{PM}_{10}$ -nek még  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel való csökkentése esetén 150 kardiovaszkuláris és 60 légzőszervi megbetegedés miatti sürgősségi betegellátás lett volna elkerülhető Budapesten.

A 6.7.és 8. táblázatban a  $\text{PM}_{2.5}$  hosszútávú hatásai jellemezzük, az összes halálok, a keringési és légzőszervi betegségek miatti, valamint a tüdő rosszindulatú daganata miatti halálozás többlet haláleseteit tüntettük fel.

**6. táblázat Összes halálozás (BNO9 0-999) (2000). A  $\text{PM}_{2.5}$  éves koncentrációjának (2000) lecsökkentése 15 and  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -re, és  $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel. Potenciális nyereség: abszolút számokban és 100 000 lakosra (95% CI)**

**Többlet halálesetek évenként**

	<b>Halálesetek száma középérték</b>	<b>Halálesetek száma also érték</b>	<b>Halálesetek száma felső érték</b>	<b>Halálesetek száma középérték 100 000 főre</b>	<b>Halálesetek száma also érték 100 000 főre</b>	<b>Halálesetek száma felső érték 100 000 főre</b>
15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1702,71	434,97	3041,18	97,86	25,00	174,78
20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	991,42	256,12	1750,69	56,98	14,72	100,61
3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel	520,80	135,52	912,98	29,93	7,79	52,47

**7. táblázat Keringési és légzőszervi betegségek miatti halálozás (BNO9 401-440 és 460-519) (2000). A PM2.5 éves koncentrációjának (2000) lecsökkentése 15 and 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -re, és 3,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel. Potenciális nyereség: abszolút számokban és 100 000 lakosra (95% CI)**

Többlet halálosetek évenként						
	Halálosetek száma középérték	Halálosetek száma also érték	Halálosetek száma felső érték	Halálosetek száma középérték 100 000 főre	Halálosetek száma also érték 100 000 főre	Halálosetek száma felső érték 100 000 főre
15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1299,05	455,29	2203,26	74,66	26,17	126,62
20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	761,79	270,89	1273,08	43,78	15,57	73,17
3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel	402,03	144,30	665,59	23,11	8,29	38,25

**8. táblázat A tüdő rosszindulatú daganata miatti halálozás (ICD9 162) (2000). A PM2.5 éves koncentrációjának (2000) lecsökkentése 15 and 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -re, és 3,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel. Potenciális nyereség: abszolút számokban és 100 000 lakosra (95% CI)**

Többlet halálosetek évenként						
	Halálosetek száma középérték	Halálosetek száma also érték	Halálosetek száma felső érték	Halálosetek száma középérték 100 000 főre	Halálosetek száma also érték 100 000 főre	Halálosetek száma felső érték 100 000 főre
15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	222,39	72,22	388,15	12,78	4,15	22,31
20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	131,60	43,66	224,70	7,56	2,51	12,91
3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel	69,86	23,50	117,65	4,02	1,35	6,76

A PM<sub>2,5</sub> koncentráció csökkentésének hatásait összegezve megállapíthatjuk, hogy ha az éves átlag koncentrációját lecsökkentjük 20 µg/m<sup>3</sup>-re: 991 összes halálok miatti, 762 keringési és tüdő betegségek miatti és 131 tüdőrák miatti halálozást előzhetnénk meg. Ha az éves átlagkoncentrációt 15 µg/m<sup>3</sup>-re csökkentenénk, akkor a megmenthető életek száma az előbbi sorrendben 1702, 1300 és 222 lenne.

Az 9,10 és 11. táblázatban a PM<sub>2,5</sub> hosszútávú hatásait az összes halálok, a keringési és légzőszervi betegségek, valamint a tüdő rosszindulatú daganata okozta halálozás miatt elveszített életek számsoraival jellemezzük.

**9. táblázat: Összes halálok (BNO 0-999) miatti halálozás 30 évnél idősebb férfiak és nők körében, egy évre (2000) számolva. A PM<sub>2.5</sub> éves koncentrációjának (2000) lecsökkentése 15 and 20 µg/m<sup>3</sup>-re, és 3,5 µg/m<sup>3</sup>-rel. Elveszíthető életek: Potenciális nyereség abszolút számban és 100 000 lakosra a kezdő évre számolva (95% CI)**

Potenciálisan elvesztett életek (PÉV)						
	PÉV	PÉV	PÉV	PÉV	PÉV	PÉV
	középső		felső	100 000 főre		felső
	alsó	felső	alsó	alsó	felső	alsó
15 µg/m <sup>3</sup>	421,0	111,9	722,5	24,0	6,4	41,2
20 µg/m <sup>3</sup>	71,2	18,7	123,4	4,1	1,1	7,0
3,5 µg/m <sup>3</sup> -rel	247,3	65,4	426,6	14,1	3,7	24,3

**10. táblázat Keringési és légzőszervi betegségek miatti halálozás (BNO9 401-440 and 460-519) 30 évnél idősebb férfiak és nők körében, egy évre (2000) számolva. A PM<sub>2.5</sub> éves koncentrációjának (2000) lecsökkentése 15 and 20 µg/m<sup>3</sup>-re, és 3,5 µg/m<sup>3</sup>-rel. Elveszíthető életek: Potenciális nyereség abszolút számban és 100 000 lakosra a kezdő évre számolva (95% CI)**

Potenciálisan elvesztett életek (PÉV)						
	PÉV	PÉV	PÉV	PÉV	PÉV	PÉV
	középső		felső	100 000 főre		felső
	alsó	felső	alsó	alsó	felső	alsó
15 µg/m <sup>3</sup>	325,7	119,9	524,9	18,6	6,8	29,9
20 µg/m <sup>3</sup>	55,4	20,1	90,5	3,2	1,2	5,2
3,5 µg/m <sup>3</sup> -rel	192,0	70,2	311,5	10,9	4,0	17,8

**11. táblázat A tüdő rosszindulatú daganata miatti halálozás (BNO9 162) a 30 évnél idősebb férfiak és nők körében, egy évre (2000) számolva. A PM<sub>2.5</sub> éves koncentrációjának (2000) lecsökkentése 15 and 20 µg/m<sup>3</sup>-re, és 3,5 µg/m<sup>3</sup>-rel. Elveszíthető életek: Potenciális nyereség abszolút számban és 100 000 lakosra a kezdő évre számolva (95% CI)**

---

**Potenciálisan elvesztett életévek (PÉV)**


---

	PÉV	PÉV	PÉV	PÉV	PÉV	PÉV
				100 000 főre	100 000 főre	100 000 főre
	középső	alsó	felső	középső	alsó	felső
15 µg/m <sup>3</sup>	57,7	20,2	93,5	3,3	1,2	5,3
20 µg/m <sup>3</sup>	9,9	3,4	16,4	0,6	0,2	0,9
3,5 µg/m <sup>3</sup> -rel	34,2	11,8	55,9	2,0	0,7	3,2

A 2000. évi adatok alapján a PM<sub>2,5</sub> krónikus hatásainak tulajdonítható életév veszteség tehát a következőképpen alakulna: Budapesten a 30 évnél idősebb lakosok körében az összes halálok miatt elvesztett életévek száma 71 évvel lenne kevesebb, ha a PM<sub>2,5</sub> éves átlagkoncentrációja 20 µg/m<sup>3</sup> lenne és ez az érték 421 évvel lenne kevesebb, ha a PM<sub>2,5</sub> éves koncentrációja 15 µg/m<sup>3</sup> lenne. Ha a PM<sub>2,5</sub> 2000-ben számított évi átlagértékét (21 µg/m<sup>3</sup>) 15 µg/m<sup>3</sup> -re lecsökkentenénk Budapesten, akkor a 30 év feletti lakosság körében a várható élettartam – ami 44,63 – 0,41 évvel növekedne, ami az összhalálozási kockázatok csökkentésének kedvező hatása lenne.

#### Nemzetközi összehasonlítás

Az APHEIS-3 programban részt vett 23 város 36 millió lakosára vonatkozóan vizsgálták a PM<sub>10</sub> rövid és hosszú távú hatásait. Ha minden más tényezőt változatlanak tekintünk és a PM<sub>10</sub> kültéri expozícióját 20 µg/m<sup>3</sup> -re csökkentenénk minden városban 2 napra, akkor 2580 idő előtti halálozás – 1741 kardiovaszkuláris és 429 légzőszervi megbetegedés okozta mortalitás – lenne megelőzhető évente. Az elvégzett hatásbecslés megállapította, hogy 11 375 ember életet lehetne megmenteni évente (8053 kardiovaszkuláris és 1296 légzőszervi megbetegedés okozta halálozás) akkor, ha a számított PM<sub>2,5</sub> évi határértékét hosszú távon 20 µg/m<sup>3</sup> -re csökkentenénk minden városban. Ha 15 µg/m<sup>3</sup> lenne ez a határérték akkor 16 926 ember életet menthetne meg (11 612 kardiovaszkuláris és 1901 légzőszervi megbetegedés okozta halálozás). A várható élettartam, ha minden más tényezőt változatlanak tekintünk és a PM<sub>10</sub> -ből konvertált PM<sub>2,5</sub> évi határértéke nem haladná meg a 15 µg/m<sup>3</sup> határértéket, akkor a 30 évesnél idősebb lakosság várható élettartama átlagosan 2-13 hónappal lenne meghosszabbítható, az összhalálozás csökkentésének köszönhetően (4).

#### Megbeszélés

A környezet-egészségügyi hatásbecslés megbízhatósága egyrészt a városokban mért levegőszennyezettségi és egészségi adatok minőségétől függ, másrészt pedig az alkalmazott dózis-válasz összefüggésektől. Az APHEIS vizsgálatokban a '90-es évek végén lefolytatott, az európai nagyvárosok légszennyezettségi és halálozási adatainak idősor analízisének alapuló kockázati értékeket használtuk a rövid távú hatások becslésére (5,6,7). A hosszú távú hatások becsléséhez nem állnak rendelkezésre európai, nagy vizsgálatokon alapuló kockázati értékek, így ebben az esetben két amerikai vizsgálat eredményein alapuló, Ausztriában, Franciaországban és Svájcban elvégzett tanulmány eredményeit használtuk fel. (8,9,10,11).

Az APHEIS 2-ben elvégzett környezet-egészségügyi hatásbecslés a Budapesten 1999-ben mért légszennyezettségi adatokon alapult (12). Az átlagos szálló por koncentráció csökkenő tendenciát mutat, 1992-ben 71 µg/m<sup>3</sup> volt, majd 1997-ben 58 µg/m<sup>3</sup>, míg 1998-ban 51 µg/m<sup>3</sup>, bár az utolsó két évben mért koncentráció nem különbözik egymástól lényegesen. Ezt a csökkenést a környezetvédelmi, illetve a közlekedést szabályozó intézkedések eredményezték.

A 2000. évi elemzés szerint a levegő szálló por koncentrációja kismértékben javult, az éves átlagkoncentráció 29,5 µg/m<sup>3</sup> -ről 29,0 µg/m<sup>3</sup> -re, 2000-ben 284 napon haladta meg a 20 µg/m<sup>3</sup>-t míg 1999-ben 289 napon. Ez a kedvező javulás kimutatható a rövid idő alatt bekövetkező többlet



halálozások számának kedvező alakulásában (146 szemben az 1999-ben megelőzhető 170 esettel). A  $PM_{10}$  tartós hatásának csökkentése esetén sokkal kedvezőbb eredményeket lehet elérni. A  $PM_{10}$  éves átlagkoncentrációjának csupán  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -es csökkentése révén – az 1999-es légszennyezettségi szinteket alapul véve hosszú távon bekövetkező halálozások számát évi 500 fővel lehetne csökkenteni, míg a 2000. évi kedvezőbb szennyeztség alapján 487 halálozást lenne megelőzhető.

Az elvégzett környezet-egészségügyi hatásbecslés a halálozási nyereség mellett kimutatta a szív-érrendszeri és légzőszervi megbetegedések miatti sürgősségi betegfelvételekben is kimutatható nyereséget. Új elem a  $PM_{2,5}$  koncentráció hosszútávú, a tüdő rosszindulatú daganatos betegsége miatti halálozásban kimutatható nyereség, ha az éves átlagkoncentrációt  $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel csökkentenénk, 70 tüdődaganat miatti halálozást előzhetnénk meg, ami nem elhanyagolható szám (4,3%), hiszen Budapesten 2000-ben 1607 fő halt meg tüdőrákban.

Az APHEIS-3 vizsgálat tehát további bizonyítékokat szolgáltatott ahhoz, hogy az emisszió csökkentése, a levegőminőség javítása kedvező népegészségügyi hatású. Az Európa 26 fővárosában elvégzett vizsgálat eredményei összhangban vannak az Egyesült Államokban szerzett tapasztalatokkal (13, 14, 15, 16). Népegészségügyi szempontból rendkívül fontos megállapítás az, hogy a városi háttér állomásokon mért légszennyeztség koncentrációjának  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -rel való csökkentése jelentős egészségi nyereséget eredményez. Sok tanulmányban jutottak arra a következtetésre, hogy a szálló por szennyeztség és a halálozás összefüggése lineáris és a potenciális egészségnyereség sokkal nagyobb, ha éves szinten csökkentjük a légszennyeztséget, és nem a rövid idő alatt megnövekedő csúcskoncentráció csökkentésére törekszünk (5,6, 17-18).

## Irodalom

1. Van Dingenen R., Raes F., Putaud J.P. et al. A European aerosol phenomenology - 1: physical characteristics of particulate matter at kerbside, urban, rural and background sites in Europe. *Atmospheric Environment* 38 (2004); 2561 – 2577.
2. World Health Organisation. Evaluation and use of epidemiological evidence for environmental health risk assessment. Copenhagen:WHO Regional Office for Europe, 2000 (EUR/00/5020369).
3. Pope CA 3rd, Burnett RT, Thun MJ et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and longterm exposure to fine particulate air pollution. *JAMA*. 2002 Mar 6;287(9):1132-41.
4. [www.apheis.net](http://www.apheis.net)
5. Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, et al. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project. *Epidemiology* 2001;5:521–31.
6. Le Tertre A, Quenel P, Eilstein D, et al. Short-term effects of air pollution on mortality in nine French cities: a quantitative summary. *Arch Environ Health* 2002;57:311–19.
7. Atkinson RW, Anderson HR, Sunyer J, et al. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA 2 project. *Air pollution and health: a European approach*. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:1860–6.
8. Dockery D, Pope A, Xu X, et al. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *N Engl J Med* 1993;329:1753–9.
9. Pope A, Thun M, Namboodiri M, et al. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:669–74.
10. Krewski D, Burnett RT, Goldberg MS, et al. Re-analysis of the Harvard Sixcities Study and the American Cancer Society Study of air pollution and mortality. Cambridge, MA: Health Effects Institute, 2000.
11. Kunzli N, Kaiser R, Medina S, et al. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet* 2000;356:795–801.
12. Páldy A., Bobvos J., Zsámbokiné Bakacs M., Erdei E., Vámos A (2003).: A levegő-szennyeztség egészségkárosító hatásának értékelése Budapesti Népegészségügy;3:223-228

- 13 Levy JI, Greco SL, Spengler JD. The importance of population susceptibility for air pollution risk assessment: a case study of power plants near Washington, DC. *Environ Health Perspect* 2001;109:1215–26.
14. Levy JI, Carrothers TJ, Tuomisto JT, et al. Assessing the public health benefits of reduced ozone concentrations. *Environ Health Perspect* 2001;109:1215–26.
15. Leksell I, Rabl A. Air pollution and mortality: quantification and valuation of years of life lost. *Risk Anal* 2001;21:843–57.
16. Aunan K, Patzay G, Asbjorn Aaheim H, et al. Health and environmental benefits from air pollution reductions in Hungary. *Sci Total Environ* 1998;212:245–68.
- 17 Samet JM, Dominici F, Curriero FC, et al. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987–1994. *N Engl J Med* 2000;343:1742–9.
18. Schwartz J, Laden F, Zanobetti A. The concentration-response relation between PM(2.5) and daily deaths. *Environ Health Perspect* 2002;110:1025–9.