

A SZÁLLÓ POR OKOZTA JÁRULÉKOS HALÁLOZÁS 22 HAZAI VÁROSBAN

SZUHI Attila

Eötvös Loránd Tudomány Egyetem, Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék
1117 Budapest, Pázmány Péter Sétány 1/A., email:szuhia@valaszuton.hu

Kulcsszavak: légszennyezés, PM10, mortalitás, egészséghatás-értékelés

Összefoglalás: A levegő szennyezettsége jelentősen emeli a mortalitást és a morbiditást. Kutatásunkban 2007-es adatokból kiindulva felbecsültük a szálló por okozta többlethalálozást. Az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat adatait alapul véve a WHO által ajánlott módszertant követve, a megfelelő expozíció-válasz függvény segítségével felbecsülhető a szálló por okozta járulékos halálozás. Számításaink szerint a 22 hazai városban, mely az ország népességének mintegy harmadát adja, összesen 4891 idő előtti halálozás következik be a légszennyezettség következtében. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a légszennyezettség jelentős szerepet játszik a kedvezőtlen hazai halálozási statisztikákban. A hatások pontosítása, és a nem vizsgált területeken jelentkező hatások feltárása érdekében a jövőben emisszió katasztereken alapuló, a térbeli jellemzőket figyelembe vevő modellszámításokra van szükség

Bevezetés

A városi környezet, mint sajátos táj és az itt jelentkező légszennyezettség, mint környezeti hatás tágabb értelemben véve része a tájökológiai vizsgálatoknak. Egy meghatározott területen élő populációra, a részben emberi hatásra módosult levegőkörnyezet jelentős hatással van. A megváltozott környezetben – jelen esetben a szennyezettebb levegőben – élő városi népességnél ezek a változások a mortalitási és morbiditási jellemzők megváltozásával jellemezhető. Noha az elmúlt közel két évtizedben jelentősen csökkent a kültéri levegő szennyezettsége, mind hazánkban, mind Európa legtöbb államában (WHO 2003), a szennyezettség jelenlegi szintje is aggodalomra ad okot.

Az elmúlt két évtized kutatásai egyértelmű kapcsolatot tártak fel a levegő szennyezettsége, valamint a mortalitás és morbiditás között (DOCKERY et al. 1993, POPE III et al. 1995) még a jelenlegi szennyezettségi szintek mellett is. Különösen az olyan szennyezőanyagok, mint a szálló por vagy a talajközeli ózon esetében lehetett egyértelmű kapcsolatot kimutatni a kitétség és az egészséghatások között (VAN ZELMA et al. 2008). A nemzetközi járványtani kutatásoknak köszönhetően pedig ma már számszerűsíthető a légszennyezettség növekedéséhez kapcsolódó relatív kockázat is.

Hazánkban az 1999/30/EK irányelv által előírt, PM10-re vonatkozó egészségügyi határértékek 2005. óta hatályosak, ezek betartása azonban komoly problémát jelent és nyolc légszennyezettségi zónában továbbra sem sikerült az irányelvnek érvényt szerezni. Ezek káros egészségi hatással járnak, amelynek számszerűsítését a közelmúltban elsősorban európai programok keretében végezték el. Így az APHEIS program részeként az Országos Környezet-egészségügyi Intézet (PÁLDY et al. 2003) Budapestre vonatkozóan tárta fel a légszennyezettség hatását, ugyanezen program keretében 2002-re vonatkozóan néhány vidéki város esetében is végeztek környezet-egészségügyi értékeléseket (Miskolc, Eger, Komló, Győr, Pécs)(BEREGSZÁSZI et al. 2005). A légszennyezettség egész országra vonatkozó hatásáról pedig az Európai Unió Clean Air For Europe (CAFE) programjának

számítása ad becslést, amely szerint hazánkban a 2000. évben a szálló por következtében évente 12 870 idő előtti halálozás következett (WATKISS et al. 2005).

A fentiekből látszik, hogy hazánkban a szálló porhoz kötődő légszennyezettség és az ennek következtében bekövetkező egészségi hatás komoly kihívást jelent. Ennek ellenére az eddigiekben elsősorban egy-egy városra vonatkozóan készültek vizsgálatok vagy mint a CAFE esetében nem mért adatokból, hanem modellezett imissziós értékekből indultak ki. Jelen tanulmányunkban a jelentősebb hazai városok mindegyikére elvégzett egészséghatás elemzés eredményeit mutatjuk be, köztük olyan településekre is, amelyek esetében ilyen jellegű vizsgálatot korábban nem végeztek.

Anyag és módszer

A levegő szennyező anyagai közül számos rendelkezik egészségi hatással, ugyanakkor ezek hatásainak elkülönítése nehezen megoldható, és együttes figyelembevételük a hatások túlbecslését eredményezheti (KÜNZLI et al. 2000). Éppen ezért mi csak a szálló por (PM_{10}) krónikus hatását vizsgáltuk.

Az egészség-hatás értékelés elvégzéséhez háromfajta adatra van szükségünk; ezek a expozíció-válasz függvények, a vizsgált egészségi kimenetel gyakorisága, valamint az expozíció mértéke.

Expozíciós adatok

A kitettségére vonatkozó adatokat az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat automata mérőhálózatának méréseiből nyertük¹. A hálózat 52 automata mérőállomást üzemeltet, a kisebb településeken egy-egy állomást, míg a nagyobb településeken többet. Vizsgálatunk a PM_{10} hatásaira terjedt ki, ezeket a legtöbb állomás méri, azonban a 2007. évre vonatkozóan nem minden állomás esetében álltak rendelkezésre az adatok, illetve a mért napok száma nem volt minden egyes esetben megfelelő. Ezért a vizsgálatba végül 41 állomás adatait vontuk be, amelyek 22 településre vonatkozóan adnak információt. A vizsgálatba bevont mérőállomások adatait az 1. táblázatba foglaltuk össze.

Azon települések esetében, ahol több mérőállomás állt rendelkezésre, mindegyik állomás adatait figyelembe vettük, oly módon, hogy a település népességét arányosan elosztottuk a mérőállomások számával.

Az egészséghatás vizsgálat elvégzéséhez a mérőállomás egy éves adatsorából előállítottuk a PM_{10} -re vonatkozó éves-, illetve a téli, nyári maximum és átlagértékeket, valamint 95% és 5% percentiliseket. A napi átlagértékeket ezen túl $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -es intervallumokba osztottuk, hogy megkapjuk azon napok számát, amikor a levegő szennyezettsége a meghatározott intervallumokba esik. A fenti számításokat mind az 52 mérőállomás 2007. évi napi átlagértékein elvégeztük, és ezek alapján választottuk ki az adatok rendelkezésre állása alapján a vizsgálatba bevont településeket.

¹ <http://www.kvvm.hu/olm>

1. táblázat A vizsgálatba bevont mérőállomások adatai
Table 1. The data of the examined monitoring stations

Település	Állomások jellege	Mért átlag koncentráció ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Adat rendelkezésre állása (%)
Ajka	városi háttér	23,8	98
Budapest	városi, háttér, közlekedési, ipari	35,8	95
Debrecen	ipar, városi háttér, közlekedési	28,8	98
Dorog	városi háttér	31,1	99
Dunaújváros	lakóterületi	24,9	100
Eger	városközpont	27,8	98
Esztergom	városi háttér	28,6	97
Győr	közlekedési, városi háttér	28	98
Kazincbarcika	lakóterületi	13,9	97
Miskolc	ipar, közlekedés, lakóterület	35,9	99
Nyíregyháza	közlekedési	24,7	92
Pécs	városi háttér, közlekedési	25,2	90
Putnok	lakóterületi	34,9	99
Sajószentpéter	ipari	29,2	98
Salgótarján	közlekedési-ipari	41,5	94
Sopron	városi háttér	29,5	100
Százhalombatta	lakóterületi-ipari, városi háttér	24,9	98
Szeged	közlekedési	42,7	99
Szolnok	közlekedési	20,5	94
Tatabánya	közlekedési, városi háttér	25,5	100
Várpalota	városközpont-közlekedési	37,9	97
Veszprém	lakóterületi	25,9	95

Mivel az általunk kiválasztott relatív kockázati érték olyan tanulmányból származik, amely során a PM_{10} mérésére gravimetrikus módszert alkalmaztak, ezért a hazai automata mérőállomások adatainak módosítására volt szükség, hogy figyelembe vehessük az illékony szerves vegyületek okozta veszteséget (BOLDO et al. 2006). Mi, helyi átalakítási tényező hiányában az EC Working Group on Particulate Matter (WILLIAMS et al. 2002) és a WHO (WHO 2004) által ajánlott 1.3-as, európai alapértelmezett átalakítási tényezőt alkalmaztuk az adatok helyesbítésére.

Egészségügyi adatok

A légszennyezettségi adatokon túl az egészség hatás számításához a települések népesség és mortalitási adataira volt szükségünk, melyeket a KSH Tájékoztatói adatbázisából nyertük a 2007. évre vonatkozóan.

Egészség-hatás számítása

A légszennyezettség és az egészségi kimenetel gyakorisága közötti összefüggést expozíció válasz függvényekkel szokták leírni, amely megadja valamely káros egészségi kimenetel gyakoriságának a növekedését a légszennyezőanyagok koncentrációjának meghatározott növekedése esetén. Vizsgálatunk során olyan függvényt alkalmaztunk (DOCKERY et al. 1993), amely $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ légszennyezőanyag koncentráció növekedés relatív kockázatát adja meg a PM10 krónikus hatásainak következményeként az összhalálozásra. A kiválasztott függvény jellemzőit a 2. táblázatban foglaltuk össze. Megjegyezzük, hogy a kiválasztott függvény eredetileg csak a 30 évesnél idősebb lakosságra vonatkozóan ad meg kockázati értékeket, ám az APHEIS 2 program során (MARTINEZ et al. 2003) és más tanulmányokban is (KÜNZLI et al. 2000) alkalmazták már ezt a függvényt a teljes lakosságra, így mi is élünk ezzel a módszerrel a megfelelő statisztikai adatok hiánya miatt.

2. táblázat A választott expozíció-válasz függvény jellemzői
Table 2. The parameters of the selected exposition-response function

Egészség hatás:	Expozíció-válasz koefficiens (95% CI)	Forrás:
Krónikus mortalitás	0.043 (0.026-0.061)	DOCKERY et al.1993

Az egészséghatás számítására a WHO által leírt módszert alkalmaztuk (WHO 1999), melynek segítségével kiszámítható, hogy a településeken mért légszennyezettség mekkora járulékos halálozást okoz, egy kiválasztott referenciaértékhez képest (az általunk választott referenciaérték $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

A lakosság légszennyezettségnek való kitettsége és az általa okozott egészség hatás a járulékos kockázati hányad fogalmán nyugszik. A járulékos hányad (AP) az egészségkárosítás azon része, amely a légszennyező anyagoknak való kitettség miatt következik be az adott populációban meghatározott idő alatt:

$$AP = \text{SUM} ([RR(c) - 1] * p(c)) / \text{SUM}[RR(c) * p(c)] [1]$$

Ahol:

RR(c) - az egészségi kimenetel relatív kockázata a c típusú expozíció hatására

p(c) - a c típusú expozíciónak kitett népességhányad

Az expozíciónak kitett népességhányad jelen esetben azt jelenti, hogy a lakosság hány napig van kitéve a meghatározott intervallumba eső légszennyezettségnek, míg a relatív kockázat (**RR**) a kiválasztott expozíció-hatás függvényekből származtatható.

A mortalitás alapszámát (incidencia, I) a KSH adataiból nyertük, ennek segítségével az alábbi módon kiszámítható a kimenetel expozíciónak tulajdonítható gyakorisága (**IE**):

$$IE = I * AP [2]$$

Egy N méretű populációban ez átalakítható az expozíciónak tulajdonítható esetek becsült számává (*NE*):

$$NE = IE * N \quad [3]$$

Ebből pedig kiszámítható a kimenetel gyakorisága az expozícióktól mentes populációban (*INE*):

$$INE = I - IE = I * (1 - AP) \quad [4]$$

A fenti képletek azon a feltételezésen alapulnak, hogy az elemzésben használt RR becslés korrigálva van minden lehetséges zavaró tényezőre.

Ha az [1] képletbe az RR becslés konfidencia tartományának határait alkalmazzuk, megállapíthatjuk a vonatkozó becsült AP érték alsó és felső határát, valamint az expozíciónak tulajdonított populációs esetszám tartományt.

Egészséghatás vizsgálati eszközök

A fenti számítás elvégzésére elkészítettünk egy EXCEL munkafüzetet, amely segítségével a szükséges expozíciós, egészségi és relatív kockázat bevitelével a légszennyezettség okozta járulékos halálozás kiszámítható. A számításokat a WHO AIRQ³ szoftverével is ellenőriztük.

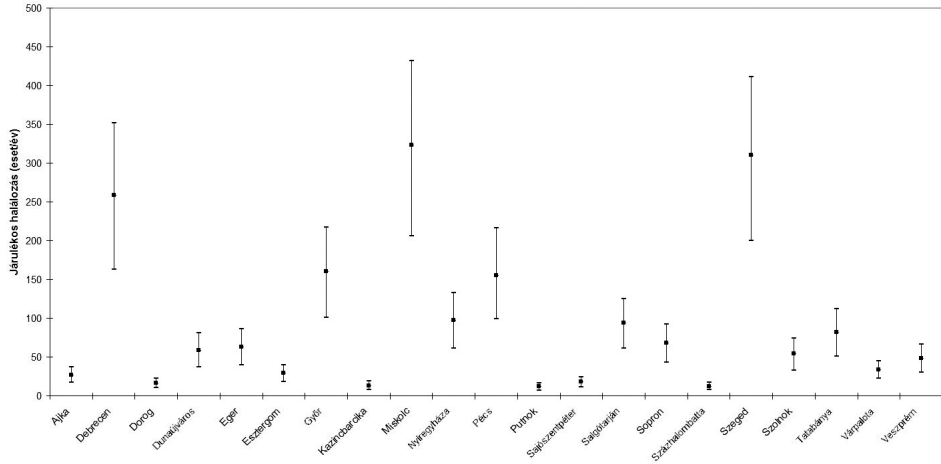
Eredmények

Vizsgálatunk 22 hazai városra terjedt ki, amely összlakossága 3,2 millió fő, ez az ország népességének közel 1/3-a. A vizsgált településeken a szálló por koncentrációja 14 µg/m³ (Kazincbarcika) és 43 µg/m³ (Szeged) között alakult. Az 1. ábrán táblázatban bemutatjuk az érintett települések népességszámát és mortalitási adatait, amelyek számításaink kiindulópontjai voltak. Ezeket az adatokat felhasználva kaptuk meg az egyes településekre a PM₁₀ okozta járulékos halálozási adatokat. Az adatokat a 3. táblázatban mutatjuk be, a konkrét számértékeket pedig a 4. táblázatban közöljük a 95%-os megbízhatósági tartomány alsó és felső értékeivel együtt.

A kapott eredmények alapján a településeken egy évben összesen 4891 idő előtti halálozás következik be a szálló por szennyezettség következtében, ebből Budapesten 2958. Az adatokat 100 ezer főre vetítve a legkedvezőtlenebb helyzetben Salgótarján található 224 esettel, amit Miskolc (189) és Szeged (186) követ.

1. ábra A szálló por okozta járulékos halálozás a hazai városokban, középérték és 95%-os megbízhatósági tartomány.

Figure 1. The particulate matter caused excess death cases in the hungarian cities (middle value and 95% CI)



3. táblázat Települések népességszáma és mortalitási adatai
Table 3. Population and mortality data of the selected cities

Település	Népességszám (2007)	Mortalitás (100.000 főre)
Ajka	29 998	1 093
Budapest	1 702 297	1 339
Debrecen	205 084	1 200
Dorog	12 353	1 150
Dunaújváros	49 183	1 330
Eger	56 082	1 130
Esztergom	30 523	1 261
Győr	128 808	1 227
Kazincbarcika	30 185	1 229
Miskolc	171 096	1 385
Nyíregyháza	116 874	1 029
Pécs	156 664	1 272
Putnok	7 229	1 231
Sajószentpéter	12 513	1 327
Salgótarján	41 936	1 459
Sopron	57 895	1 066

Százhalombatta	17 793	787
Szeged	167 039	1 132
Székesfehérvár	101 755	1 052
Szolnok	75 008	1 117
Tatabánya	70 388	1 283
Várpalota	20 835	1 152
Veszprém	62 286	967

4. táblázat Szálló por okozta halálesetek száma a 95%-os megbízhatósági tartománnyal
Table 4. The particulate matter caused attributable death cases with the 95% CI

	<i>Halálesetek száma</i>		
	<i>közéérték</i>	<i>alsóérték</i>	<i>felsőérték</i>
Budapest	2958	1896	3959
Ajka	27	17	37
Debrecen	259	163	352
Dorog	16	10	22
Dunaújváros	59	37	81
Eger	63	40	86
Esztergom	29	18	40
Győr	160	101	217
Kazincbarcika	13	8	19
Miskolc	323	206	432
Nyíregyháza	97	61	133
Pécs	155	99	216
Putnok	12	7	16
Sajószentpéter	18	11	24
Salgótarján	94	61	125
Sopron	68	43	92
Százhalombatta	12	8	17
Szeged	310	200	411
Szolnok	54	33	74
Tatabánya	82	51	112
Várpalota	34	22	45
Veszprém	48	30	66
Összesen	4891	3122	6576

Megvitatás

A kapott adatok világosan mutatják, hogy a légszennyezettség igen jelentős szerepet játszik a magas hazai halálozási adatokban, különösen az erősen szennyezett városi környezetben.

Az általunk számított 4891 járulékos halálozás, tekintve, hogy az a hazai népesség mintegy harmadát vontuk be vizsgálatunkba jó egyezést mutat a CAFE program során kapott 12 870 idő előtti halálozási adattal, az ugyanis a teljes népességet lefedte (WATKISS et al. 2005). Szintén az eredmények megalapozottságát támasztja alá az APHEIS program keretében végzett felmérés Budapest esetében, mely 1937 halálesetet jelez előre a szállópor hosszú távú hatása következtében (PÁLDY et al. 2003). Ez az adat esetünkben 2958, ám az APHEIS program keretében alkalmazott küszöbérték $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ volt.

A kapott adatok azonban óvatossággal kezelendők, a módszerben lévő számos bizonytalanság miatt. Elsőként kell megemlíteni, a választott függvény és a hazai adatsorok közötti meg nem felelést, ahogyan azt a módszertani részben már leírtuk, de meg kell említeni a függvényben magában rejlő bizonytalanságokat is.

Fontos hangsúlyozni azt is, hogy a járulékos esetszám nem értelmezhető, úgy mint a kitétség csökkentésével elkerülhető halálozás, mivel a relatív kockázat csökkenésével más tényezők szerepe megnő (MEDINA et al. 2005).

A kapott adatok felülbecslését eredményezheti az is, hogy az alkalmazott 1.3-as korrekciós faktor egyes adatok szerint kissé túlbecsült (BOLDO et al. 2006) és így a koncentrációadatok is magasabbak lehetnek a valósnál.

Ugyanakkor van számos olyan tényező, amely a halálesetek alulbecslését eredményezheti, ezek egyike, hogy a vizsgálat nem foglalkozott külön a szállópor magzatokra és újszülöttekre gyakorolt hatásával, és nem vette figyelembe az érzékeny csoportok magasabb relatív kockázatát sem. Fontos azt is hangsúlyozni, hogy jelen kutatásban csupán egyetlen szennyező anyagnak a hosszú távú hatását vizsgáltuk és nem foglalkoztunk a morbiditási hatásokkal, és a többi légszennyező anyaggal sem.

A választott expozíció-válasz függvény által alkalmazott relatív kockázat értéke sem tekinthető túl magasnak. Az újabb eredmények, melyek elsősorban a $\text{PM}_{2.5}$ hatását vizsgálják, azt mutatják, hogy a szállópor okozta mortalitás növekedése a korábbiakban alkalmazott kockázati értékeknél lényegesen magasabb lehet (JERRETT et al. 2005, HOEK et al. 2002). Sajnos hazánkban csak néhány településen mérik a $\text{PM}_{2.5}$ koncentrációját, de a jövőben ezek kiterjesztésére lenne szükség, mert sokkal jobban alkalmazhatóak az egészségügyi hatások felmérésére.

Fontos azt is megjegyezni, hogy a választott függvény amerikai vizsgálat eredménye. Az európai hatások részben különbözhetnek ettől, elsősorban az Európában, és hazánkban is nagyobb számban előforduló dízel járművek szállópor kibocsátása miatt.

Tekintetbe kell venni továbbá azt is, hogy az általunk végzett vizsgálatok, mint jellemzően az ilyen jellegű kutatások a nagyobb városokra koncentrálnak, ugyanakkor szinte teljesen figyelmen kívül hagyják a légszennyezettség vidéki Magyarországra gyakorolt hatását. Ezekre a jövőben nagyobb figyelmet kell fordítani.

A vizsgálat során gondot okozott az is, hogy több nagyobb település esetében is csak egy-egy mérőállomás adata állt rendelkezésünkre és a mérőállomások elhelyezkedése és környezete is erősen különböző volt (városi-háttértől a városközpontig) ez pedig egyes települések esetében a kockázat felül, illetve alulbecslését eredményezhette.

A jövőben feltétlenül szükségesnek tartanánk az emisszió katasztereken alapuló légszennyezettség modellezést a nagyobb városok, illetve légszennyezettségi zónák esetében, amely a légszennyezettség és így az expozíció pontosabb térbeli eloszlására vonatkozóan adhatna információt. A térbeli jellemzőket figyelembe vevő vizsgálatok elengedhetetlenek, hogy a légszennyezettség egészség hatásáról pontosabb képet kapjunk, ez pedig elengedhetetlen a térbeli folyamatokat átlátó szakemberek bevonása nélkül.

A további vizsgálatoktól függetlenül azonban az már most is leszögezhető, hogy a légszennyezettségnek nem elhanyagolható szerepe van a kedvezőtlen hazai halálozási statisztikákban. A részletesebb vizsgálatok elvégzése mellett azzal párhuzamosan szükségesnek tartjuk a légszennyezettség csökkentését, mely elsősorban energia-gazdálkodásunk ésszerűsítésével, a megújuló energiák alkalmazásának ösztönzésével érhető el (MUNKÁCSY 2009).

Irodalom

- BEREGSZÁSI T., PÁLDY A., HANGYÁNÉ SZM., BOBVOJ J., VAMOS A. 2005: A légszennyezettség környezetegészségügyi értékelése Budapesten és néhány vidéki városban a 2002. évi adatok alapján. In Magyar Higiénikusok Társasága VIII. Nemzeti Kongresszusa Összefoglalók. Siófok. pp. 20–21.
- BOLDO E., M. S., LATERTE A., HURLEY F., MÜCKE HG., BALLESTER F., AGUILERA I., EILSTEIN D. 2006: Apheis: Health impact assessment of long-term exposure to PM_{2.5} in 23 European cities. *Environmental Epidemiology*, 21: 449–458.
- DOCKERY W.D., ARDEN POPE C., XIPING X., SPENGLER J.D., WARE J.H., FAY M.E., FERRIS G.B., SPEIZER E.F. 1993: An Association between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities. *The New England Journal of Medicine*, 329: 1753–1759.
- HOEK G., BRUNKEEF. B., GOLDBOHM S., FISCHER P., VAN DEN BRANDT P.A. 2002: Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study. *Lancet*, 360: 1203–1209.
- JERRETT M., BUNRNETT. R., MA R. 2005: Spatial analysis of air pollution and mortality in Los Angeles. *Epidemiology*, 16: 727–736.
- KÜNZLI N., K. R., MÉDINA S.,STUDNICKA M. CHANEL O., FILLIGER P., HERRY M. HORAK F., PUYBONNIEUX-TEXIER V., QUÉNEL P., SCHNEIDER J., SEETHALER R., VERGNAUD J-C., SOMMER H. 2000: Public-health impact of outdoor and traffic related air pollution: a European assessment. *Lancet*, 356: 795–801.
- MARTINEZ M., BOLDO. E., ZORRILLA B. 2003: Madrid City Report. Madrid.
- MEDINA S., BOLDO. E., SAKLAD M., NICIU EM., KRZYZANOWSKY M., FRANK F., CAMBRA K., MUCKE HG., ZORRILLA B., ATKINSON R., LE TERTRE A., FORSBERG B. 2005: APHEIS Health Impact Assessment of Air Pollution and Communications Strategy. Third Year Report 2002–2003, Saint-Maurice: Institute de Veille Sanitaire, 232.
- MUNKÁCSY B. 2009: Prospects of Wind Power in a Sustainable Energy System in Hungary – The Spatial Aspect. In 5th Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy Water and Environment Systems. Dubrovnik. September 29–October 3., 2009, Proceeding CD-ROM.
- PÁLDY A., ERDEI E.,BOBVOJ J. 2003: Budapest City Report. 25. Budapest: Országos Környezet-egészségügyi Intézet.
- POPE III, C. A., THUN, M.J., NAMBOODIRI, M.M., DOCKERY, D.W., EVANS, J.S., SPEIZER, F.E., HEATH JR, C.W. 1995: Particulate previous termairmext term pollution as a predictor of mortality in a prospective study of US adults. *Am. J. Resp. Crit. Care Med.* 151: 669–674.
- VAN ZELMA R., M. A. J. H., HENRI A. DEN HOLLANDERC, HANS A. VAN JAARSVELDD, FERD J. SAUTERE, JAAP STRUIJSB, HARM J. VAN WIJNENC AND DIK VAN DE MEENT 2008: European characterization factors for human health damage of PM₁₀ and ozone in life cycle previous impact assessment. *Atmospheric Environment*, 42: 441–453.
- WATKISS P., PYE S., HOLLAND M. 2005: CAFE CBA: Baseline Analysis 2000 to 2020. 122. AEA Technology Environment.
- WHO. 1999: Monitoring Ambient Air Quality for Health Impact Assessment, 216. WHO Regional Publications, European Series, No. 85., Copenhagen: WHO Regional Office for Europe

- WHO. 2003. Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide. 230. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- WHO. 2004. Review of Methods for Monitoring of PM_{2.5} and PM₁₀. Report on a WHO Workshop. 95. Berlin.
- WILLIAMS M., BRUCKMANN. P. 2002: EC Working Group Report on Particulate Matter Guidance to Member State on PM₁₀ Monitoring and Intercomparisons with Reference Methods.

THE PARTICULATE MATTER CAUSED EXCESS MORTALITY IN 22 HUNGARIAN CITY

A. SZUHI

Eötvös Loránd University, Department of Environmental and Landscape Geography,
H-1117 Budapest, Pázmány Péter Sétány 1/A., e-mail:szuhia@valaszuton.hu

Keywords: air pollution, PM₁₀, mortality, health impact assessment

Air pollution raise the mortality and morbidity. In our work we estimate the PM₁₀ caused excess mortality in 2007. On the base of the data of National Air Pollution Monitoring Network, using the method suggested by the World Health Organization, and chosing the proper exposition-response fuction it is possible to estimate the excess mortality caused by particulate matter. We calculated that 4891 excess mortality happen because of air pollution in 22 hungarian town, which give the 1/3 of the hungarian population. Our results show that air pollution has a considerable role in the unfavourable hungarian mortality statistics. In the future we need to use transmission modelling based on emission-inventories considering spatial parameters in order to refine the results and achive data from non-examined areas.