

PÁLDY ANNA
 RUDNAI PÉTER
 VARRÓ MIHÁLY JÁNOS
 BOBVOŠ JÁNOS
 RUDNAI TAMÁS
 NAGY ATTILA*
 DURA GYULA

A vörösiszap katasztrófa által érintett lakosság heveny légúti morbiditásának összefüggése a szálló por szennyezettséggel

Relationship between the concentration of particulate matter and acute respiratory morbidity of the population exposed to the red sludge catastrophe

Országos Környezetegészségügyi Intézet – 1097 Budapest, Gyáli út 2-9. – Tel.: (1) 476 1215 – Fax: (1) 476 1215

E-mail: paldy.anna@oki.antsz.hu

Közép-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség*

Összefoglalás: A 2010 októberében az Ajkai Timföldgyár zagyatározójának gátja átszakadt. Kezdetben a vörösiszap lúgossága, később a felporzás jelentett egészségkockázatot. Az elemzés célja annak vizsgálata, hogy az érintett és a közeli települések gyermek és felnőtt lakossága körében összefügg-e a heti átlagos szálló por koncentráció és az egyes légúti megbetegedések gyakorisága. A 10 mikron átmérőjűnél kisebb szálló por (PM_{10}) koncentrációt 4 térségben mérték, a felső légúti hurut, bronchitisz, asztma, pneumónia megbetegedések adatait a háziorvosok szolgáltatták 2010. szept. 20. és 2011. ápr. 15. között. A heti adatok kapcsolatát regressziós modellekkel vizsgálták, a hőmérséklet és az influenzajárvány figyelembevételével. Szignifikáns összefüggést mutattak ki a PM_{10} -koncentráció növekedése és a gyermekek körében Somlónásárhelyen és Devecseren a felső légúti hurut, Ajkán pedig az asztmás rohamok incidenciája között. A felnőttek körében hasonló kapcsolatot találtak Devecseren és Apácatornán a felső légúti hurut, Ajkán és Somlónásárhelyen a bronchitisz és a pneumónia vonatkozásában. A szálló por terhelés elsősorban nem a vörösiszap expozícióból, hanem legnagyobb részt a lakossági tüzelésből származott.

Kulcsszavak: légszennyezés, szálló por, légúti megbetegedések, bronchitisz, pneumónia

Summary: In October 2010 the dam of the sludge reservoir, belonging to Hungarian Aluminum Co., ruptured. Initially the major health risk was high alkalinity, later the fugitive dust of the red sludge. The authors examined the potential association between the weekly mean concentration of suspended particulate matter (PM_{10}) and the incidence of some respiratory diseases among the child and adult population of the exposed and neighbouring settlements. PM_{10} concentration was measured in four areas, the weekly morbidity of upper respiratory catarrh, bronchitis, asthma and pneumonia was reported by the general practitioners between 20. 09. 2010-15. 04. 2011. The statistical analysis was carried out by regression methods, temperature and influenza epidemics were controlled for. Significant association was detected between PM_{10} concentration and the incidence of upper respiratory catarrh in Somlónásárhely and Devecser, respectively between asthmatic attacks in Ajka among children. Similar associations were found for upper respiratory catarrh in Devecser and Apácatorna, and for bronchitis and pneumonia in Ajka and Somlónásárhely in adults. The PM_{10} exposure originated mainly not from the red sludge, but from the emission of communal heating.

Keywords: air pollution, particulate matter, respiratory diseases, bronchitis, pneumonia

BEVEZETÉS

Viszonylag kevés irodalmi adat áll rendelkezésre a vörösiszap katasztrófa kapcsán kialakult lúgos porex-

pozícióhoz hasonló esetekkel kapcsolatban. 1998-ban Spanyolországban történt hasonló ipari baleset, elsősorban mezőgazdasági terület károsodott. A mentesítés után csupán a szennyezett folyó torkolatánál élő ten-

geri halakban mutatták ki a kontaminációt [1]. A Világkereskedelmi Központ (WTC) elleni merényletben a robbanás következtében keletkezett, különböző szer- ves és szervetlen szennyezőket tartalmazó por erősen lúgos kémhatású volt (pH 9,0–11,0). A lúgos szálló por hatását állatkísérletben modellezték, az egerek tüdőszövetében azonban csak enyhe gyulladáshoz vezetett és kissé fokozott bronchiális hiperreaktivitást tudtak kimutatni. A mentésben résztvevők körében a köhögési és asztmás tünetek gyakoribb előfordulását észlelték [2]. Erősen lúgos kémhatású Na-szeszvikarbonát bányászok körében enyhe krónikus irritációra utaló tünetek gyakoriságát írták le [3], míg egy kiszáradt, lúgos vegyhatású tó mellett élő lakosság körében heveny és krónikus kötőhártya-, valamint felső és alsó légúti irritációra utaló tünetek halmozódtak [4].

Mindemellett ismert tény azonban a szálló por egészségkárosító hatása. A 10 µm átmérőnél kisebb átmérőjű szilárd szennyezők bejutnak az alsó légutakba, a tüdőben felszívódva helyi gyulladáshoz vezetnek, illetve a véráramba kerülve elindítják a véralvadás folyamatát. Számos új tanulmány bizonyította a szálló por rövid távú hatását a napi halálózásra és a napi kórházi betegfelvételekre. Az APHEA-2 projekt sokközpontú idősor-vizsgálata Európa 29 városának több mint 43 millió lakosára vonatkozóan állapította meg azt, hogy 10 µg/m³ PM₁₀ koncentráció növekedés 0,6%-kal (95%-os megbízhatósági tartomány, MT 0,4%–0,8%) növeli meg az összes halálok miatti napi halálózást [5], illetve 1%-kal (95%-os MT 0,4%–1,5%) a 65 év feletti lakosság körében a krónikus alsó légúti megbetegedések és asztma miatti sürgősségi kórházi felvételek gyakoriságát [6].

Mindezek alapján szükségesnek tartottuk annak vizsgálatát, hogy a katasztrófa által sújtott településeken és a közeli, nem érintett településen hogyan alakult a katasztrófa után a levegő szálló por szennyezettsége, továbbá kimutatható-e összefüggés a levegőszennyezettség heti alakulása, valamint a gyermek és felnőtt lakosság körében egyes kiválasztott légúti és egyéb megbetegedések heti gyakorisága között.

ADAT ÉS MÓDSZER

A vizsgálatunk céljából releváns szálló por-mérések

A katasztrófa sújtotta területeken, illetve több kontrollként kijelölt mérőhelyen, Ajkán történt levegőmin-

ta-vételezés folyamatos (F), illetve szakaszos (Sz) módszerrel. Elemzésünkben a teljes időszak alatt működő mintavevők által vett levegőminták 10 µm-nél kisebb frakciójának mérési adatait használtuk fel, melyeket a Közép-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (KDTKTVF), valamint az Országos Levegőtisztasági Mérőhálózat (OLM) szolgáltatott. Az állomásokat négy csoportra osztottuk, mivel a felnőtt és/vagy gyermek házi orvosi körzetekből is négy csoportban kaptuk az egészségi adatokat: a megfeleltetés miatt három körzetben egy-egy mérőállomás adatait használtuk, a leginkább, belterületében is érintett körzetben (Devecser-Kolontár) pedig három mérőállomás adatait összegeztük:

- i) Ajka - Ajka, lakóterületi mérőállomás (F)
- ii) Somlóvásárhely és Somlójenő - Somlóvásárhely, iskola (Sz)
- iii) Devecser és Kolontár - mindkét településen a Polgármesteri Hivatalnál felállítva (Sz/Sz); Devecser, víztorony (F)
- iv) Apácatorna, Karakószörcsök, Kisberzseny és Túskevár - Apácatorna, kultúrház (F)

Előrebocsátjuk, hogy a PM₁₀ napi átlagkoncentrációjának lefutása mind a négy körzetben meglehetősen párhuzamosan alakult, kisebb, viszonylag állandónak tekinthető koncentrációkülönbséggel, ezen ok miatt az összevonást megengedhetőnek ítéltük.

A PM₁₀ 24 órás koncentrációjának heti átlagát számítottuk.

A külső hőmérséklet jellemzésére az Országos Meteorológiai Szolgálat következő állomásainak mérési adatait használtuk fel: Kab-hegy, Pápa és Sümeg. Mindhárom állomás napi hőmérsékleti minimum- és maximumértékeit átlagoltuk, majd az így kapott napi középhőmérséklet heti átlagát számítottuk ki. Mivel a vizsgált egészségi végpontokat a légszennyezettségen és külső hőmérsékleten túl az influenza-megbetegedések is erőteljesen befolyásolhatták, ezért egy változóval jelöltük a heti 150 százszázalék feletti megbetegedési incidencia előfordulását Veszprém megyére vonatkozóan, az Országos Epidemiológiai Központ (OEK) adatai alapján. A gyermekek egészségi adatainak elemzésénél korrigáltunk az őszi és téli iskolai szünetre is. Az elemzést 2010. szeptember 20-tól a fűtési időszak végéig, 2011. április 15-ig gyűjtött adatokra korlátoztuk.

A gyermek morbiditási vizsgálat céljából kiválasztott betegségek listája, adatok forrása

A gyermekek heti megbetegedéseinek elemzéséhez a vizsgált településeken dolgozó 20, gyermekeket és egyes körzetet ellátó családorvos által nyilvántartott 7150, 0–18 éves gyermekre vonatkozó adatokat használtuk. A gyermeklétszám településenként a következő volt – Ajka: 5237, Devecser és Kolontár együttesen: 1383, Somlóvásárhely és Somlójenő együttesen: 282, Apácatorna, Karakószörcsök, Kisberzseny és Tüskevár együttesen: 249.

A családorvosok főbb betegségenkénti és hetenkénti csoportosításban küldték meg az újonnan jelentkező betegséggel hozzájuk forduló gyermekek számát. A következő kórfelművek hetenkénti gyakoriságát település csoportonként értékeltük (BNO X. Nemzetközi Osztályozása szerint): J00–J06 heveny felső légúti megbetegedés, J20–J22 bronchitis (légcsőhurut), J45 asthma bronchiale (tüdőasztma). Több betegségről gyűjtöttünk információt: J12–J18 tüdőgyulladás, J30 rhinitis (nátha) és L24 irritatív contact dermatitis (irritatív bőrelváltozás), azonban ezek a betegségek csak szórványosan fordultak elő a gyermekek között, ezért eltekintettünk ezek statisztikai elemzésétől.

A felnőtt morbiditási vizsgálat céljából kiválasztott betegségek listája, adatok forrása

A vizsgált településeken a felnőtteket ellátó 18 háziorvos heti gyakorisággal megküldte a vörösiszap katasztrófával, valamint a szálló por expozícióval kapcsolatba hozható, előre megnevezett betegségekkel vagy betegségcsoportokkal hetenként újonnan orvoshoz fordulók számát, továbbá a praxisok nemenkénti és korcsoportos összetételét.

A következő megbetegedések heti gyakoriságát értékeltük: J00–J06 heveny felső légúti megbetegedés, J12–J18 tüdőgyulladás, J20–J22 bronchitis (légcsőhurut), J45 asthma bronchiale (tüdőasztma). A felnőttek körében is több kórkép incidenciájáról gyűjtöttünk adatokat, de ezek elemzésétől eltekintettünk az alacsony esetszámok és nem minden héten való előfordulásuk miatt (F43 post-traumás stressz reakció, F51 alvászavar, H10.1 conjunctivitis (kötőhártya gyulladás), J30 rhinitis (nátha), J44 bronchitis acuta vagy chronica fellángolás, L24 irritatív contact dermatitis (irritatív bőrelváltozás).

A vizsgált települések 18 éven felüli lakosságának létszáma a következő volt – Ajka: 21082, Devecser és Kolontár együttesen: 6812, Somlóvásárhely és Somló-

jenő együttesen: 1476, Apácatorna, Karakószörcsök, Kisberzseny és Tüskevár együttesen: 1218.

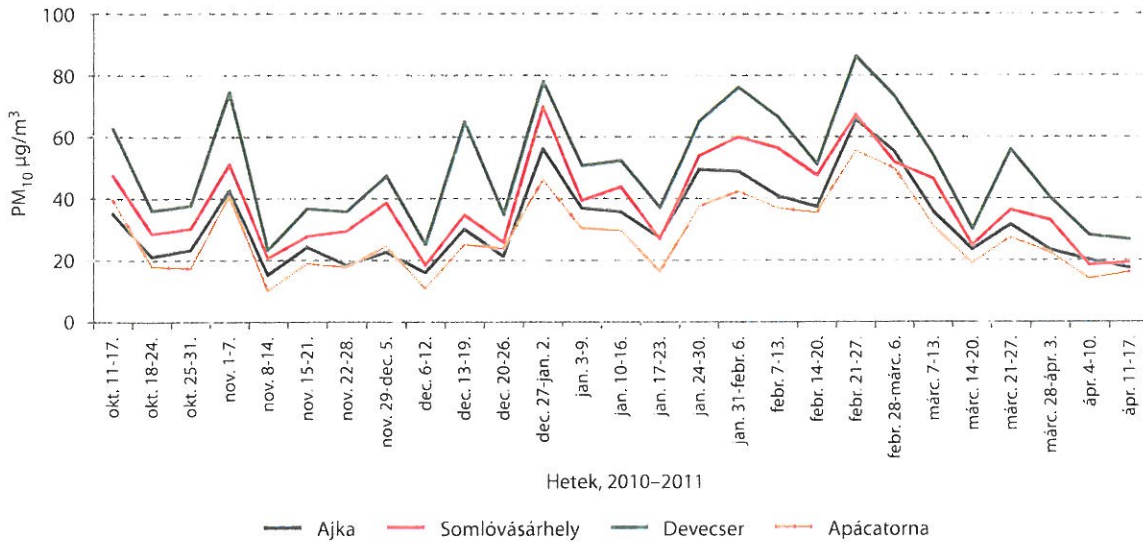
Statisztikai módszerek

Az adatsorok jellemzésére hagyományos leíró statisztikai módszereket alkalmaztunk. Az összefüggések vizsgálatánál a bemutatott betegségkategóriákat (gyermek, felnőtt) a körzethez tartozó átlagos PM_{10} -szennyezettséggel állítottuk regresszióba, külön $lag=0$ (azonos heti légszennyezettség) és külön $lag=7$ (előző heti légszennyezettség) esetére, körzetenként. A nyers szórádiagramokat is vizsgáltuk. Az adatok megszámlálható („count”) jellege miatt ennek megfelelő regressziót alkalmaztunk: alapvetően negatív binomiális regressziót (a diszperziót az átlagra vonatkoztattuk), azonban, ha a diszperzió mértéke megfelelt a Poisson-eloszlásnak, akkor Poisson-regressziót használtunk, feltéve, hogy a Poisson-regresszió után az illeszkedés megfelelő volt. A szignifikancia szintet $p<0,05$ értéknél rögzítettük. A modelleket „backward” eljárással készítettük; szignifikancia esetén a modellben hagytuk az azonos és/vagy az előző heti hőmérsékleti értéket, illetve az influenza-járványt, valamint gyermekek esetében az iskolai szünetet. A regresszió elvégzése után vizsgáltuk a reziduumok normalitását és autokorrelációját. Amennyiben a korrelogram első három értékében a Portemanteau-teszt eredménye bárhol szignifikáns volt, a regresszióba behelyeztük az előző heti megbetegedés-számot is az autokorreláció kiküszöbölése érdekében. Az $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} növekedésre vonatkozó incidencia-kockázati hányadosokat számoltunk. Az elemzéshez STATA for Windows 10.0 SE matematikai statisztikai programcsomagot használtunk.

EREDMÉNYEK

A vizsgált négy térség PM_{10} adatai

A vizsgált térségekben az időszak átlagos, heti minimum és maximum PM_{10} szennyezettsége az alábbiak szerint alakult: Ajka $32,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($15,2$ – $65,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Devecser $50,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($23,3$ – $86,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Somlóvásárhely $38,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($18,4$ – $69,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Apácatorna $28,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($10,0$ – $55,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A PM_{10} heti átlagértékei a négy térségben párhuzamos lefutást mutattak, legmagasabb értékeket Devecseren regisztráltak, szisztematikusan alacsonyabb volt Somlóvásárhelyen és Ajkán,



1. ábra

A PM₁₀ heti átlagértékei (µg/m³) a vörösiszap katasztrófa vizsgálatban érintett négy térségben, 2010–2011

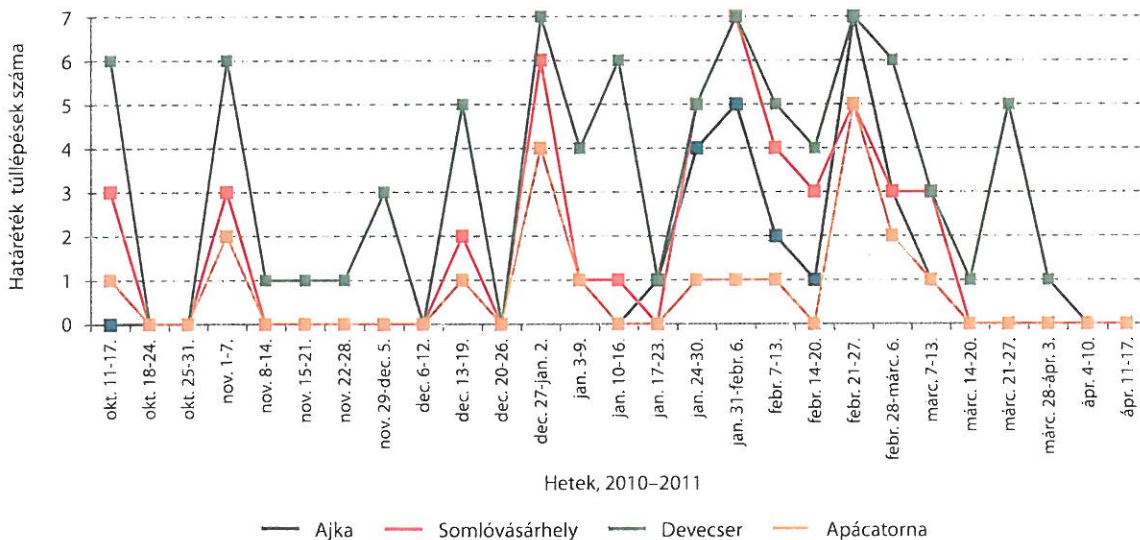
míg Apácatornán mérték a legtisztább levegőt. A vizsgált időszak legszennyezettebb hetei február 21. és 27. között, valamint december 27. és január 2. között voltak (1. ábra).

A szálló por napi koncentráció minden vizsgált településen több héten is meghaladta a 24 órás határértéket (>50 µg/m³), heti 1–7 alkalommal. Ajkán 12, Devecseren 21, Somlóvásárhelyen 13 héten, míg Apácatornán 11 héten fordult elő a napi határérték túllépése (2. ábra). A napi határérték túllépések előfordulása Ajkán 32, Devecseren 85, Somlóvásárhelyen 46, míg Apácatornán 20 nap volt. Devecseren három hét, Ajkán és

Somlóvásárhelyen egy-egy olyan hét volt, amikor minden nap határérték feletti szennyezettséget mértek. Ezek a kritikus időszakok a december 27. és január 2. közötti, a január 31. és február 6. közötti, valamint a február 21. és 27. közötti hetekre estek.

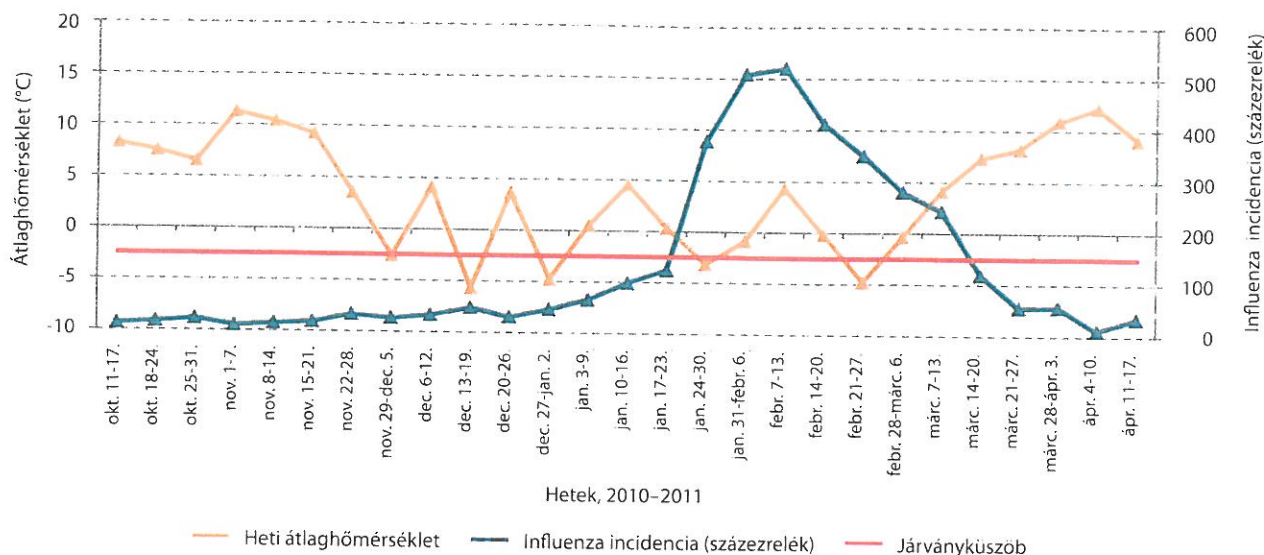
A külső hőmérséklet és az influenza járvány jellemzése

Az Országos Meteorológiai Szolgálat értékelése alapján az idei tél átlagos csapadéku volt, és valamivel hidegebb a szokásosnál. Országos átlagban a tél közép-



2. ábra

A PM₁₀ napi határérték túllépéseinek (>50 µg/m³) száma hetenként a vörösiszap katasztrófa vizsgálatban érintett négy térségben, 2010–2011



3. ábra

A heti átlaghőmérséklet (°C) a vörösiszap katasztrófa vizsgálatban érintett négy térségben, és az influenza heti megbetegedési incidenciája (százszázalék) alakulása Veszprém megyében, 2010-2011

hőmérséklete mintegy 0,9 °C-kal maradt el a sokéves átlagtól [7]. A vizsgált térségben az időszak átlagos hőmérséklete 3,8 °C, a heti minimum és maximum hőmérséklet -5,7 °C, illetve 12,2 °C volt. A heti középhőmérséklet november 22. és március 13. között volt 5 °C alatt, és öt olyan hét fordult elő, amikor az átlaghőmérséklet fagypont alá csökkent.

Az influenza járvány január 24. és március 13. között (hét héten keresztül) érintette Veszprém megyét, csúcspontját február első két hetében érte el, amikor meghaladta a heti 500 százszázalék gyakoriságot (3. ábra).

A különböző betegségekkel orvoshoz fordulások száma és a PM₁₀ szennyezettség közötti összefüggések

A heveny felső légúti megbetegedés átlagos heti gyakorisága 1000 főre számítva Apácatornán volt a legmagasabb, Devecseren és Ajkán alacsonyabb, míg Somlósárhelyen regisztrálták a legkevesebb előfordulást, mind a felnőttek mind a gyermekek esetében (I. táblázat). Ez a betegség típus fordult elő leggyakrabban mind a négy térségben. A bronchitisz átlagos előfordulási gyakorisága Somlósárhelyen volt a legmagasabb, Apá-

I. táblázat

Az elemzett betegségek gyakorisága (ezrelék) a gyermek és felnőtt lakosság körében a vörösiszap katasztrófa vizsgálatban érintett négy térségben, 2010-2011

Betegség	Ajka			Somlósárhely			Devecser			Apácatorna		
	átl.	min.	max.	átl.	min.	max.	átl.	min.	max.	átl.	min.	max.
Felnőtt												
Felső légúti hurut	6,4	3,4	10,0	4,7	1,4	10,8	9,9	3,5	19,5	18,6	6,6	37,8
Bronchitisz	2,8	1,1	5,1	7,6	0,0	24,4	4,6	1,2	9,4	0,8	0,0	5,7
Asztma	0,7	0,3	1,2	0,1	0,0	1,4	0,3	0,0	2,3	0,2	0,0	1,6
Pneumónia	0,4	0,1	0,9	0,3	0,0	1,4	0,2	0,0	0,7	0,4	0,0	1,6
Gyermekek												
Felső légúti hurut	22,6	9,3	36,3	15,1	3,5	49,6	24,1	4,3	44,1	61,9	20,1	130,9
Bronchitisz	12,1	6,2	22,0	14,8	0,0	68,7	6,6	0,7	16,6	1,9	0,0	10,5
Asztma	2,6	0,0	6,0	1,5	0,0	10,5	0,3	0,0	1,4	0,2	0,0	4,0

II. táblázat
A PM₁₀-szennyezettség és a különböző betegségekkel orvoshoz fordulások száma közötti összefüggések a vörösiszap katasztrófa területén, 2010–2011

Város	Betegség	Gyermek/ Felnőtt	PM ₁₀ exp. hete	IKH ¹	95%-os AMH ²	95%-os FMH ³
Ajka	Bronchitisz	Felnőtt	Előző	1,010170**	1,002782	1,017611
"	Asztma	Gyermekek	Előző	1,046479***	1,025416	1,067975
"	Pneumónia	Felnőtt	Előző	1,012189*	1,001557	1,022935
Somlólvásárhely	Felső légúti hurut	Gyermekek	Előző	1,019572*	1,002894	1,036526
"	Bronchitisz	Felnőtt	Azonos	1,015145*	1,002036	1,028426
"	Pneumónia	Felnőtt	Előző	1,055824**	1,013515	1,099899
Devecser	Felső légúti hurut	Gyermekek	Azonos	1,009414*	1,001136	1,017759
"	Felső légúti hurut	Felnőtt	Előző	1,007202*	1,001203	1,013237
Apácatorna	Felső légúti hurut	Felnőtt	Előző	1,013225*	1,002261	1,024309

¹ IKH: Incidencia-kockázati hányados: 1 µg/m³ PM₁₀ növekedésre, *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001

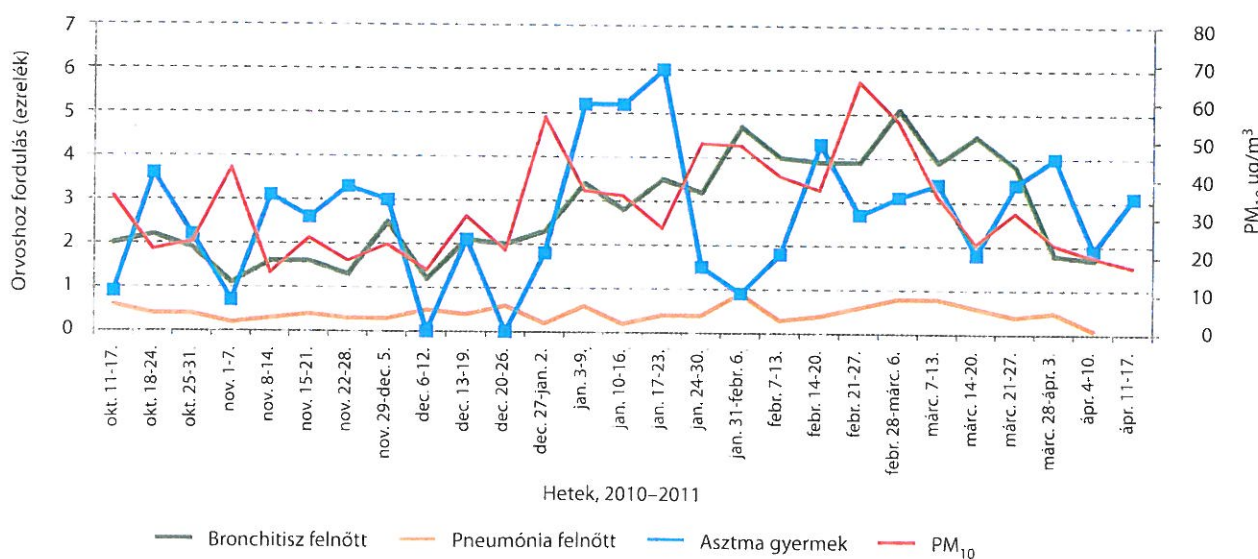
^{2,3} AMH – FMH 95%-os alsó és felső megbízhatósági határ

catornán a legalacsonyabb mindkét korcsoportnál. Az asztma leggyakrabban Ajkán fordult elő, a másik három térség hasonló, igen alacsony gyakorisága mellett. A vizsgált betegségek között a pneumónia előfordulása volt a legalacsonyabb a felnőtteknél, hasonló mértékű gyakoriságokkal mind a négy vizsgált térségben.

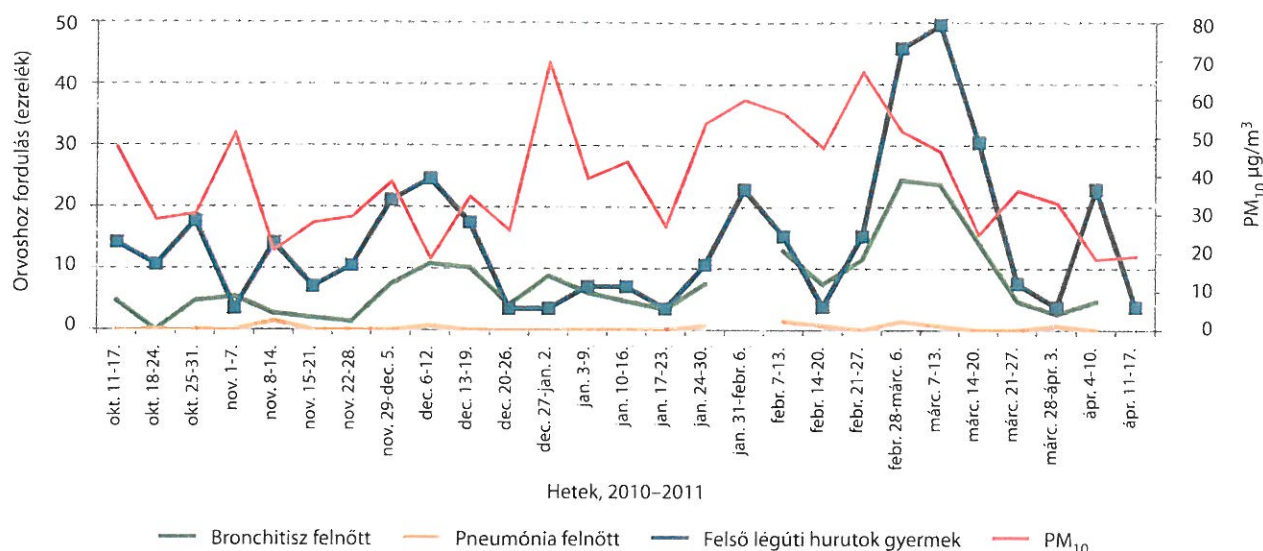
A légszennyezettség és a heti megbetegedések között szignifikáns összefüggés minden térségben kimutatható volt (II. táblázat). A gyermekek esetén a felső légúti hurutok és az asztmás panaszok miatti orvoshoz fordulás kockázatát növelte a szálló por koncentráció. A felső légúti hurutok esetén a heti PM₁₀ koncentráció ha-

tását Somlólvásárhelyen és Devecseren mutattuk ki, a heti átlagkoncentráció 1 µg/m³-es növekedése 1,9%, ill. 0,9%-kal növelte meg az orvoshoz fordulás gyakoriságát. Az asztmás tünetek esetén a megelőző heti légszennyezés növelte az orvoshoz fordulás kockázatát – ez az összefüggés Ajkán volt szignifikáns 4,6%-os növekedéssel.

A felnőttek körében Ajkán és Somlólvásárhelyen a bronchitisz és a pneumónia megbetegedések gyakorisága függött szignifikáns mértékben a heti szálló por szennyezettségtől. A bronchitisz esetében a heti átlagkoncentráció 1 µg/m³-es növekedése 1,0%, illetve 1,5%-



4. ábra
A PM₁₀ szennyezettséggel összefüggő orvoshoz fordulások heti gyakorisága és a helyi szálló por szennyezettség Ajkán, 2010–2011



5. ábra

A PM₁₀ szennyezettséggel összefüggő orvoshoz fordulások heti gyakorisága és a helyi szálló por szennyezettség Somlósárhelyen, 2010-2011

kal, míg a pneumónia esetében 1,2%, illetve 5,5%-kal növelte meg az orvoshoz fordulás gyakoriságát. Devecseren és Apácatornán a felső légúti betegségeket befolyásolta a heti PM₁₀ koncentráció, 0,7%, illetve 1,3%-os növekedéssel a felnőttek körében.

Az alábbiakban bemutatjuk térségi szinten a PM₁₀ szennyezettséggel szignifikánsan összefüggő megbetegedések heti időbeni lefutását és a heti légszennyezettségi értékeket. Ajkán a megbetegedések lefutási görbéi főként a téli hónapokban követik a légszennyezés alakulását (4. ábra). Ez a tendencia legjobban a bronchitisz esetében figyelhető meg, a többi betegségnél az összefüggés a nagyobb szóródás és/vagy a kisebb gyakoriságok miatt nehezebben észlelhető.

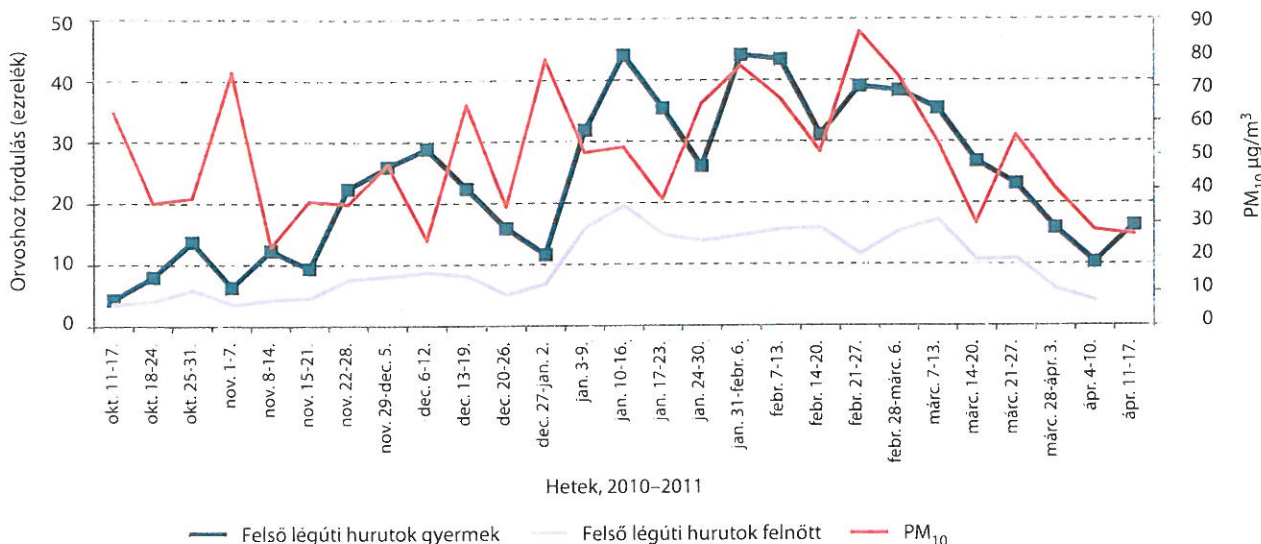
Somlósárhelyen a PM₁₀ szennyezettség késleltetett hatása a felső légúti megbetegedések gyakoriságára szintén észrevehető. Hasonló lefutás tapasztalható a felnőtteknél a bronchitisz esetében is, azonban az incidencia értékek alacsonyabbak. A pneumónia esetek heti gyakorisága a felnőtteknél nagyon alacsony, azonban a jelentett esetek nagyobb szennyezettségű hetek után jelentkeztek (5. ábra).

Devecseren és Apácatornán a felső légúti megbetegedésekkel összefüggésben lehetett a szálló por hatását kimutatni (6-7. ábra). Hasonló lefutású megbetegedési görbéket lehet azonosítani, a devecseri felnőttek esetében alacsonyabb gyakorisággal. A betegek száma a téli hónapokban emelkedik meg észrevehetően és a PM₁₀ heti lefutásának késleltetett hatása ezekben a térségekben is észrevehető ennél a betegség típusnál.

Az elemzések során többször előfordult, hogy egy összefüggés az egyváltozós modellben még szignifikáns volt, azonban a korrekciós tényezők hatására elveszítette szignifikanciáját. Ez történt a gyermekek esetében, a felső légúti hurutok vonatkozásában Ajkán és Devecseren, illetve a bronchitisszel kapcsolatosan Ajkán, Somlósárhelyen, továbbá Devecseren. Felnőttek körében is ez történt a felső légúti hurutok esetében Ajkán, a bronchitisz esetében szintén Ajkán, továbbá Somlósárhelyen és Devecseren, végül a pneumónia esetében szintén Devecseren.

MEGBESZÉLÉS

Elemzésünkben arra kerestünk választ, hogy a vörösiszap katasztrófa után hogyan alakult az érintett és kontroll településeken a szálló por koncentráció, valamint ez jelentett-e fokozott egészségi kockázatot az itt élő gyermek és felnőtt lakosság számára. Az érintett településeken a katasztrófa utáni napokban speciális mintavételezések történtek [8], amelyek a vörösiszap megszárulásából származó kiülepedett és szálló por fizikai és kémiai tulajdonságát vizsgálták. A folyékony halmazállapotú vörösiszap legnagyobb akut kockázatát a magas pH jelentette. A szálló por lúgossága azonban a korábbi Európai Vegyi anyag Hivatal (Ex-European Chemicals Bureau) [9] által ajánlott, tiszta NaOH-ra számított legmagasabb koncentráció (1 µg/m³) szinthez képest jóval alacsonyabb volt – a PM₁₀ 24 órás egészség-

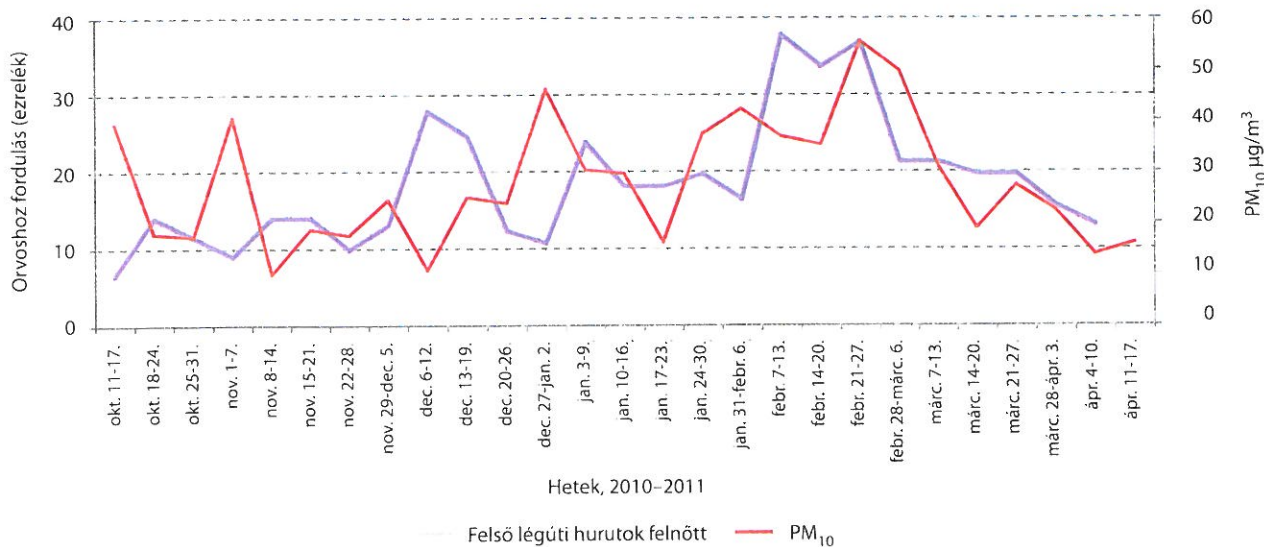


6. ábra
 A PM₁₀ szennyezettséggel összefüggő orvoshoz fordulások heti gyakorisága és a helyi szálló por szennyezettség Devecseren, 2010–2011

ügyi határérték (50 µg/m³ koncentráció szinten 0,001 µg/m³. Így nem valószínű, hogy súlyos heveny vagy idült légúti tüneteket okozott. Ezt a megállapítást támasztották alá a felnőtt megbetegedési adatok: csupán Devecseren fordultak gyakrabban orvoshoz asztmás tünetek miatt a katasztrófa utáni első két héten a megelőző időszakhoz képest. A jelenség magyarázata, hogy a levegőben a porrészecskék CO₂-ot vesznek fel, és a képződő szénsav részben vagy teljesen közömbösíti a lúgos kémhatást.

Elemzésünkben arra is kerestük a választ, hogy az érintett településeken a vörösiszap eltakarítása során a felporzásból, a nagyobb gépkocsi forgalomból és az egyéb forrásokból – elsősorban a lakossági fűtésből – származó szálló por koncentráció hogyan alakult a fűtési időszak során és ez jelentett-e veszélyt az itt élő lakosságra.

A vizsgált településeken a hat hónap folyamán számos alkalommal haladta meg a szálló por koncentrációja a napi egészségügyi határértéket. A határérték túl-



7. ábra
 A PM₁₀ szennyezettséggel összefüggő orvoshoz fordulások heti gyakorisága és a helyi szálló por szennyezettség Apácatornán, 2010–2011

lépés novemberben két héten át, december és április között 16 héten át, több napon keresztül fordult elő. Ki kell emelni, hogy a vizsgált időszakban Devecseren 85, Somlóvásárhelyen 46 alkalommal regisztráltak határérték túllépést. Meg kell említeni, hogy a négy településen a PM_{10} koncentrációja párhuzamosan alakult. A riasztási küszöbérték ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) feletti napi átlagkoncentrációkat közel azonos napokon mérték az országban több helyen is, mint ahogy erről az Országos Környezetegészségügyi Intézet honlapján folyamatos tájékoztatás történt, például 2010. dec. 31-én Miskolcon $127,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Kazincbarcikán $110,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Devecseren $103,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ezekben a napokban országosan kedvezőtlenül alakult az időjárás, szmog közeli, illetve szmoghelyzet alakult ki. A szálló por koncentráció napi eloszlási profilvizsgálata a vizsgált településeken arra utalt, hogy a porterhelés jelentős hányada lakossági fűtés eredetű, hiszen az óras koncentráció délután 17 és 21 óra között volt kiugróan magas, majd lecsökkent.

A téli időszak átlaghőmérséklete a szokásosnál valamivel hidegebb volt, december, január és február hónapban volt öt olyan hét, amikor a heti átlaghőmérséklet jóval fagypont alatt volt - ezeken a heteken országwide határérték feletti PM_{10} átlagkoncentrációkat mértek. Az influenza járvány január 24-től március közepéig tartott, a hideg időszak második felére esett.

Elemzésünkben a szálló por szennyezéssel összefüggésbe hozható megbetegedések heti incidenciájának alakulását vizsgáltuk idősor-analízissel, a modellekben figyelembe vettük a hőmérséklet, influenzajárvány, továbbá a gyermekek esetében az iskolai szünetek hatását. Több esetben a PM_{10} és a megbetegedés közötti szignifikáns kapcsolat elvesztette szignifikanciáját a fenti tényezőkre való korrekció hatására. Hosszabb adatsor esetén feltehetően ezekben az esetekben is ki lehetne mutatni a szálló por irodalmi adatokkal alátámasztott rövid távú hatását [6].

Az elemzések a gyermekek körében igazolták az adott heti szálló por expozíció kapcsolatát Somlóvásárhelyen, valamint Devecseren a felső légúti megbetegedések miatti orvoshoz fordulás megnövekedett gyakoriságával. Hasonló összefüggést mutattak ki Párizs körzetében is, ahol a PM_{10} $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ napi átlagkoncentráció növekedés 2,9%-kal (95%-os MT 0,8%–5,1%) növelte meg a háziorvosok sürgősségi hívásának esélyét a szennyezett napokon és a következő két napon [10]. Az irodalomban igen gyakran leírt asztmás tünetek gyakoriság növekedése és az előző heti szálló por expozíció összefüggését Ajkán tudtuk kimutatni [11–13].

A felnőttek körében a felső légúti hurutos esetek halmozódtak a légszennyezés növekedésével összefüggésben Devecseren és Apácatornán, a bronchitisz és pneumónia esetek pedig Ajkán és Somlóvásárhelyen halmozódtak ilyen vonatkozásban. Megállapításaink egybehangzóak az APHEA-2 vizsgálat eredményeivel [6].

Az eredmények értékelésének korlátjaként meg kell említeni, hogy adatsorunk csupán hat hónapra terjedt ki, és heti összesített megbetegedési adatokkal rendelkezünk. Emiatt a napi PM_{10} koncentráció értékekből heti átlagkoncentrációt számoltunk, ami adatvesztést eredményezett, ami részben magyarázhatja, hogy nem minden esetben sikerült az ismert összefüggéseket reprodukálni. Nemzetközi sokközpontú elemzésekben több éves, továbbá jobb felbontású adatokkal (napi adatok) sem lehetett minden esetben bizonyítani ezen összefüggéseket adott városra vonatkozóan [5].

Ennek ellenére vizsgálatunk felhívja a figyelmet arra, hogy a téli időszakban – adott településeken jelentős mértékben fűtési eredetű – szálló por koncentráció növekedés nem elhanyagolható egészségkockázatot jelent mind a gyermek, mind a felnőtt lakosság számára. Megnyugtatónak tűnik, hogy a vörösiszap katasztrófa által sújtott településeken a vörösiszap por összetétele nem jelentett különleges kockázatot [8], ugyanakkor fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a téli időszakban a lakossági eredetű, fűtéshez köthető szálló por kibocsátás egészségkockázatával számolni kell. Erről a veszélyről tájékoztatni kell a lakosságot és fel kell hívni a figyelmet a szmoghelyzetet előidéző meteorológiai helyzetek során az alternatív tüzelési módok alkalmazására.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton köszönjük meg a következő kollégáknak az adatgyűjtésben nyújtott értékes segítséget. Megbetegedési adatok gyűjtéséért: Dr. Kanizsai Judit, kistérségi tisztifőorvos Veszprém Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Szakigazgatási Szerve, Ajkai Kistérségi Népegészségügyi Intézet, valamint Dr. Müller Cecília megyei tisztifőorvos Veszprém Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Szakigazgatási Szerve.

Háziorvosoknak: Dr. Csonka Csaba, Dr. Dobrocsi Aranka, Dr. Egyed Éva, Dr. Gyalogh Valéria, Dr. Györi Andrea, Dr. Hámori József, Dr. Komendát Mária, Dr. Kovács Gabriella, Dr. Lukáts András, Némethné Dr. Major Zsuzsanna, Dr. Prikkol Jolán, Dr. Szalay Ferenc, Dr. Széplaki Annamária, Dr. Tolnai Pál, Dr. Toró Mózés, Dr. Toró

Ildikó, Dr. Belső László, Dr. Ferencz Judit, Dr. Horváth Ildikó, Dr. Sonkádó József, Dr. Szabó István, Dr. Toufic Serhal, Dr. Vági Andrea.

Légszennyezettségi adatok közreadásáért: Nagy Attila, Közép-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség.

IRODALOM

1. Geen, A., Chase, Z.: Recent mine spill adds to contamination of southern Spain. *Eos Trans. AGU*, 79:449, 1998
2. Landrigan, P. J., Liou, P. J., Thurston, G. et al.: Health and Environmental Consequences of the World Trade Center Disaster. *Environ. Health Perspect*, 112:731–739, 2004
3. Rom, W. N., Greaves, W., Bang, K. M. et al.: E An epidemiologic study of the respiratory effects of trona dust. *Arch Environ Health* 38:86-92, 1983
4. Gomez, S. R., Parker, R. A., Dosman, J. A. et al.: Respiratory health effects of alkali dust in residents near desiccated Old Wives Lake. *Arch Environ Health* 47:364-369, 1992
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*, 12:521–531, 2001
6. Atkinson, R. W., Anderson, H. R., 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.*, 164:1860-6., 2001
7. Az Országos Meteorológiai Szolgálat honlapja: 2010/2011 telének időjárása
http://www.met.hu/eghajlat/visszatekinto/elmult_evszakok/
8. Gelencser, A., Kovats, N., Turoczi, B. et al.: The Red Mud Accident in Ajka (Hungary): Characterization and Potential Health Effects of Fugitive Dust. *Environmental Science & Technology*, 45:1608-1615, 2011
9. European Chemicals Bureau, Sodium hydroxide, ISPR pp CAS No 1310-73-2;215-185-5, 2007
10. Chardon, B., Lefranc, A., Granados, D. et al.: Air pollution and doctors' house calls for respiratory diseases in the Greater Paris area (2000–3) *Occup. Environ. Med.*, 64:320–324, 2007
11. Tramuto, F., Cusimano, R., Cerame, G. et al.: Urban air pollution and emergency room admissions for respiratory symptoms: a case-crossover study in Palermo, Italy. *Environmental Health*, 10:31, 2011
12. Zanobetti, A., Schwartz, J.: Air pollution and emergency admissions in Boston, MA. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 60:890-895, 2006
13. Weinmayr, G., Romeo, E., De Sario, M. et al.: Short-Term Effects of PM₁₀ and NO₂ on Respiratory Health among Children with Asthma or Asthma-like Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environmental Health Perspectives*, 118:449-457, 2010