

# UPLATNENIE GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÝCH SYSTÉMOV PRI HODNOTENÍ VPLYVU PROSTREDIA NA ZDRAVIE

F.Hrubá<sup>1</sup>, E.Fabiánová<sup>1</sup>, K.Koppová<sup>1</sup>, J.Vandenberg<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Štátny zdravotný ústav, Banská Bystrica  
riaditeľka: MUDr. E. Fabiánová, PhD

<sup>2</sup>National Health and Environmental Effects Research Laboratory,  
Environmental Protection Agency, USA

## Úvod

Súčasnú štúdiu v západnej Európe a USA študujú vzťah medzi krátkodobou expozíciou pevným časticám PM<sub>10</sub> a zvýšenou mortalitou, hospitalizáciou, užívaním liekov, symptómami respiračných ochorení a redukciami hodnôt pľúcnych funkcií (1,2,3,4). Len niekoľko štúdií sledovalo, či aj dlhodobá expozícia PM<sub>10</sub> má rovnaké negatívne účinky (6). Niektoré štúdie naznačujú, že zdravotné účinky sú v silnejšom vzťahu s pevnými časticami v ovzduší menšími ako 2,5 μm, ako s pevnými časticami PM<sub>10</sub>.

V roku 1997 sa začal spoločný slovensko-americký projekt s cieľom študovať vplyvy životného prostredia na respiračné zdravie detí pomocou geografických informačných systémov. Východiskom boli údaje z medzinárodnej štúdie CESAR, a to konkrétne údaje o znečistení ovzdušia a o respiračných ochoreniach detí z tejto štúdie. Hlavným cieľom projektu bolo vyvinúť a zhodnotiť metódy geografických informačných systémov pri ich použití v oblasti štúdia vplyvu životného prostredia na zdravie a odhadu zdravotného rizika. Hlavnou hypotézou štúdie bolo, že zvýšená dlhodobá expozícia znečisteniu ovzdušia súvisí so zvýšenou prevalenciou symptómov respiračných ochorení a zvýšenou prevalenciou respiračných ochorení u detí.

## Materiál a metódy

V meste Banská Bystrica boli v rámci prierezovej epidemiologickej štúdie CESAR dotazníkovou metódou zozbierané údaje o 1597 deťoch vo veku 7-11 rokov v dvoch oblastiach, a to centrum mesta a sídlisko Sásová (Tab. 1, 2 a Obr. 1). V každej oblasti boli v roku 1996 zbierané údaje o znečistení ovzdušia (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>) z jedného monitorovacieho miesta.

Tabuľka 1 Študovaná populácia (deti vo veku 7-11 rokov), CESAR 1996  
Počty a percentá

	Banska Bystrica Sásová	Banska Bystrica Centrum
Chlapci	426 (47.0)	334 (48.4)
Dievčatá	481 (53.0)	356 (51.6)
Spolu	907 (100.0)	690 (100.0)

Tabuľka 2 Ukazovatele respiračných ochorení podľa dotazníka, CESAR 1996  
Počty and percentá

	Banska Bystrica Sásová	Banska Bystrica Centrum
Chronický kašeľ počas poslednej jesene/zimy	62 (6.9)	64 (9.3)
Suchý kašeľ v noci, za posledných 12 mesiacov	104 (11.5)	80 (11.7)
Pískanie, sipot na hrudníku, počas života dieťaťa	99 (11.0)	70 (10.2)
Astma, spastická alebo obštruktívne bronchitída diagnostikovaná lekárom	62 (6.8)	30 (4.4)
Bronchitída diagnostikovaná lekárom	435 (48.4)	376 (55.3)
Pneumónia diagnostikovaná lekárom	98 (10.9)	95 (13.9)
Hospitalizácia z dôvodu astmy, bronchitídy alebo pneumónie	63 (7.0)	38 (5.6)
Užívanie liekov z dôvodu respiračných ochorení za posledných 12 mesiacov	139 (15.5)	122 (18.0)

V rámci tohto slovensko-amerického projektu boli zozbierané údaje o všetkých hlavných zdrojoch znečistenia ovzdušia v meste a okolí, s cieľom použiť disperzný model šírenia znečistenia v ovzduší ako metódu odhadu priemernej ročnej koncentrácie látok vo vonkajšom ovzduší v jednotlivých miestach bydliska detí (Obr. 1). Pomocou metód geografických informačných systémov sa jednotlivým deťom priradili odhadnuté hodnoty priemernej ročnej koncentrácie v mieste ich konkrétneho bydliska ako aproximácia individuálnej expozície (Graf 1). Ukazovatele zdravotného stavu boli skúmané vo vzťahu k environmentálnej koncentrácii ako aj iným ovplyvňujúcim faktorom pomocou metódy logistickej regresie.

**Metódy geografických informačných systémov:** v prostredí ArcInfo/ArcView bol vytvorený ulicový model mesta Banská Bystrica pomocou digitalizácie leteckých snímok, tento model bol upresnený pomocou metódy GPS (Global Positioning System). Pomocou metódy address matching bola každému študovanému subjektu priradená na základe adresy bydliska jeho bodová grafická reprezentácia. Boli vytvorené aj vrstvy rozmiestnenia škôl, meracích miest znečistenia ovzdušia, zdrojov znečistenia ovzdušia (Obr. 1).

**Odhad koncentrácií znečistenia ovzdušia:** v rámci štúdie CESAR bolo v roku 1996 vykonané jednorôčné monitorovanie koncentrácie pevných častíc  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $SO_2$  a  $NO_2$  vo voľnom ovzduší, a to na dvoch meracích miestach – jedno v oblasti centra mesta a jedno v oblasti sídliska Sásová. V centre mesta je umiestnená aj automatická monitorovacia stanica SHMÚ, ktorá sleduje koncentrácie tuhých znečisťujúcich látok TZL,  $SO_2$  a  $NO_x$ . Ako vstupné údaje pre disperzný model boli zbierané údaje o emisiách týchto troch látok v roku 1996 ako aj ďalších emisných parametroch pre všetky veľké, stredné zdroje a niekoľko malých zdrojov, spolu 137 zdrojov. Medzi zbierané údaje o emisných parametroch patrili hmotnosť emitovaných látok, ich teplota, rýchlosť, výška a priemer komína. Na odhad priemernej ročnej koncentrácie týchto látok

v ovzduší bol použitý disperzný model ISC LT (Industrial Source Complex – Long Term), revidovaný pre podmienky na Slovensku, s využitím lokálnych meteorologických údajov pre rok 1996. Tuhé znečisťujúce látky boli považované za plyn s minimálnou rýchlosťou depozície. Výsledkom modelu boli potom priemerné ročné hodnoty koncentrácií TZL, SO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> v štvorcovej sieti 100x100 metrov pokrývajúcej oblasť mesta Banská Bystrica (celkove 8500x8500 m). Táto sieť bola prenesená do prostredia geografických informačných systémov a využitá na určenie izo-oblastí koncentrácií. Pre každé dieťa v štúdiu ako aj meracie miesta znečistenia ovzdušia bola priradená na základe geografickej lokalizácie priemerná ročná hodnota koncentrácie.

Metóda logistickej regresie bola použitá na analýzu vzťahu ukazovateľov respiračných ochorení a modelovaných priemerných ročných koncentrácií TZL, s kontrolou ďalších ovplyvňujúcich faktorov ako vek, pohlavie, pasívne fajčenie, socio-ekonomické ukazovatele.

### Výsledky a diskusia

Hodnoty nameraných koncentrácií PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> a TSP za rok 1996 sú zosumarizované v tabuľke 3. V Banskej Bystrici sú namerané koncentrácie TZL, PM<sub>10</sub> a PM<sub>2.5</sub> vysoko korelované (r=0,97 pre PM<sub>10</sub> a PM<sub>2.5</sub>, r=0,73 pre TZL a PM<sub>2.5</sub>). Takáto analýza nie je možná pre modelované koncentrácie, nakoľko priemerné ročné koncentrácie PM<sub>10</sub> a PM<sub>2.5</sub> nie je možné modelovať (údaje o emisiách sa nezberajú) a namerané priemerné ročné hodnoty PM<sub>10</sub> a PM<sub>2.5</sub> boli pre rok 1996 známe len pre 2 meracie miesta zo štúdie CESAR. Porovnanie modelovaných a nameraných koncentrácií ukazuje, že modelované koncentrácie sú oveľa nižšie, čo sa dá vysvetliť ako príspevok miestnych zdrojov k celkovej koncentrácii, bez pozadovej koncentrácie. Aproximácia osobnej expozície detí reprezentovanej modelovanou priemernou ročnou koncentráciou sa v centre mesta Banská Bystrica pohybuje v rozsahu od 3,4 do 32,8 µg/m<sup>3</sup>, čo je znázornené aj histogramom (Graf 1). Táto analýza ukazuje, že homogenita znečistenia ovzdušia vo vnútri oblasti nebola pre oblasť centrum mesta potvrdená.

Tabuľka 3. Znečistenie ovzdušia, Banská Bystrica 1996

Koncentrácia znečisťujúcej látky [µg/m <sup>3</sup> ]	B.Bystrica Sásová	B.Bystrica Centrum	p
PM <sub>10</sub> *			
priemer	40	47	0.003
minimum	8	6	
maximum	123	122	
SD	22	24	
PM <sub>2.5</sub> *			
priemer	29	34	n.s.
minimum	5	4	
maximum	104	102	
SD	17	20	
TSP **			
priemer	-	87	-
minimum	-	11	
maximum	-	204	
SD	-	54	

\* monitorovací program, projekt CESAR

\*\*automatický monitorovací systém, SHMÚ

Analýzu vzťahu takejto expozície a zdravotných účinkov sme robili len pre deti bývajúce v oblasti centra mesta, nakoľko v modelovaných koncentráciách nebolo uvažované s nadmorskou výškou, a teda modelované koncentrácie v oblasti Sásová sme nepovažovali za dostatočne presné. Prevalencia hospitalizácie detí z dôvodu astmy, bronchitídy alebo pneumónie je podľa kvartilov priemernej ročnej expozície TZL zobrazená na grafe 2, čo naznačuje súvislosť expozície pevným časticiam v ovzduší s respiračnými ochoreniami. Táto súvislosť bola potvrdená aj metódou logistickej regresie, aj pri kontrole na ďalšie ovplyvňujúce faktory (Tab. 4)

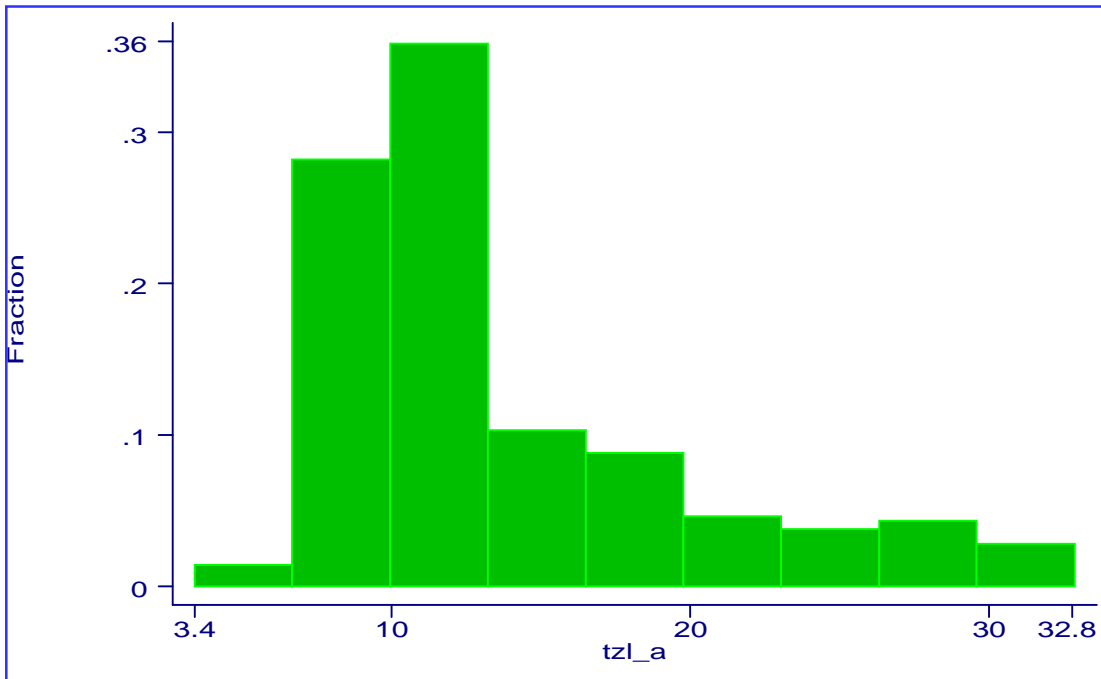
Tabuľka 4. Hospitalizácia z dôvodu astmy, bronchitídy, pneumónie. Pravdepodobnosť hospitalizácie vyjadrená ako odds ratio spojená s  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nárastom ročného priemeru koncentrácie pevných častíc TZL

	Odds ratio	95% konfidenčný interval
TZL	1.049	(1.003,1.099)
TZL, adj. pre: pohlavie, vek	1.051	(1.003,1.100)
TZL, adj pre: pohl, vek, SES	1.051	(1.001,1.104)
TZL, adj. pre: pohl, vek, pasívne fajčenie	1.051	(1.001,1.104)
TZL, adj. pre: pohl, vek, indoor faktory	1.048	(1.001,1.097)
TZL, adj. pre: pohl, vek, indoor alergény	1.051	(1.003,1.101)

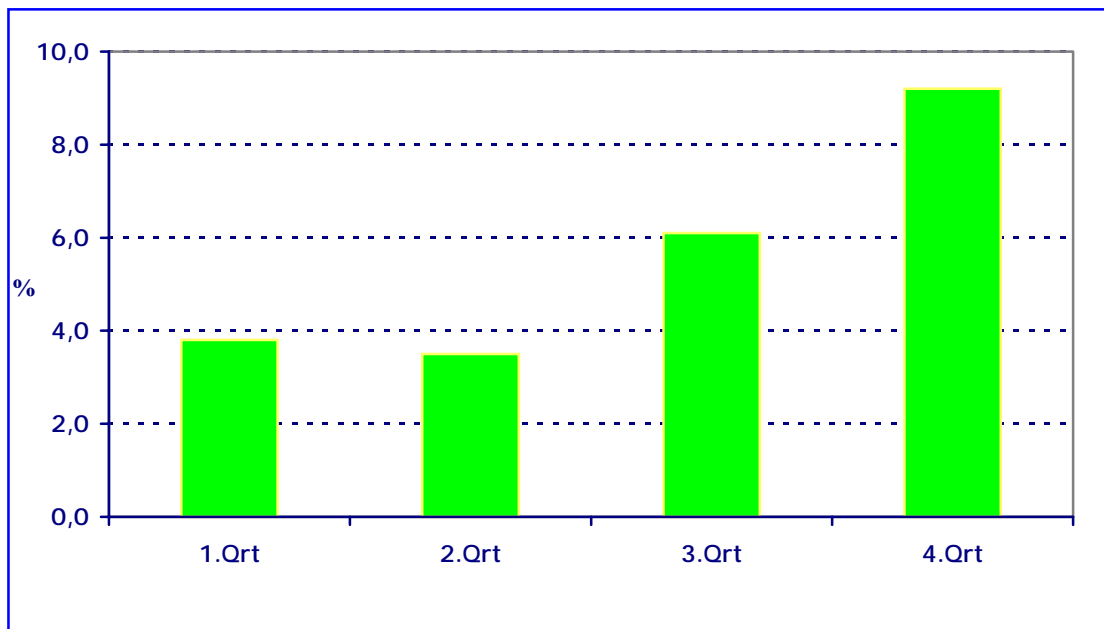
Tento projekt ukazuje, že aplikácie geografických informačných systémov poskytujú veľmi presné priestorové zobrazenia, ktoré sa dajú použiť ako základ pre priestorové a štatistické analýzy zdravotných ukazovateľov a faktorov životného prostredia. Analýza údajov naznačuje, že v Banskej Bystrici by sa mohol potvrdiť vzťah medzi znečistením ovzdušia pevnými časticami a ukazovateľmi respiračných ochorení u detí. Pokračuje sa v overovaní výsledkov disperzného modelu, odhadovaní pozadovej koncentrácie, takže výsledky celej práce sú zatiaľ predbežné.

#### Literatúra

1. D.W. Dockery, et al: Effects of inhalable particles on respiratory health of children. Am Rev Respir Dis, 1989, Vol 139, No 3, pp. 587-594
2. C.A. Pope, et al: Respiratory health and PM10 pollution. A daily time series analysis. Am Rev Respir Dis, 1991, Vol 144, No 3, pp. 668-674
3. C.A. Pope, et al: Respiratory hospital admission associated with PM10 pollution in Utah, Salt Lake, and Cache Valleys. Arch Environ Health, 1991, Vol 46, No 2, pp. 90-97
4. R. McConnell, et al: Air Pollution and Bronchitic Symptoms in Southern California Children with Asthma. Environ Health Perspectives, 1999, Vol 107, No 9, pp. 757-760
5. J.F. Gamble: PM<sub>2,5</sub> and mortality in long-term prospective cohort studies: cause-effect or statistical association? Environ. Health Perspectives, 1998, Vol 106, No 9, pp. 535-549
6. D.E. Abbey, et al: Long-term ambient concentrations of particulates and oxidants and development of chronic disease in a cohort of nonsmoking California residents. Inhal Toxicol, 1995, No 7, pp. 19-34
7. T.Nyegers, et al: Geographic information systems for risk evaluation: Perspectives on applications to environmental health. Cartography and GIS, 1997, Vol 24, No 3, pp. 123-144
8. D.Clayton, M.Hills: Statistical Models in Epidemiology. Oxford University Press, 1993



Graf 1. Histogram hodnôt priemernej ročnej koncentrácie pevných častíc TZL [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] v ovzduší sko aproximácie osobnej expozície



Graf 2. Prevalencia hospitalizácie z dôvodu astmy, bronchitídy alebo pneumónie podľa kvartilov odhadnutej priemernej ročnej expozície pevným časticiam TZL v ovzduší