

Americko- slovenský vedecko-technický program

ZÁVEREČNÁ SPRÁVA Projekt č. 029-95

Názov projektu: **Analýza zdravotného rizika zo životného prostredia
Aplikácia hodnotenia údajov v Slovenskej republike**

Hlavní riešitelia:

Alison Cullen, University of Washington, Seattle, USA

Eleonóra Fabiánová, Štátny zdravotný ústav, Banská Bystrica, Slovenská republika

Riešitelia:

Michael Brauer, University of British Columbia, Vancouver, Kanada

John Vandenberg, US Environmental Protection Agency, RTP, USA

Františka Hrubá, Štátny zdravotný ústav, Banská Bystrica, Slovenská republika

Eva Mihalíková, Štátny zdravotný ústav, Banská Bystrica, Slovenská republika

Peter Miškovič, Štátny zdravotný ústav, Banská Bystrica, Slovenská republika

Trvanie projektu: 1. Február 1996 - 31. Január 2000

Apríl 2000

Abstrakt

Hlavným cieľom tohto projektu bolo zvýšiť kvalitu zbierania údajov o podmienkach expozície ľudí škodlivinám v životnom prostredí na Slovensku, ako aj kvalitu vyhodnotenia týchto údajov. Tento cieľ sa mal splniť cez program aktivít, ktorý zahŕňal návrh a implementáciu vedeckej štúdie zameranej na zber a vyhodnotenie nových údajov o kvalite ovzdušia a podmienkach expozície ľudí, prezentáciu výsledkov na medzinárodných vedeckých fórach, publikáciu poznatkov štúdie v medzinárodnom vedeckom časopise, a organizáciu seminára pre kolegov na Slovensku. Časťou programu aktivít bola aj rozsiahla komunikácia medzi zúčastnenými riešiteľmi projektu zo Slovenska, Spojených štátov, a Kanady. Jej výsledkom bola okrem realizácie vedeckej štúdie aj výmena dôležitých poznatkov v tejto oblasti, ako aj porovnanie metodík.

Na konci projektu bol zorganizovaný seminár pre slovenských odborníkov pracujúcich v oblasti analýzy rizika z pracovného a životného prostredia, pripravený simultánne v anglickom a slovenskom jazyku. Seminár mal za cieľ previesť účastníkov cez prístupy tejto vedeckej štúdie, od definovania problému a návrhu štúdie, cez výber respondentov, zber dát, chemické analýzy, počítačové spracovanie dát a štatistické analýzy, až po interpretáciu a prezentáciu výsledkov, vyhodnotenie záverov a opatrení vyplývajúcich z projektu.

Z tejto vedeckej štúdie boli získané dôležité poznatky o expozícii pevným časticiam (PM_{10} a $PM_{2.5}$), oxidom dusíka, síranom a nikotínu, a to o expozícii personálnej, ako aj o expozícii vnútornému ovzdušiu budov a voľnému ovzdušiu. Tieto výsledky majú priamy vzťah k vysoko prioritným potrebám výskumu definovaných Národnou akadémiou vied USA a po publikácii v renomovanom svetovom odbornom časopise sa môžu pridať k vedeckej báze poznatkov o pevných časticach, ktorá má slúžiť na prijatie regulačných opatrení.

Vďaka tomuto projektu sa ukázala schopnosť získať a vyhodnotiť vysoko-kvalitné údaje o expozícii ľudí vybraným škodlivinám v ovzduší aj na Slovensku, ako aj schopnosť prezentovať takého údaje na lokálnej slovenskej, ako aj medzinárodnej vedeckej úrovni. Tieto schopnosti sa dajú ďalej využívať pri efektívnej analýze údajov o vzťahu životného prostredia a zdravia na Slovensku, a teda aj na efektívnejšiu identifikáciu a následné zníženie zdravotných rizík zo životného prostredia.

Ciele projektu

1. rozvoj kapacít na meranie voľného ovzdušia a vnútorného ovzdušia budov na Slovensku, ako aj na odhad expozície s cieľom analýzy rizika pre ľudské zdravie
2. rozvoj skúseností s navrhovaním dizajnu štúdií s cieľom odhadnúť expozíciu študovanej populácie a s následným meraním expozície
3. porovnanie slovenských a amerických metód pre analýzu expozície škodlivinám v ovzduší, a to najmä oxidom dusíka, respirabilným pevným časticiam, síranom a nikotínu
4. vyhodnotenie súčasnej lokálnej informácie, ako napr. programov rutinného merania pre ich budúce využitie na analýzu zdravotných rizík zo životného prostredia

Implementácia projektu

Projekt bol implementovaný vo forme vedeckej štúdie s cieľom zozbierať a vyhodnotiť nové údaje o kvalite ovzdušia, vrátane porovnania slovenských a amerických metód pre meranie personálnej expozície, koncentrácie vo vonkajšom a vnútornom ovzduší pre respirabilné pevné častice (PM_{10} a $PM_{2.5}$), oxidy dusíka, sulfáty, and nikotín. Súčasťou projektu bola aj prezentácia výsledkov na konferenciách a príprava publikácií, ako aj prezentácia nových metód a techník na seminári zorganizovanom pre slovenských kolegov, pracujúcich v oblasti analýzy zdravotných rizík zo životného a pracovného prostredia.

Špecifickým cieľom vedeckej štúdie bolo charakterizovať rozsah osobnej expozície pevným časticiam PM_{10} , $PM_{2.5}$, síranom, nikotínu a oxidom dusíka u nefajčiarov žijúcich v Banskej Bystrici, vyhodnotiť vplyv ročného obdobia, miesta bydliska a profesie, ako aj vyhodnotiť vzťah medzi osobnou expozíciou a koncentraciami sledovaných škodlivín vo voľnom ovzduší a vnútornom ovzduší budov.

Hypotézy tejto štúdie boli: 1. Expozícia pevným časticiam PM_{10} je ovplyvnená profesiou, koncentraciou vo vnútornom ovzduší v byte a miestom bydliska 2. Osobná expozícia pevným časticiam $PM_{2.5}$ je ovplyvnená koncentraciou vo vnútornom ovzduší v byte, pričom miesto bydliska a pracovné prostredie majú menší vplyv ako pri PM_{10} . Merania síranov SO_4^{2-} boli použité pre vyhodnotenie síranov ako potenciálneho markera častíc zo spaľovacích procesov prebiehajúcich vo voľnom ovzduší. Nikotín bol meraný ako marker expozície pasívneho fajčenia. 3. Koncentrácie oxidov dusíka sú ovplyvnené profesiou a miestom bydliska.

Metódy a aktivity projektu

Plán štúdie zahŕňal 24-hodinové osobné merania expozície PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_4^{2-} , nikotínu, NO_2 , NO_x pre 18 administratívnych pracovníkov, 15 študentov stredných škôl a 16 robotníkov zo 4 podnikov (spolu 49 osôb). Účastníci štúdie boli vybraní aj podľa miesta bydliska – polovica každej skupiny mala miesto bydliska na sídlisku Sásová, druhá polovica v centre mesta Banská Bystrica, pretože podľa predchádzajúcich štúdií boli koncentrácie pevných častíc vo voľnom ovzduší signifikantne nižšie v Sásovej ako v centre mesta.

Merania prebiehali v dvoch ročných obdobiach, a to v letnom (17.júna – 18.septembra 1997) a v zimnom (17.novembra 1997 – 10.marca 1998). Okrem osobnej expozície boli pre všetkých účastníkov merané aj koncentrácie vo vnútornom ovzduší bytov, ako aj koncentrácie vo voľnom ovzduší na jednom pevnom meracom mieste v oboch sledovaných oblastiach. Účastníci štúdie vyplňali štandardizovaný dotazník o ich časovom harmonograme aktivít počas dňa merania, ako aj o charakteristikách bytu a miesta bydliska.

Slovenskí riešitelia v spolupráci s ďalšími pracovníkmi ŠZÚ Banská Bystrica vykonali prácu v teréne, terénne merania, laboratórne analýzy, počítačové spracovanie údajov. Počas týchto aktivít boli v stálom kontakte s americkými riešiteľmi, každý problém bol konzultovaný a riešený spoločne. Nasledujúca tabuľka obsahuje počty nameraných vzoriek a laboratórnych analýz:

	<i>jar</i>	<i>leto</i>	<i>Zima</i>	<i>leto</i>	<i>spolu</i>
Dátum merania	14.4.97- 28.4.97	17.6.97- 18.9.97	17.11.97- 10.3.98	25.5.98- 23.6.98	
Osobné merania					
PM ₁₀ , PM _{2.5}	28	98	92	30	248
SO ₄ ²⁻	25	98	92	30	245
Nicotine	26	98	91		215
NO ₂ , NO _x	28	98	92		218
Vnútorne ovzdušie					
PM ₁₀ , PM _{2.5}	24	84	80	30	218
SO ₄ ²⁻	18	82	78	30	208
Nicotine		83	71		154
NO ₂ , NO _x	24	84	80		188
Voľné ovzdušie					
PM ₁₀ , PM _{2.5}	22	48	56	18	144
SO ₄ ²⁻	22	41	56	18	137
Nicotine					
NO ₂ , NO _x	22	48	56		126
Spolu	239	862	844	156	2101

V spolupráci amerických a slovenských riešiteľov boli vykonané štatistické analýzy, pripravené prezentácie, ako aj seminár pre slovenských kolegov. Všetci riešitelia sa podieľali aj na príprave článku pre publikáciu v medzinárodnom vedeckom časopise.

Výsledky projektu

Hodnoty koncentrácií všetkých sledovaných škodlivín v voľnom ovzduší neboli veľmi vysoké, s jasným rozdielom medzi letným a zimným obdobím: priemerná hodnota koncentrácie PM₁₀ vo voľnom ovzduší bola pre letné/zimné obdobie 35/45 µg/m³; pre PM_{2.5} 22/32 µg/m³. Koncentrácie síranov boli nízke (4-7 µg/m³) a relatívne homogénne pre všetky typy vzoriek (osobné odbery, odbery vo vnútornej ovzduší bytov a voľnom ovzduší), sledované oblasti a profesné skupiny. Na základe tohto sa dá povedať, že stanovenie síranov SO₄²⁻ by mohlo byť dobrým markerom pre pevné častice pôvodom zo spaľovacích procesov vo voľnom ovzduší. Najmä počas zimného obdobia sa ukázal rozdiel v koncentráciách medzi centrom mesta a sídliskom Sásová, a to vo všetkých typoch vzoriek (osobné odbery, odbery vo vnútornej ovzduší bytov a voľnom ovzduší) pre PM₁₀ a PM_{2.5}, avšak v oveľa väčšom rozsahu pre SO₄²⁻, čo naznačuje dôležitosť vplyvu lokálnych zdrojov. Pri skúmaní pomerov medzi jednotlivými expozíciami pre PM₁₀ aj pre PM_{2.5} sa zistili výsledky zhodné s očakávaním, a to pre typy expozície (osobná expozícia > expozícia z vnútornej ovzdušia bytov > expozícia z voľného ovzdušia), ako aj pre profesné skupiny (expozícia pracovníkov priemyslu > expozícia študentov > expozícia administratívnych pracovníkov). Pomer medzi osobnou expozíciou/expozíciou z vnútornej ovzdušia bytov sa pre PM_{2.5} pohyboval od 1.0 do 3.9, a pomer medzi osobnou expozíciou/expozíciou z voľného ovzdušia od 1.6 do 4.2 (pre PM₁₀ osobná expozícia/expozícia z vnútornej ovzdušia bytov 1.1-2.9, osobná expozícia/expozícia z voľného ovzdušia 2.1-4.1). Pre NO₂, pomery osobná

expozícia/expozícia z vnútorného ovzdušia bytov a osobná expozícia/expozícia z voľného ovzdušia sa približne rovnali 1 pre všetky profesné skupiny. Koncentrácie NO₂ boli vyššie vo voľnom než vo vnútornom ovzduší bytov, na rozdiel od NO, kde boli koncentrácie vo vnútornom ovzduší bytov vyššie než vo voľnom ovzduší. Priemerné hodnoty NO₂ vo vonkajšom ovzduší boli 27 µg/m³ na sídlisku Sásová, 36 µg/m³ v centre mesta Banská Bystrica.

Tieto výsledky ukazujú, že merania centrálnych monitorovacích staníc pohodnocujú skutočné expozície pevným časticiam pre ľudí, a to pre PM₁₀ aj PM_{2.5}. Osobná expozícia síranom sa podľa týchto výsledkov dá pre jednotlivca predpovedať podľa hodnôt koncentrácií vo voľnom ovzduší, podľa jeho miesta bydliska a časového harmonogramu aktivít. Naše výsledky podporujú záver, že merania osobnej expozície a dobré údaje o časovom harmonograme aktivít sú veľmi dôležité pre presné a správne hodnotenie expozície škodlivinám v ovzduší, a najmä pevným časticiam v ovzduší.

Komunikácia počas projektu

Riešitelia používali na komunikáciu najmä elektronickú poštu, ktorá sa využívala aj pri príprave správ, prednášok, manuálov, a pri výmene údajov. Konferencie cez telefón a spoločné stretnutia slúžili najmä na diskusie medzi riešiteľmi. Doplňkovou formou komunikácie boli faxové správy a poštové zásielky. Približná frekvencia používaných ciest komunikácie počas celého trvania projektu je v nasledujúcej tabuľke:

Správy elektronickou poštou	400
Konferencie cez telefón	30
Stretnutia	7
- Máj 1996 – RTP, Boston, USA	
- Máj 1997 – Banská Bystrica, SR	
- September 1997 – Banská Bystrica, SR	
- August 1998 – Seattle, Boston, USA	
- December 1998 – Phoenix, USA	
- Október 1999 – Donovaly, SR	
- Január 2000 – Charleston, USA	
Faxové správy	50
Poštové zásielky	10

Stretnutia počas projektu

Máj 1998, USA

M.Brauer, A.Cullen, J.Vandenberg

E. Fabiánová, F. Hrubá, E. Mihalíková, P.Miškovič

1. Research Triangle Park – účasť na medzinárodnom sympóziu organizovanom US EPA a AWMA (Asociácia pre manažment ovzdušia a odpadov) s témou “Meranie toxických škodlivín a škodlivín v ovzduší”, Durham; účasť na medzinárodnom workshope „Astma a životné prostredie“ organizovanom US EPA, Chapel Hill

2. Boston – diskusia riešiteľov na Harvardskej univerzite – škole verejného zdravotníctva (Harvard School of Public Health). Bola pripravená prvá verzia plánu štúdie, vrátane časového harmonogramu, zoznamu potrebného prístrojového vybavenia, zoznamu navrhovaných metód pre terénne merania a chemické analýzy.

Máj 1997, ŠZÚ Banská Bystrica, Slovenská republika

M.Brauer

E. Fabiánová, F. Hrubá, E. Mihalíková, P.Miškovič

Pracovná návšteva Dr. Michaela Brauera, odborníka na odhad expozície, počas prvej pilotnej (jarnej) fázy meraní. Preberali sa detaily terénnej práce, ako aj laboratórneho protokolu, vrátane programu na verifikáciu laboratórnych metodík. Bol pripravený aj dotazník o časovom harmonograme aktivít účastníkov štúdie počas meracieho dňa. Riešitelia sa dohodli, že namerané údaje budú vložené do databázy v programe Excel a posielané cez elektronickú poštu.

September 1997, ŠZÚ Banská Bystrica, Slovenská republika

A.Cullen

E. Fabiánová, F. Hrubá, E. Mihalíková, P.Miškovič

Návšteva Dr. Alison Cullen, hlavnej riešiteľky projektu. Diskutovalo sa o zozname literatúry, odborných časopisov, web stránok zaoberajúcich sa problematikou analýzy zdravotných rizík a problematikou verejného zdravotníctva, ktorú pripravila Dr. Cullen. Rozoberali sa hodnoty výsledkov laboratórnych analýz pre merania počas pilotnej a letnej fázy, najmä možné vysvetlenia pre extrémne hodnoty.

Dr. Cullen mala aj formálnu prednášku o vnímaní a komunikácii rizík, o hodnote informácií a analýze neistoty.

August 1998, USA

M.Brauer, A.Cullen, J.Vandenberg

F. Hrubá, E. Mihalíková, P.Miškovič

1. Seattle – diskusia o výsledkoch laboratórnych analýz, stave projektu na Washingtonskej univerzite. Riešitelia začali robiť štatistické analýzy údajov a pripravovali prednášku pre medzinárodnú konferenciu ISEE/ISEA v Bostone. Skúška tejto prednášky prebehla na seminári, ktorý zorganizovala Dr.Cullen pre pracovníkov Národného výskumného centra pre štatistiku a životné prostredie na Washingtonskej univerzite (the National Research Center for Statistics and the Environment, University of Washington).
2. Boston – 10. konferencia ISEE (Medzinárodná spoločnosť pre environmentálnu epidemiológiu) a 8. konferencia ISEA (Medzinárodná spoločnosť pre analýzu expozície). Ing. Eva Mihalíková mala prednášku o výsledkoch projektu v sekcii “Osobné expozície pevným časticiam v ovzduší“ s názvom „Americko-slovenská spolupráca v oblasti analýzy zdravotných rizík zo životného prostredia: Osobná expozícia pevným časticiam a NO₂ v Banskej Bystrici, SR“

December 1998, Phoenix, USA

A.Cullen, J.Vandenberg

E. Fabiánová, F. Hrubá

Diskusia o výsledkoch štatistických analýz, dokončenie prednášky pre medzinárodnú konferenciu SRA (Spoločnosť pre analýzu rizika). Dr. Františka Hrubá prezentovala

výsledky projektu a vzťahy medzi osobnou expozíciou a koncentráciou vo vnútornom a vonkajšom ovzduší v sekcii „Inhalačné expozície a markery“.

Október 1999, Slovenská republika

M. Brauer, J.Vandenberg

E. Fabiánová, F. Hrubá, E. Mihalíková, P.Miškovič

1. Dr. John Vandenberg mal prednášku o výsledkoch projektu na medzinárodnej konferencii „Životné podmienky a zdravie“ v Tatranskej Štrbe
2. Riešiteľský tím pripravil dvojdňový seminár, ktorý mal za úlohu ukázať slovenským kolegom získané skúsenosti počas trvania projektu. Pred uskutočnením seminára bola pripravená príručka s názvom „Odhad expozície a zdravotného rizika zo životného a pracovného prostredia: Medzinárodný seminár“, simultánne v jazyku anglickom aj slovenskom, pozostávajúca s piatich častí: I. Definovanie problému a dizajn štúdie, II. Zber údajov a chemické analýzy, III. Manažment údajov a štatistické analýzy, IV. Hodnotenie, interpretácia a prezentácia výsledkov V. Diskusie a následné prijatie opatrení. Riešitelia mali prednášky na tieto témy, účastníci mali možnosť na každú tému diskutovať. Skúsenosti z projektu, ako aj výsledky projektu boli použité ako príklad v každej časti. Sponzorom seminára bolo aj Národné výskumné centrum pre štatistiku a životné prostredie, Seattle. Seminára sa zúčastnilo spolu 36 odborníkov 15 inštitúcií, pracujúcich v oblasti životného prostredia a zdravia na Slovensku.

Január 2000, Charleston, USA

M. Brauer, J.Vandenberg

E. Fabiánová, F. Hrubá, E. Mihalíková, P.Miškovič

Prezentácia postera s výsledkami projektu na konferencii „PM 2000 – Pevné častice a zdravie“, kde Ing. Eva Mihalíková mala aj krátku prednášku o obsahu postera v sekcii „Prediktívne modely pre expozíciu PM“. Cez organizátorov konferencie bol podaný odborný článok s názvom „Osobná expozícia pevným časticiam v Banskej Bystrici, SR“ na publikáciu v medzinárodnom časopise pre analýzu expozície a environmentálnu epidemiológiu (Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology).

Publikácie a prezentácie projektu

1. Publikácie v medzinárodných odborných časopisoch

Brauer, M., Hrubá F., Mihalíková E., Fabiánová E., Miškovič P., Plžíková A., Lendacká M., Vandenberg J., Cullen A. „Personal exposure to particles in Banska Bystrica, Slovakia“. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 2000, Vol 10, No 5, 478-487

2. Abstrakty v medzinárodných odborných časopisoch

- Fabiánová E., Hrubá F., Koppová K., Kapasný M., Holíková J., Fletcher T.: “Environmental Health Policy Based on the Results of the Studies on Air Pollution and Respiration. A Slovak Approach.” *Epidemiology*, Vol 10 No 4 July 1999
- Vandenberg, J., Brauer M., Cullen A., Fabiánová E., Hrubá F., Lendacká M., Mihalíková E., Miškovič P., Plžíková A.: “Measuring Human Exposures to Priority Air Pollutants in Slovakia”. *Epidemiology*, Vol 10 No 4 July 1999

3. Prednášky na medzinárodných odborných fórach

- Mihalíková E., Brauer M., Cullen A., Fabiánová E., Plžíková A., Lendacká M., Miškovič P., Vandenberg J.: “US-Slovak Cooperation in Environmental Health Risk Assessment: Personal Exposure to Particles and NO₂ in Banska Bystrica, Slovakia”. 10th Conference of the International Society of Environmental Epidemiology & 8th Conference of the International Society of Exposure Assessment, august 1998, Boston, USA
- Mihalíková E., Brauer M., Fabiánová E., Plžíková A., Lendacká M., Miškovič P., Cullen A., Hrubá F., Vandenberg J.: “US-Slovak Cooperation in Environmental Health Risk Assessment”. Workshop WHO o pevných časticiach, september 1988, Berlín, Nemecká republika
- Mihalíková E., Brauer M., Miškovič P., Koppová K., Hrubá F., Fabiánová E.: “Exposure Assessment to Nitrogen Oxides – Indoor/Outdoor Measurements”. Medzinárodná konferencia “Vnútorne prostredie budov”, december 1998, Vysoké Tatry, SR
- Hrubá F., Mihalíková E., Brauer M., Fabiánová E., Plžíková A., Lendacká M., Miškovič P., Vandenberg J., Cullen A.: “US-Slovak Cooperation in Environmental Health Risk Assessment: Personal Exposure to Particles and NO₂ in Banska Bystrica, Slovakia”. Medzinárodná výročná konferencia SRA, december 1998, Phoenix, USA
- Mihalíková E., Brauer M., Miškovič P., Hrubá F., Fabiánová E., Cullen A., Vandenberg J.: “Indoor/Outdoor/Personal Measurements of Nitrogen Oxides”. Medzinárodná konferencia “Vnútorne ovzdušie 99”, august 1999, Edinburgh, UK

- Vandenberg J., Brauer M., Hrubá, F., Mihalíková E., Fabiánová E., Pížíková A., Lendacká M., Miškovič P., Cullen A.: “Measuring Human Exposures to Priority Air Pollutants in Slovakia”. Medzinárodná konferencia “Životné podmienky a zdravie”, Tatranská Štrba, SR, október 1999
- Vandenberg, J., Brauer M., Cullen A., Fabiánová E., Hrubá F., Lendacká M., Mihalíková E., Miškovič P., Pížíková A.: “Measuring Human Exposures to Priority Air Pollutants in Slovakia”. Medzinárodná konferencia “PM 2000 – Pevné častice a zdravie”, január 2000, Charleston, USA

4. Manuály

- Metódy pre analýzy PM₁₀ a PM_{2.5} vo vonkajšom a vnútornom ovzduší
- Pasívne metódy pre analýzy SO₂ vo vonkajšom a vnútornom ovzduší
- Metódy pre analýzy NO, NO₂, NO_x vo vonkajšom a vnútornom ovzduší, a pre analýzy osobnej expozície
- Odhad expozície a zdravotného rizika zo životného a pracovného prostredia:
Medzinárodný seminár