

## Vplyv životného prostredia na zdravie obyvateľstva II:

### Životné prostredie a chronická obštrukčná choroba pľúc

Jedným z najbežnejších respiračných ochorení je chronická obštrukčná choroba pľúc, ktorej prejavom je postupne sa zhoršujúca priechodnosť dýchacích ciest, ktorá môže viesť až k predčasnému úmrtiu. Toto ochorenie predstavuje závažný celosvetový problém a je treťou najčastejšou príčinou úmrtí vo svete. Okrem rizikových faktorov vzniku chronickej obštrukčnej choroby akými sú fajčenie, genetická predispozícia, socioekonomický status, či respiračné infekcie, je veľmi dôležitou aj expozícia obyvateľov znečisteniu ovzdušia. Cieľom analýzy je preto otestovať, či je výskyt chronickej obštrukčnej choroby pľúc častejší v oblastiach s vyššou koncentráciou látok znečisťujúcich ovzdušie.

Výsledky analýzy potvrdili významnú asociáciu medzi znečistením ovzdušia a prevalenciou chronickej obštrukčnej choroby. Významný vplyv na prevalenciu sledovanej choroby vykazujú okrem environmentálnych aj socioekonomické faktory.

Tento dokument je druhou zo série piatich analýz vplyvov životného prostredia na zdravie obyvateľov.

## Úvod

V druhej časti nášho projektu sme sa zamerali na skupinu environmentálnych indikátorov, ktoré vyjadrujú a hodnotia úroveň znečistenia ovzdušia. Tieto indikátory môžeme zároveň považovať za rizikové faktory pre vznik ochorení respiračnej sústavy, najmä chronickej obštrukčnej choroby pľúc (ďalej len COPD - *Chronic Obstructive Pulmonary Disease*), infekcií dolných dýchacích ciest a rakoviny priedušnice, priedušiek a pľúc. Prvému zo spomenutých ochorení respiračnej sústavy sa venujeme v tomto dokumente, zvyšné dve budú predmetom nasledujúcich analýz.

## 1 Chronická obštrukčná choroba pľúc

COPD je jedným z najbežnejších pľúcnych ochorení, ktoré sa prejavuje postupne sa zhoršujúcou priechodnosťou dýchacích ciest, ktorá môže viesť až k predčasnému úmrtiu. Je to chronické, avšak preventabilné ochorenie, ktoré je sprevádzané zápalovou reakciou dýchacích ciest a pľúc na inhaláciu škodlivých plynov alebo častíc. V mnohých prípadoch je toto ochorenie diagnostikované až v pokročilom štádiu, či už z dôvodu absencie symptómov alebo ich podcenenia zo strany pacienta. COPD vzniká ako následok expozície škodlivinám po dobu viacerých rokov a medzi jej najčastejšie symptómy patria dýchavica, chronický kašeľ, či tlak a pískanie v hrudníku.<sup>1,2</sup>

COPD predstavuje celosvetový problém, pretože prispieva k rastúcemu počtu odvrátiteľných úmrtí. Spomedzi všetkých príčin úmrtí vo svete bola COPD v roku 2016 treťou najčastejšou príčinou úmrtia, čo predstavuje posun o jednu priečku vyššie v porovnaní s rokom 2000.<sup>3</sup> Konkrétne v roku 2016 bolo až 5,4% úmrtí vo svete spôsobených COPD, pričom na Slovensku to bolo 1,8% úmrtí. Ak sa však pozrieme na prevalenciu COPD, tá bola v roku 2016 na Slovensku na úrovni približne 3,5%. Toto ochorenie postihuje častejšie mužov ako ženy (prevalencia u mužov bola v roku 2016 na Slovensku 4,4%, u žien 2,6%) a prevažne vyššie vekové kategórie (u pacientov do 50 rokov bola prevalencia v roku 2016 na Slovensku len menej ako 1%, u 50-70 ročných 6,7% a u pacientov nad 70 rokov až 11,4%).<sup>4</sup> Okrem toho COPD výrazne prispieva aj k znižovaniu strednej dĺžky života. Výskumy potvrdzujú, že tento pokles je výraznejší u pacientov vo vyššom štádiu COPD. Aktívny fajčiar s ťažkým alebo veľmi ťažkým stupňom závažnosti COPD stratí v priemere až 5,8 roka života v dôsledku

---

<sup>1</sup> Hájková, M., et al. (2018). Chronická obštrukčná choroba pľúc. Národné smernice pre prevenciu a terapiu 2018. ISBN 978-80-972941-1-3.

<sup>2</sup> [http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)](http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd)) [2018-10-16]

<sup>3</sup> <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> [2018-10-08]

<sup>4</sup> <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/> [2018-10-05]

tohto ochorenia, zatiaľ čo pri pacientoch, ktorí nikdy nefajčili je to 1,3 roka. Dopad ochorenia na dĺžku života je však u každého jedinca individuálny.<sup>5</sup> V poradí ochorení podľa počtu stratených rokov života (DALYs - *Disability Adjusted Life Years*) bola celosvetovo COPD v roku 2016 na 8. mieste (na Slovensku 17. miesto), čo je oproti roku 1990 posun o 4 priečky vyššie, z 12. miesta (na Slovensku 22. miesto v roku 1990).<sup>4</sup>

Primárnym preventabilným rizikovým faktorom vzniku COPD je fajčenie (aktívne aj pasívne), avšak ďalšími významnými rizikovými faktormi sú znečistenie vonkajšieho ovzdušia (najmä v urbánných oblastiach, kde je zvýšený výskyt zdrojov znečistenia ovzdušia, ako sú doprava, priemysel a iné), znečistenie vnútorného ovzdušia (spôsobené používaním tuhých palív v domácnostiach), vystavenie chemikáliám, ale aj socioekonomický stav obyvateľov, časté infekcie dolných dýchacích ciest počas detstva a genetická predispozícia.<sup>2, 6</sup>

V našej analýze sa z dôvodu dostupnosti vhodných a plošne dostupných dát pre celé územie Slovenska zameriavame primárne na indikátory znečistenia vonkajšieho ovzdušia, konkrétne koncentrácie PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, CO a SO<sub>2</sub>. Sekundárne však sledujeme aj socioekonomický status jednotlivca, ktorý tiež zohráva pri COPD významnú úlohu. Sociálne slabší jednotlivci majú výrazne vyššie riziko vzniku COPD alebo hospitalizácie z dôvodu tohto ochorenia, nezávisle od fajčenia a pohlavia.<sup>7, 8</sup> Nižšie príjmové skupiny obyvateľov zároveň vykazujú vyššiu závažnosť ochorenia a väčšie fyzické funkčné obmedzenia.<sup>9</sup>

## 1.1 Chronická obštrukčná choroba pľúc a znečistenie vonkajšieho ovzdušia

Najzávažnejším environmentálnym rizikovým faktorom, ktorý spájame s COPD je znečistenie vonkajšieho ovzdušia, konkrétne zvýšená koncentrácia prachových častíc PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>10</sub> v ovzduší. Tieto častice majú najväčšie zastúpenie v rámci všetkých znečisťujúcich látok v ovzduší, ľahko prenikajú do dýchacích ciest a spôsobujú závažné respiračné problémy, medzi nimi najmä zníženie funkčnosti pľúc, ktoré vedie až k COPD.<sup>10, 11, 12</sup>

---

<sup>5</sup> Shavelle, R. M., et al. (2009). Life expectancy and years of life lost in chronic obstructive pulmonary disease: findings from the NHANES III Follow-up Study. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, 4, 137.

<sup>6</sup> Sama, S. R., et al. (2017). Environmental triggers of COPD symptoms: a case cross-over study. *BMJ open respiratory research*, 4(1), e000179.

<sup>7</sup> Prescott, E., et al. (1999). Socioeconomic status, lung function and admission to hospital for COPD: results from the Copenhagen City Heart Study. *European Respiratory Journal*, 13(5), 1109-1114.

<sup>8</sup> Yin, P., et al. (2011). Prevalence of COPD and its association with socioeconomic status in China: findings from China Chronic Disease Risk Factor Surveillance 2007. *BMC Public Health*, 11(1), 586.

<sup>9</sup> Eisner, M. D., et al. (2011). Socioeconomic status, race and COPD health outcomes. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 65(1), 26-34.

<sup>10</sup> Lim, S. S., et al. (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The lancet*, 380(9859), 2224-2260.

Medzi sekundárne environmentálne rizikové faktory zaradujeme aj zvýšené koncentrácie oxidov dusíka (NO<sub>x</sub>), oxidu uhoľnatého (CO) a oxidu siričitého (SO<sub>2</sub>). Expozícia oxidom dusíka zvyšuje riziko vzniku respiračných infekcií, inhalácia CO spôsobuje zablokovanie prúdenia kyslíka do vitálnych orgánov a oxid siričitý spolu s oxidmi dusíka môžu prispieť k tvorbe prachových častíc v ovzduší, najmä PM<sub>2,5</sub>.<sup>9, 13</sup>

V absolútnych číslach spôsobuje znečistenie ovzdušia najviac predčasných úmrtí v Číne a Indii, v prepočte úmrtí na počet obyvateľov sa však niektoré európske krajiny približujú k tým ázijským. Údaje OECD za rok 2010 naznačujú, že Slovenská republika obsadila štvrtú priečku v počte úmrtí v dôsledku znečisteného ovzdušia na milión obyvateľov za Čínou, Maďarskom a Gréckom, avšak s hodnotami veľmi blízkymi tým v Českej republike a Poľsku.<sup>14</sup> Podľa odhadov Európskej agentúry životného prostredia bolo v roku 2014 na Slovensku vystavených znečistenému ovzdušiu takmer 20% obyvateľov, čo bola štvrtá najvyššia hodnota v rámci EÚ a takmer 5% nad celoeurópskym priemerom.<sup>15</sup>

V našej analýze sa zameriavame na hodnotenie emisií PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, CO a SO<sub>2</sub> zo stredných a veľkých stacionárnych zdrojov znečistenia ovzdušia, medzi ktoré patria napríklad výroba a rozvod elektriny, teplej vody, priemyselné technologické procesy, skládky a spracovanie odpadu a ďalšie. Údaje o mobilných zdrojoch znečistenia, z ktorých prevažnú časť tvorí cestná doprava, sme z dôvodu absencie plošných dát zanedbali. Ich podiel na celkovej produkcii emisií je však v prípade prachových častíc približne 5%, pri NO<sub>x</sub> na úrovni približne 30%, pri CO približne 3% a pri SO<sub>2</sub> je to len 0,3%. Rovnako sme z analýzy vynechali dáta o emisiách z malých stacionárnych zdrojov (znečistenie pochádzajúce z domácností), ktoré predstavujú od 3% pri SO<sub>2</sub> až do približne 40% celkového objemu emisií pri prachových časticiach PM.<sup>16</sup>

Každoročné merania SHMÚ naznačujú, že emisie tuhých znečisťujúcich látok (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>), SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> a CO majú od roku 1990 klesajúcu tendenciu, pričom v posledných rokoch sa hodnoty produkovaných emisií postupne stabilizovali. Medzi najvýznamnejších

---

<sup>11</sup> Liu, S., et al. (2017). Association between exposure to ambient particulate matter and chronic obstructive pulmonary disease: results from a cross-sectional study in China. *Thorax*, 72(9), 788-795.

<sup>12</sup> Ghorani-Azam, A., et al. (2016). Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 21 (65).

<sup>13</sup> <https://www.ucsusa.org/clean-vehicles/vehicles-air-pollution-and-human-health/cars-trucks-air-pollution> [2018-10-12]

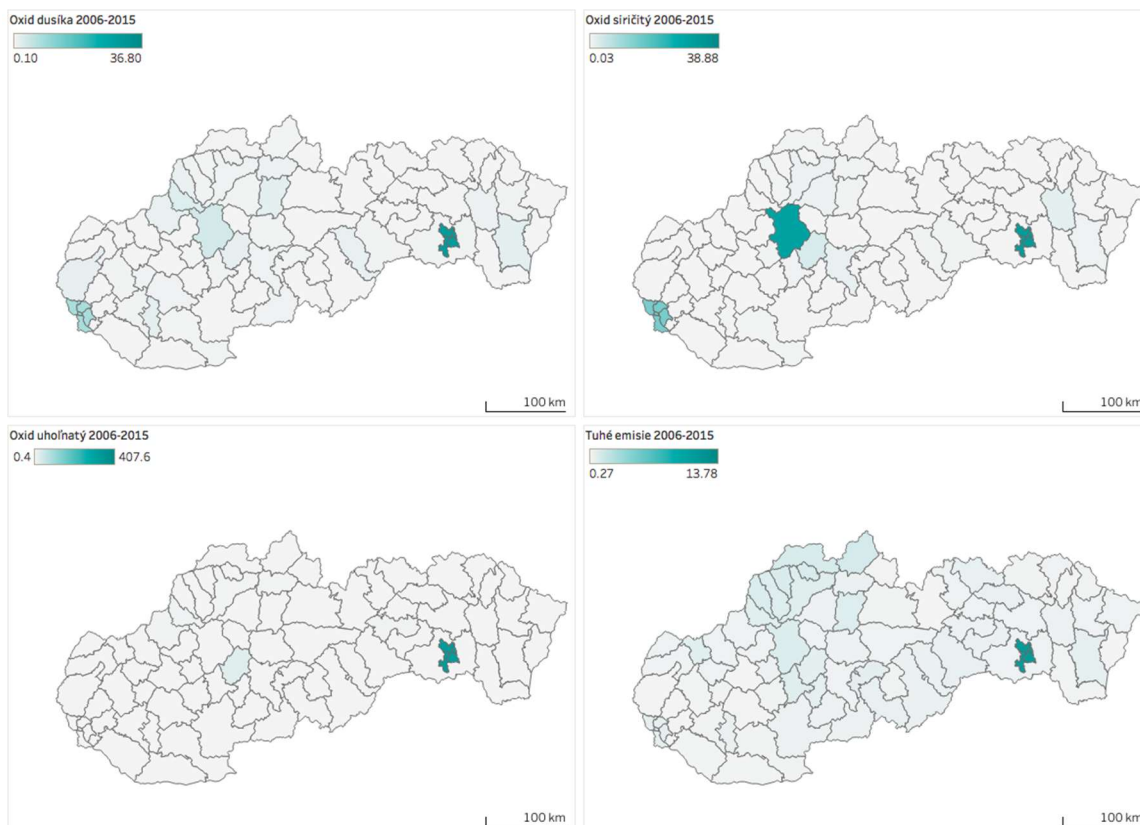
<sup>14</sup> OECD (2014), *The Cost of Air Pollution: Health Impacts of Road Transport*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264210448-en>.

<sup>15</sup> [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Exposure\\_to\\_air\\_pollution\\_by\\_particulate\\_matter\\_\(PM2.5\),\\_by\\_country,\\_2009\\_and\\_2014\\_\(microgram\\_per\\_m3\).png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Exposure_to_air_pollution_by_particulate_matter_(PM2.5),_by_country,_2009_and_2014_(microgram_per_m3).png) [2018-10-19]

<sup>16</sup> <http://datacube.statistics.sk/> [2018-10-16]

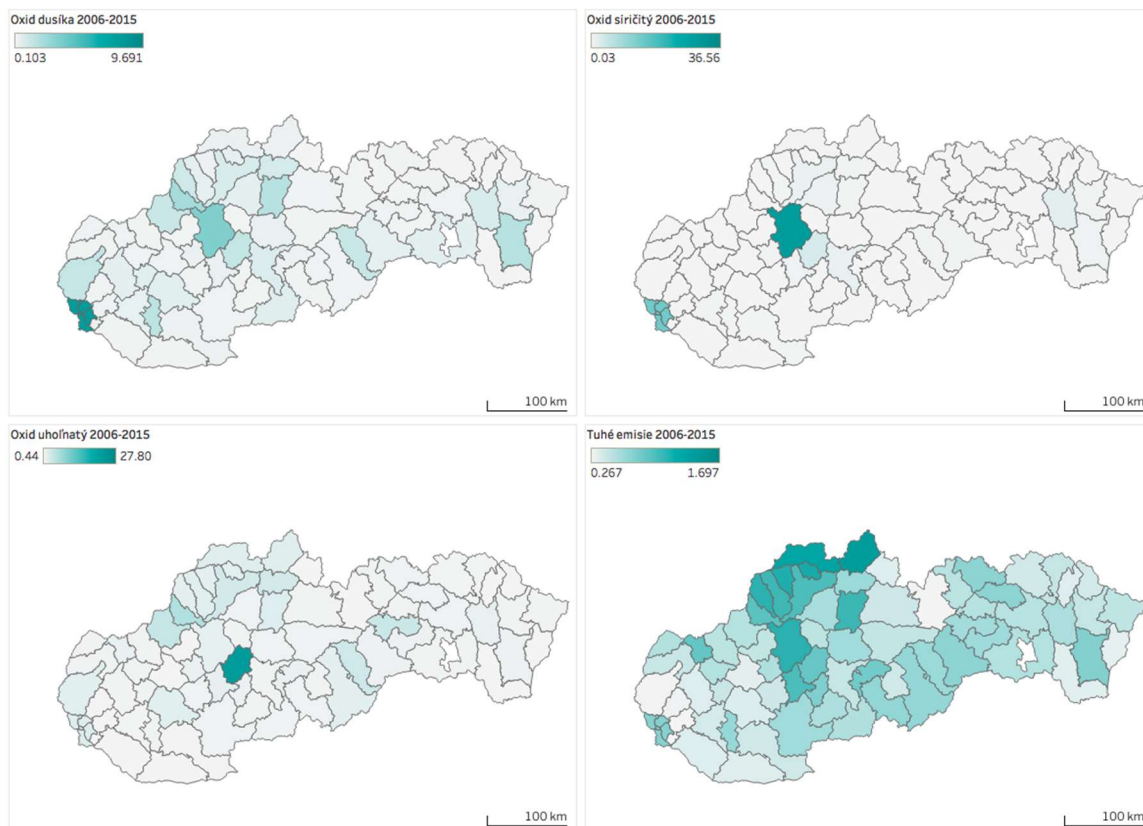
znečisťovateľov ovzdušia v SR patria U. S. Steel Košice (prvá priečka pri všetkých sledovaných znečisťujúcich látkach), Slovenské elektrárne, a. s. závod Nováky (druhá priečka pri SO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub>, tretia priečka pri PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>10</sub>) a Slovalco, a. s. v Žiari nad Hronom (druhá priečka pri CO, tretia pri SO<sub>2</sub>), čo sa odzrkadľuje aj na vysokých hodnotách emisií v okresoch, v ktorých sú lokalizované tieto stacionárne zdroje (Mapa 1-8).<sup>17</sup>

Mapa 1-4: Priemerná koncentrácia analyzovaných emisných látok za obdobie 2006 až 2015



<sup>17</sup> MŽP SR, S. H. M. Ú. (2018). Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v Slovenskej republike, 2016. MŽP SR, SHMÚ (Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, Slovenský hydrometeorologický ústav), Bratislava.

Mapa 5-8: Priemerná koncentrácia analyzovaných emisných látok za obdobie 2006 až 2015  
(bez okresov Košice I-IV)



## 2 Hypotéza a dáta

Z uvedených predpokladov môžeme očakávať, že výskyt COPD bude častejší v okresoch, ktoré sú viac ohrozené znečistením ovzdušia, v našom prípade v okresoch s vyššími priemernými nameranými hodnotami emisných látok za obdobie rokov 2006 až 2015.

Pri získavaní vstupných dát pre našu analýzu sme vychádzali z viacerých zdrojov. Na vytvorenie závislej premennej, ktorou bola prevalencia COPD v roku 2016 v okresoch Slovenskej republiky, sme použili databázu dávok ambulantnej zdravotnej starostlivosti pre zdravotné poisťovne.<sup>18</sup> Dáta použité vo finálnej analýze boli tvorené dávkami, ktoré pokrývali pacientov, ktorí v danom roku navštívili lekára s odbornosťou pneumológia a ftizeológia alebo pediatrika pneumológia a ftizeológia s diagnózou J44.

Samotná prevalencia COPD bola stanovená ako súčet prípadov v okrese na 10 000 obyvateľov daného okresu. Pre analýzu na úrovni okresov sme sa rozhodli z toho dôvodu, že ďalšie použité dáta o znečistení ovzdušia boli dostupné iba za okresy. Keďže informáciu o mieste bydliska pacienta nemáme k dispozícii, pre zabezpečenie jeho čo najpresnejšej

<sup>18</sup> Národné centrum zdravotníckych informácií (2018), <http://www.nczisk.sk> [2018-10-02]

lokalizácie sme sa rozhodli priradiť k pacientovi sídlo jeho všeobecného lekára, ktoré sme získali opäť z databázy dávok ambulantnej zdravotnej starostlivosti.<sup>18</sup> Jednotlivé počty pacientov so sídlom ich všeobecného lekára sme následne zoskupili podľa okresov a k nim sme priradili ostatné atribúty (Tabuľka 1).

Keďže COPD je ochorenie, ktoré sa vyvíja dlhšie obdobie, za účelom zohľadnenia vzťahu medzi znečistením ovzdušia a zdravotným stavom obyvateľov analyzovaných okresov boli ako nezávislé premenné použité priemerné hodnoty vyprodukovaných emisií za obdobie desiatich rokov predchádzajúcich analyzovanému roku 2016 (t. j. obdobie rokov 2006 až 2015). V našej analýze teda vychádzame z hypotézy kauzálneho vplyvu nezávislých premenných na závislú premennú (t. j. množstvo vyprodukovaných emisií v rokoch 2006 až 2015 predchádzalo prevalencii COPD v roku 2016), kde v tomto prípade podporujeme časovú súslednosť ako charakteristiku príčinnej súvislosti.<sup>19</sup>

Ako doplnkovú premennú súvisiacu so znečistením ovzdušia sme zvolili počet bodových zdrojov environmentálnych záťaží a potenciálnych environmentálnych záťaží v okrese. Spomedzi všetkých zdrojov sme zvolili iba tie, ktoré súviseli s priemyselnou činnosťou (55%; vrátane energetiky), dopravou (25%) a ťažbou nerastných surovín (20%), spolu 350 zdrojov, bez ohľadu na ich stupeň priority.<sup>20</sup>

Zo štúdií a globálnej prevalencie COPD vyplýva, že riziko vzniku tohto ochorenia je vyššie u mužov, vyšších vekových kategórií a sociálne slabších jednotlivcov. Z tohto dôvodu sme v regresných modeloch použili aj demografické a socioekonomické kontrolné premenné: podiel mužov na obyvateľstve okresu, index starnutia a index chudoby.

---

<sup>19</sup> Hill, A. B. (2015). The environment and disease: association or causation?. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 108(1), 32-37.

<sup>20</sup> <http://envirozataze.enviroportal.sk/Informacny-system> [2018-09-14]

Tabuľka 1: Zoznam použitých premenných

Premenná	Zdroj
počet pacientov	NCZI <sup>18</sup>
zvolené environmentálne záťaž a potenciálne environmentálne záťaž	Slovenská agentúra životného prostredia <sup>21</sup>
emisie tuhých znečisťujúcich látok, NO <sub>x</sub> , CO a SO <sub>2</sub> ; počet obyvateľov, index starnutia, podiel mužov na obyvateľstve	DATAcube Štatistického úradu SR <sup>22</sup>
index chudoby	INEKO <sup>23</sup>

pozn.: všetky uvedené premenné sú k roku 2016, resp. najnovší dostupný údaj; v prípade emisií analyzovaných látok sa jedná o priemer za roky 2006 až 2015

### 3 Metodológia

Pre analýzu dostupných dát sme použili zlomkovú logistickú regresiu (*fractional outcome logistic regression*) z toho dôvodu, že závislá premenná (prevalencia chorôb) nadobúda hodnoty od 0 po 1 (resp. od 0 po 10 000, pokiaľ berieme do úvahy prevalenciu na 10 000 obyvateľov).<sup>24</sup> Výhodou tohto typu modelu oproti viacnásobnej lineárnej regresii je, že predikované hodnoty zostanú v definovanej škále [0,1], čo pri lineárnej regresii garantované nie je (napr. predpovedané hodnoty prevalencie by mohli byť nižšie ako 0).

Pre otestovanie predstavených hypotéz bolo v štatistickom programe StataIC/15.0 kalkulovaných niekoľko modelov, ktoré sú bližšie opísané v nasledujúcej kapitole, spoločne s výsledkami analýzy (pre súhrnný prehľad výsledkov pozri Tabuľka 2).

### 4 Modely a výsledky analýzy

Z dôvodu vysokej vzájomnej lineárnej asociácie medzi nezávislými premennými opisujúcimi znečistenie ovzdušia (t. j. koncentrácie PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, CO a SO<sub>2</sub>) a pre zachovanie podmienky lineárnej nezávislosti vysvetľujúcich premenných v regresných modeloch sme sa rozhodli vytvoriť samostatné modely pre každú z testovaných znečisťujúcich látok.

Za účelom zohľadnenia celkovej úrovne znečistenia ovzdušia bol vytvorený model s indexom pozostávajúcim z normalizovaných hodnôt (t. j. medzi 0 a 1) jednotlivých

<sup>21</sup> <http://www.sazp.sk> [2018-08-14]

<sup>22</sup> <http://datacube.statistics.sk> [2018-10-11]

<sup>23</sup> [www.ineko.sk/file\\_download/1119](http://www.ineko.sk/file_download/1119) [2018-09-12]

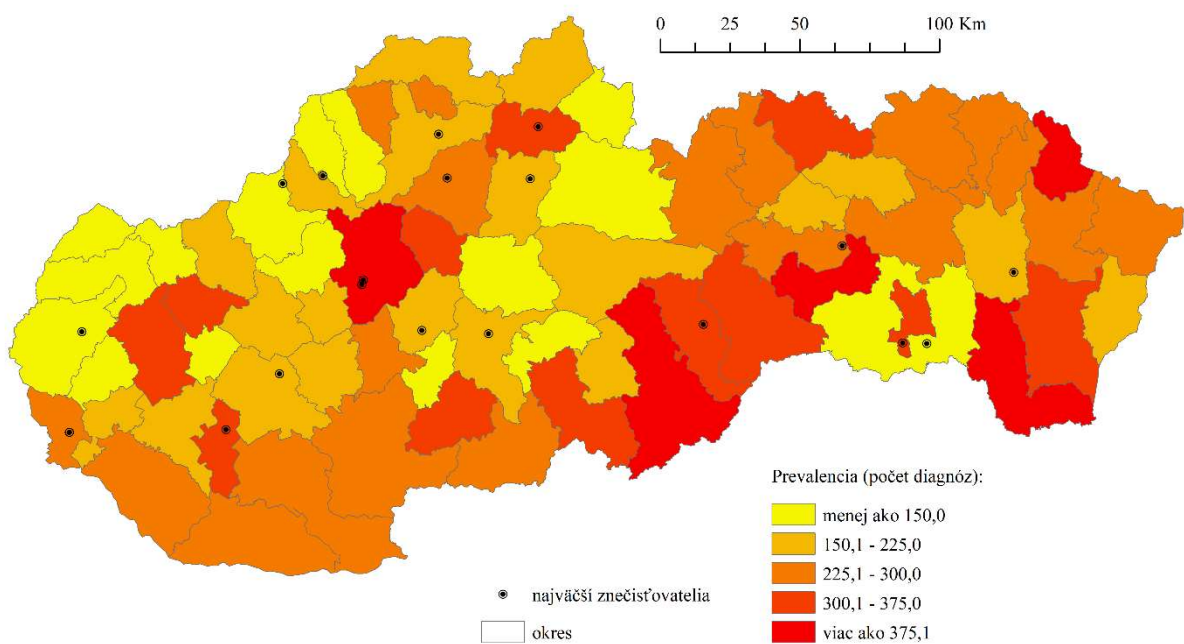
<sup>24</sup> Papke, L. E., & Wooldridge, J. M. (1996). Econometric methods for fractional response variables with an application to 401 (k) plan participation rates. *Journal of applied econometrics*, 11(6), 619-632.



znečisťujúcich látok. Tieto hodnoty boli spojené lineárnou agregáciou do indexu znečistenia ovzdušia pre analyzované okresy po vzore Thach et al. (2018).<sup>25</sup>

V roku 2016 bola najvyššia prevalencia COPD (683,3 pacientov na 10 000 obyvateľov) zaznamenaná v okrese Medzilaborce. Vysoké hodnoty mali takisto okresy Trebišov, Prievidza, Rimavská Sobota a Gelnica (Mapa 9). Naopak najnižšia prevalencia (len 58,2 pacientov na 10 000 obyvateľov) bola nameraná v okrese Košice - okolie.

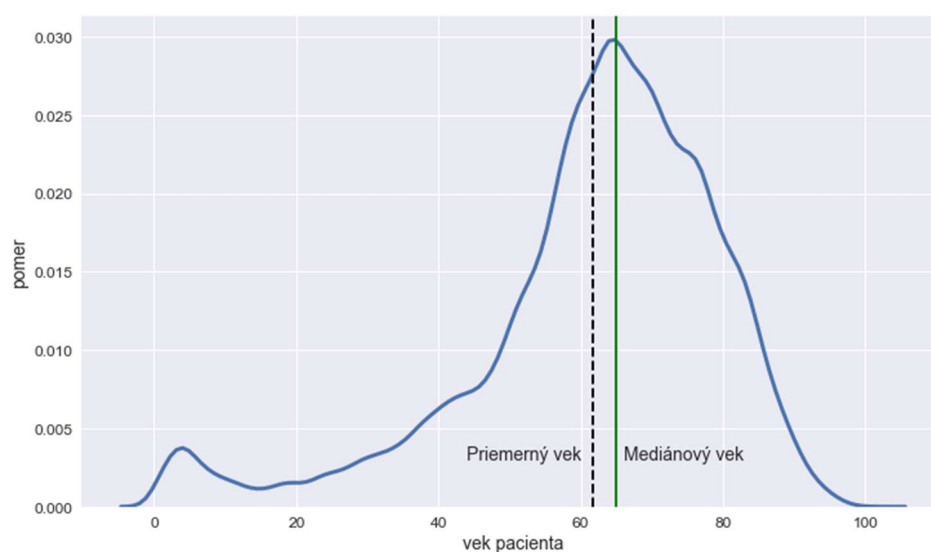
Mapa 9: Prevalencia chronickej obštrukčnej choroby pľúc na 10 000 obyvateľov v okresoch SR v roku 2016



Analýza vekovej štruktúry pacientov potvrdila, že chronická obštrukčná choroba pľúc je častejšia u jednotlivcov s vyšším vekom (Graf 1). V roku 2016 bol priemerný vek pacientov s COPD 61,8 rokov, zatiaľ čo medián bol na úrovni 65 rokov. Viac ako polovica pacientov bola vo vekovej kategórii 60 až 79 rokov, deti a dorast do 19 rokov tvorili spolu len zhruba 4% diagnostikovaných pacientov. Z hľadiska štruktúry pacientov podľa pohlavia prevažovali muži so zastúpením 53%.

<sup>25</sup> Thach, T. Q., et al. (2018). A novel method to construct an air quality index based on air pollution profiles. *International journal of hygiene and environmental health*, 221(1), 17-26.

Graf 1: Vekové rozloženie analyzovaných pacientov v roku 2016



#### 4.1 Tuhé znečisťujúce látky (TZL)

V prvej časti empirickej analýzy sme sa venovali vzťahu medzi priemerným množstvom vyprodukovaných TZL ( $PM_{2,5}$  a  $PM_{10}$ ) na  $km^2$  v období medzi rokmi 2006 až 2015 a prevalenciou COPD v roku 2016. Pri jednoduchom modeli s jednou nezávislou premennou bol vzťah medzi TZL a COPD nesignifikantný na 5 percentnej signifikanej úrovni ( $p = 0,168$ ). Druhý model obsahoval aj doplnkové premenné *počet environmentálnych záťaží, index starnutia, podiel mužov, a index chudoby*. V tomto prípade vykazovali signifikantný pozitívny vzťah s prevalenciou COPD priemerné množstvo TZL ( $p = 0,017$ ) a index chudoby ( $p = 0,001$ ). Tieto výsledky naznačujú, že pri zohľadnení kontrolných socioekonomických premenných majú zvýšené množstvo TZL ako aj nepriaznivá socioekonomická situácia negatívny vplyv na prevalenciu COPD. V okrese s najvyšším znečistením TZL očakávame prevalenciu na úrovni 3,31% (CI: 2,39%, 4,22%), čo je zhruba o 1% viac v porovnaní s oblasťou s najnižším priemerným znečistením TZL (2,30%; CI: 2,05%, 2,54%).

#### 4.2 Oxid siričitý ( $SO_2$ )

V jednoduchom regresnom modeli bol vzťah medzi  $SO_2$  a prevalenciou COPD pozitívne signifikantný ( $p = 0,003$ ). Model s ďalšími premennými *počet environmentálnych záťaží, index starnutia, podiel mužov a index chudoby* taktiež potvrdil signifikantnú asociáciu medzi  $SO_2$  a prevalenciou COPD. V okrese s najvyšším znečistením  $SO_2$  očakávame prevalenciu na úrovni až 4,40% (CI: 3,04%, 5,75%) v porovnaní s 2,28% (CI: 2,05%, 2,52%)

v oblasti s najnižšou koncentráciou SO<sub>2</sub>. Zároveň, podobne ako v prípade TZL, bol index chudoby nezávisle signifikantným faktorom vplyvujúcim na výskyt analyzovanej choroby.

#### **4.3 Oxidy dusíka (NO<sub>x</sub>)**

Z dostupných dát sa nám podarilo ustanoviť nezávisle pozitívny signifikantný vzťah medzi úrovňou NO<sub>x</sub>, mierou chudoby a prevalenciou COPD na 5 percentnej signifikačnej úrovni, a to tak v jednoduchom regresnom modeli, ako aj pri použití kontrolných premenných. V oblasti s najnižšou koncentráciou oxidov dusíka môžeme v priemere očakávať výskyt COPD u 2,31% obyvateľstva (CI: 2,08%, 2,55%), v porovnaní s 3,90% (CI: 2,45%, 5,34%) v regióne s najväčším znečistením NO<sub>x</sub>.

#### **4.4 Oxidy uhoľnatý (CO)**

Asociácia medzi priemernou koncentráciou CO v tonách na km<sup>2</sup> a prevalenciou COPD bola pozitívne signifikantná v jednoduchom regresnom modeli. V modeli obsahujúcom kontrolné premenné bola nezávisle potvrdená signifikantná asociácia medzi CO a chudobou s výskytom COPD. V okrese s najnižším znečistením oxidom uhoľnatým je možné očakávať prevalenciu COPD na úrovni 2,33% (CI: 2,10%, 2,57%). Naopak očakávaná prevalencia COPD je v oblastiach s najvyššou koncentráciou CO na úrovni 3,70% (CI: 2,58%, 4,82%).

#### **4.5 Index znečistenia ovzdušia**

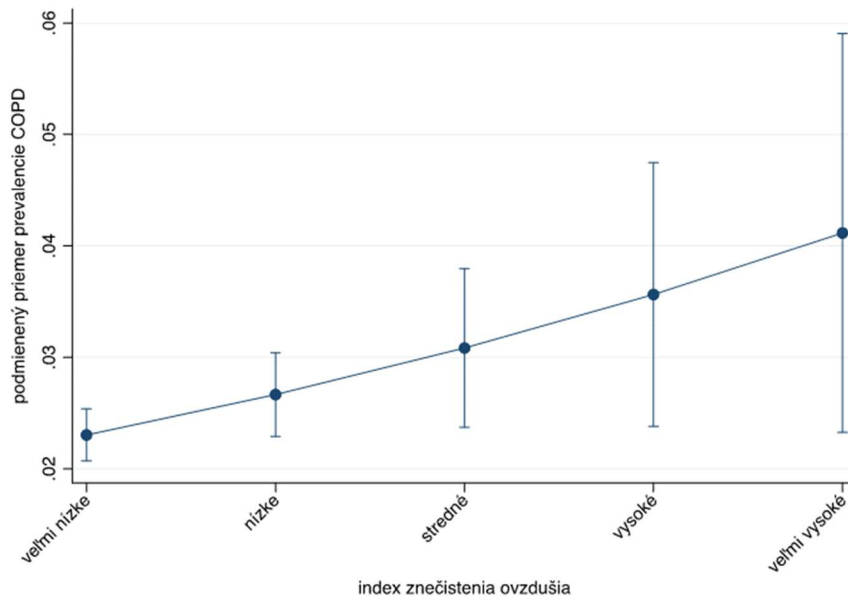
Celková úroveň znečistenia ovzdušia vyjadrená indexom súčtu normalizovaných hodnôt jednotlivých látok bola signifikantne pozitívne asociovaná s prevalenciou COPD, a to v jednoduchom regresnom modeli ( $p = 0,030$ ), ako aj po zohľadnení kontrolných socioekonomických premenných ( $p = 0,010$ ). Tieto výsledky teda naznačujú, že v oblastiach s vyššími hodnotami analyzovaných znečisťujúcich látok môžeme očakávať vyššiu prevalenciu COPD. Pomerne veľké rozpätie konfidenčného intervalu v okresoch s vysokým alebo veľmi vysokým indexom znečistenia ovzdušia však naznačuje veľkú variabilitu v hodnotách očakávanej prevalencie (Graf 2).

#### **4.6 Prevalencia COPD a index chudoby**

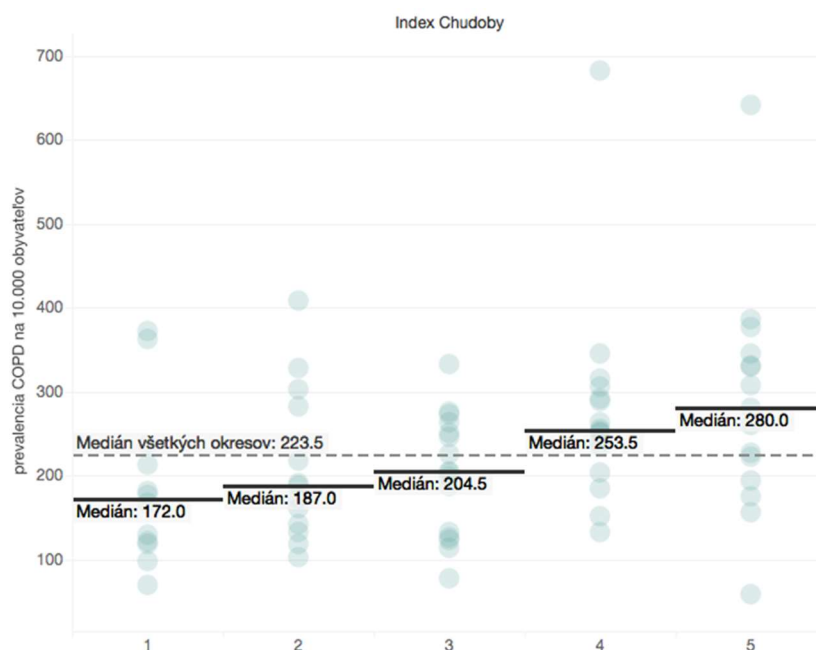
V predošlých regresných modeloch sme pozorovali silne signifikantný vzťah medzi mierou chudoby v okresoch SR a výskytom COPD. Grafické porovnanie jednotlivých kategórií ekonomickej deprivácie okresov naznačuje, že výskyt COPD je častejší v chudobnejších okresoch (Graf 3). Mediánové hodnoty prevalencie sú konštantne vyššie

v okresoch s horšou ekonomickou situáciou. Zatiaľ čo medián prevencie v okresoch najmenej ohrozených chudobou (t. j. index chudoby = 1) je len 172 pacientov na 10 000 obyvateľov okresu, v oblastiach najviac ohrozených chudobou (t. j. index chudoby = 5) je táto hodnota až 280 pacientov na 10 000 obyvateľov.

*Graf 2: Porovnanie očakávanej prevencie COPD medzi úrovňami znečistenia ovzdušia (podľa indexu kombinujúceho všetky znečisťujúce látky; s 95% konfidenčným intervalom)*



*Graf 3: Porovnanie miery chudoby s prevenciou COPD v roku 2016 (body predstavujú jednotlivé okresy)*



Tabuľka 2: Súhrnná tabuľka použitých modelov

Model	TZL	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	Index znečistenia	TZL + kontrolné premenné	SO <sub>2</sub> + kontrolné premenné	NO <sub>x</sub> + kontrolné premenné	CO + kontrolné premenné	Index znečistenia + kontrolné premenné
Premenná										
TZL	0,0142 [-0,00598, 0,0344]					0,0268* [0,00480,0,0487]				
SO <sub>2</sub>		0,0107** [0,00353,0,0179]					0,0178*** [0,00893,0,0267]			
NO <sub>x</sub>			0,00715* [0,00163,0,0127]					0,0142** [0,00414,0,0244]		
CO				0,000597*** [0,000272,0,000921]					0,000989** [0,000340,0,00164]	
Index znečistenia					0,0891811* [0,0084564, 0,1699059]					0,150** [0,0361,0,264]
Počet environmentálnych záťaží						-0,00227 [-0,0271,0,0226]	-0,0120 [-0,0338, 0,00984]	-0,00398 [-0,0284,0,0204]	-0,00221 [-0,0274,0,0230]	-0,00492 [-0,0281, 0,0183]
Index chudoby						0,162*** [0,0701,0,254]	0,172*** [0,0783,0,265]	0,165*** [0,0722,0,258]	0,162*** [0,0699,0,254]	0,166*** [0,0733,0,259]
Index starnutia						0,00330 [-0,00375, 0,0103]	0,00294 [-0,00363, 0,00952]	0,00346 [-0,00358, 0,0105]	0,00331 [-0,00371,0,0103]	0,00337 [-0,00356, 0,0103]
Podiel mužov na obyvateľstve						-4,362 [-33,59,24,86]	-5,621 [-30,45,19,21]	-2,780 [-32,45,26,89]	-3,845 [-33,29,25,60]	-3,404 [-31,97,25,16]
Pozorovania	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72

95% - konfidénčný interval v zátvorkách, p-hodnoty: \* p < 0.05, \*\* p < 0.01, \*\*\* p < 0.001

## Záver

Chronickú obštrukčnú chorobu pľúc považujeme za jedno z ochorení, ktoré je z dlhodobého hľadiska výrazne ovplyvnené kvalitou životného prostredia. Predmetom tejto analýzy bolo otestovať stanovenú hypotézu, že prevalencia COPD v sledovaných územných jednotkách rastie s rastúcou koncentráciou znečisťujúcich látok v ovzduší.

Výsledky našej analýzy naznačujú, že asociácia medzi znečistením ovzdušia a prevalenciou COPD je významná, a teda sa nám podarilo potvrdiť stanovenú hypotézu. Tieto závery sú v súlade s výsledkami predošlých štúdií, ktorých hlavným prínosom je zistenie, že riziko COPD ako aj prevalencia tejto choroby a s ňou spojená mortalita rastú so stúpajúcim znečistením vonkajšieho ovzdušia prachovými časticami, chemikáliami a výparmi z automobilov, obzvlášť pri dlhodobej expozícii environmentálnemu znečisteniu.<sup>26, 27, 28, 29</sup> Asociáciu medzi testovanými premennými však nie je možné automaticky považovať za kauzálnu, ale vzájomný vzťah medzi nimi a trend, ktorý vykazujú nie je zanedbateľný.

Z testovaných látok znečisťujúcich ovzdušie bola asociácia s prevalenciou COPD v roku 2016 najsilnejšia s priemernou koncentráciou oxidu siričitého za roky 2006 až 2015, čo takisto potvrdzuje predošlé zistenia o vplyve SO<sub>2</sub> na respiračné choroby.<sup>30</sup> V prípade tuhých znečisťujúcich látok sa však vzťah s COPD preukázal ako významný až po použití modelu s kontrolnými premennými opisujúcimi socioekonomický a demografický stav okresu.

COPD je jedným z ochorení, ktoré sú najviac ovplyvnené socioekonomickou situáciou jednotlivca. Výskum v tejto oblasti naznačuje, že po fajčení je druhým najdôležitejším faktorom vo vzťahu k tejto chorobe práve socioekonomický stav obyvateľov.<sup>31, 32</sup> V tomto ohľade naša analýza takisto poukazuje na silne významný vzťah medzi ekonomickou situáciou a výskytom COPD. Vysokú prevalenciu tak môžeme očakávať najmä v okresoch s výraznou ekonomickou depriváciou. Takéto výsledky však môžu byť do istej miery skreslené, pretože vo všeobecnosti podiel fajčiarov je vyšší v komunitách ohrozených

---

<sup>26</sup> Sama, S. R., et al. (2017). Environmental triggers of COPD symptoms: a case cross-over study. *BMJ open respiratory research*, 4(1), e000179.

<sup>27</sup> Salvi, S. S., & Barnes, P. J. (2009). Chronic obstructive pulmonary disease in non-smokers. *The Lancet*, 374(9691), 733-743.

<sup>28</sup> Schwartz, J., et al. (2016). Estimating causal effects of local air pollution on daily deaths: effect of low levels. *Environmental health perspectives*, 125(1), 23-29.

<sup>29</sup> Chiba, H., & Abe, S. (2003). The environmental risk factors for COPD--tobacco smoke, air pollution, chemicals. *Nihon rinsho. Japanese journal of clinical medicine*, 61(12), 2101-2106.

<sup>30</sup> Sunyer, J., et al. (2003). Respiratory effects of sulphur dioxide: a hierarchical multicity analysis in the APHEA 2 study. *Occupational and Environmental Medicine*, 60(8), e2-e2.

<sup>31</sup> Prescott, E., & Vestbo, J. (1999). Socioeconomic status and chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*, 54(8), 737-741.

<sup>32</sup> Gershon, A. S., et al. (2012). Chronic obstructive pulmonary disease and socioeconomic status: a systematic review. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 9(3), 216-226.

chudobou a u skupín obyvateľov s nižším príjmom.<sup>33, 34</sup> Na druhej strane však predošlý výskum dokázal vyššie riziko vzniku COPD u sociálne slabších jedincov bez ohľadu na to, či boli fajčiarmi alebo nie.<sup>35</sup>

Deskriptívne štatistiky pacientov s COPD v roku 2016 ukázali, že viac ako 50% jednotlivcov s touto diagnózou bolo vo vekovej kategórii 60 až 79 rokov a väčšinu z nich tvorili muži. Regresné modely však nepreukázali signifikantný vzťah medzi súhrnnými demografickými faktormi okresu a prevalenciou COPD. Napriek pôvodným očakávaniam sa nám nepodarilo potvrdiť, že výskyt COPD je častejší v okresoch so starším obyvateľstvom alebo v okresoch s komparatívne vyšším podielom mužov. Jednou z príčin tohto výsledku však môže byť aj generalizácia údajov na úroveň okresov.

Predstavené zistenia potvrdzujú potrebu zvýšenej pozornosti a dostupnosti zdravotnej starostlivosti najmä v oblastiach so silným znečistením ovzdušia a v okresoch s vysokou mierou chudoby.

Základnou limitáciou našej analýzy je absencia údajov o bydlisku pacienta. Sčasti sme tento problém eliminovali priradením sídla všeobecného lekára k pacientovi s diagnostikovanou COPD, avšak pri ich následnej agregácii do okresov musíme počítať s istou stratou informácií. Ako ďalší nedostatok analýzy sa javí dostupnosť dát o znečistení ovzdušia na úrovni okresov a tiež ich neúplnosť, keďže informácie o znečistení vnútorného ovzdušia alebo vonkajšieho ovzdušia z mobilných zdrojov znečistenia sme nebrali do úvahy. V neposlednom rade nebolo z dôvodu absencie plošných dát možné zohľadniť ani údaje o fajčení, ktoré zostáva hlavným determinantom vzniku COPD v rozvinutých krajinách.

Hlavným odporúčaním pre budúci výskum v tejto oblasti je zohľadnenie znečistenia ovzdušia priamo v mieste jeho vzniku, napr. na úrovni obcí alebo priamo zdroja znečistenia, čo by umožnilo presnejšie analyzovať vzťah medzi prevalenciou COPD a znečistením ovzdušia na nižšej úrovni ako sú aktuálne okresy.

*Tento dokument je druhým zo série analýz vzťahov medzi životným prostredím a zdravím človeka na Inštitúte zdravotnej politiky (IZP). V nasledujúcich analýzach sa budeme venovať infekciám dolných dýchacích ciest, ischemickej chorobe srdca a nádorovým ochoreniam vo vzťahu k znečisteniu ovzdušia a environmentálnym záťažiam.*

---

<sup>33</sup> Laaksonen, M., et al. (2005). Socioeconomic status and smoking: analysing inequalities with multiple indicators. *The European Journal of Public Health*, 15(3), 262-269.

<sup>34</sup> Hiscock, R., et al. (2012). Socioeconomic status and smoking: a review. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1248(1), 107-123.

<sup>35</sup> Prescott, E., Lange, P., & Vestbo, J. (1999). Socioeconomic status, lung function and admission to hospital for COPD: results from the Copenhagen City Heart Study. *European Respiratory Journal*, 13(5), 1109-1114.