

PREVALENCE ALERGICKÝCH ONEMOCNĚNÍ A RESPIRAČNÍCH OBTÍŽÍ U DĚTÍ V SOUVISLOSTI S KVALITOU OVZDUŠÍ V MORAVSKOSLEZSKÉM KRAJI

PREVALENCE OF ALLERGIC DISEASES AND RESPIRATORY PROBLEMS IN CHILDREN RELATED TO AIR QUALITY IN THE MORAVIAN-SILESIAN REGION

KRISTÝNA ŽEJGLICOVÁ¹, VLADIMÍRA PUKLOVÁ¹, JANA KRATĚNOVÁ¹, MAREK BRABEC¹,
MAREK MALÝ¹, MARTIN TOMEK², FILIP URBAN², RŮŽENA KUBÍNOVÁ¹

¹*Státní zdravotní ústav, Praha, Česká republika*

²*Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a. s., Praha, Česká republika*

SOUHRN

Podle výsledků několika etap šetření respiračního zdraví českých dětí prováděných v rámci Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR v minulých dvou dekádách je v Moravskoslezském kraji (MSK) prevalence respiračních alergií, opakovaných zánětů dýchacích cest i nespecifických respiračních symptomů vyšší, než je republikový průměr. Vzhledem ke zvýšenému znečištění ovzduší ve velké části tohoto kraje bylo naším cílem potvrdit předpoklad, že prevalence alergických onemocnění a respiračních obtíží dětí souvisí s prostorově variabilní kvalitou ovzduší.

K tomu byla použita metoda shlukové analýzy (rozdělení kraje na oblasti lišící se charakterem dlouhodobého znečištění ovzduší) a mnohonásobné logistické regrese (porovnání prevalence respiračních onemocnění mezi těmito oblastmi). V dalším kroku byla plošným modelováním pomocí generalizovaného aditivního modelu odhadnuta pravděpodobná prevalence respiračních alergií/onemocnění/symptomů. Podkladem pro analýzy bylo dotazníkové šetření, provedené v 18 městech MSK v roce 2015, kterého se zúčastnilo více než 7 000 dětí ve věku 5, 9, 13 a 17 let. Dlouhodobá expozice znečištěnému ovzduší byla hodnocena na základě map průměrných koncentrací suspendovaných prachových částic PM₁₀, SO₂ a oxidu dusičitého za období 2009–2013. Výsledky potvrdily předpoklad, že prevalence sledovaných respiračních onemocnění je, s výjimkou diagnostikovaného astmatu, ovlivněna prostorově variabilní kvalitou ovzduší, a přispěly k odhadu výskytu sledovaných respiračních alergií a onemocnění dětí v MS kraji.

Klíčová slova: zdraví respirační, děti, ovzduší – znečištění, Moravskoslezský kraj

SUMMARY

Repeated surveys of respiratory health among Czech children conducted by the National Institute of Public Health in the past two decades revealed a higher prevalence of respiratory allergies, recurrent respiratory infections and non-specific respiratory symptoms in the Moravian-Silesian Region (MS Region) than the national average levels. In view of the substantial pollution of large areas in that region, our aim was to examine how the prevalence of allergic diseases and respiratory symptoms in children is related to spatially variable air quality. Cluster analysis (division of the region into areas differing by the characteristics of long-term air pollution) and multiple logistic regressions (comparing the respiratory diseases prevalence among regions) were used for this purpose. In the next step, the probable prevalence of respiratory allergies/disease/symptoms was spatially modelled using the generalized additive model. The data source for the analysis was a questionnaire survey conducted in 18 MS Region cities in 2015, involving more than 7,000 children aged 5, 9, 13 and 17 years. Long-term exposure to particulate matter PM₁₀, nitrogen dioxide and sulphur dioxide was assessed on the basis of average concentration maps for the period 2009–2013. The results confirmed the assumption that the prevalence of the surveyed respiratory diseases, with the exception of diagnosed asthma, was influenced by the spatially variable air quality and contributed to the estimation of the occurrence of respiratory allergies and other diseases in children in the MS Region.

Key words: respiratory health, children, air pollution, Moravian-Silesian region

<https://doi.org/10.21101/hygiena.a1705>

Úvod

Moravskoslezský kraj (MSK) patří mezi oblasti s nejvíce znečištěným ovzduším ve střední Evropě (1). Na znečištění ovzduší velké části regionu se kromě automo-

bilové dopravy a lokálního vytápění podílejí také emise z velkých průmyslových zdrojů a dálkový přenos škodlivin z Polska.

Z výsledků studií Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve Státním zdravotním ústa-

vu v Praze vyplynulo, že výskyt respiračních alergických onemocnění včetně astmatu, opakovaných zánětů dýchacích cest i nespecifických projevů podráždění respiračního traktu je u dětí v Moravskoslezském kraji ve srovnání s celostátními údaji významně vyšší (2). Velická a kol. našli v Ostravě signifikantní zhoršení zdravotního stavu astmatiků v souvislosti s krátkodobým zvýšením znečištění ovzduší (3). Souvislost mezi dlouhodobou expozicí zvýšeným hladinám škodlivin v ovzduší a vznikem alergií není v odborné literatuře dosud považována za nezvratně prokázanou, i když některé studie takový vztah našly (4, 5). Cílem této práce bylo potvrdit předpoklad, že rozdíly ve výskytu alergických onemocnění a respiračních obtíží u dětí v rámci MSK souvisí s prostorově variabilní kvalitou ovzduší na daném území a pomocí modelu odhadnout plošnou distribuci sledovaných nemocí.

Článek navazuje na sdělení „Respirační onemocnění u dětí v Moravskoslezském kraji ve srovnání s výsledky celostátního monitoringu“, které bylo publikováno v časopise Hygiena v čísle 4, 2018 (2).

Metodika

Výskyt alergických onemocnění a respiračních obtíží u dětí byl zjišťován pomocí dotazníkového šetření, které proběhlo v 18 městech MSK v roce 2015. Data byla získána ve spolupráci s praktickými lékaři pro děti a dorost během povinných preventivních prohlídek v průběhu celého kalendářního roku. Každý ze 73 spolupracujících lékařů vybral ze své klientely celkem 120 dětí ve věku 5, 9, 13 a 17 let, vždy po 30 dětech v každé věkové kategorii (2). Informace o alergických onemocněních (astma, polinóza) poskytl dětský lékař na základě lékařské dokumentace. Každá diagnóza byla v dotazníku uvedena slovně, doplněna kódem dle MKN10 (5) a validována podrobným popisem procesu diagnostikování konkrétního případu, včetně věku dítěte při stanovení diagnózy. Respirační obtíže (bez ohledu na diagnostikovanou alergii) byly hodnoceny na základě rodičovského dotazníku. Jednalo se o časté (vyskytující se více než 5krát za rok) záněty horních cest dýchacích (HCD), časté akutní záněty průdušek (více než 3krát za rok s celkovými příznaky jako jsou teploty, dráždivý kašel nebo ztížené dýchání) a dále o respirační obtíže typu suchý kašel a projevy podráždění sliznic nosu a očí, které se u dítěte objevily v posledních 12 měsících v době mimo nachlazení nebo infekční onemocnění.

Dlouhodobé koncentrace vybraných škodlivin, kterými byly suspendované částice frakce PM_{10} , oxid dusičitý (NO_2) a čtvrtá nejvyšší 24hodinová koncentrace oxidu siřičitého (SO_2), byly stanoveny na základě map Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) vytvořených pomocí disperzních modelů. Pro tvorbu těchto map byly použity koncentrace znečišťujících látek naměřené na venkovských, městských a předměstských stanicích v regionu, a sekundární data, zejména modely transportu a rozptylu znečišťujících látek. Pro účely této studie byly využity mapy pro pětileté průměrné koncentrace období za 2009–2013 v prostorovém rozlišení 1x1 km (7).

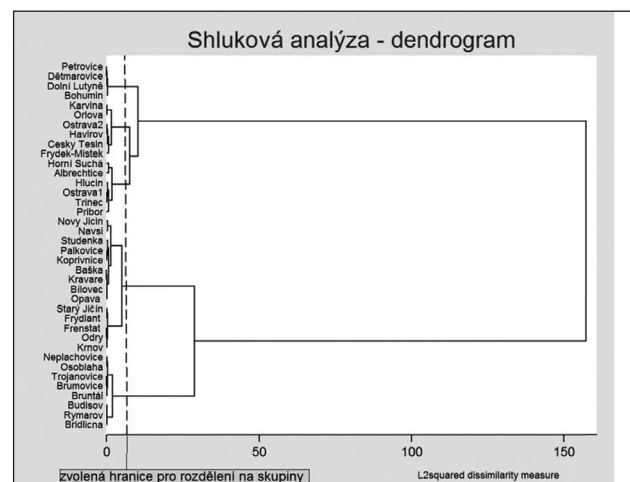
K posouzení vztahu mezi respiračním zdravím dětí a znečištěním ovzduší na imisně variabilním území MSK byla použita metoda shlukové analýzy a mnoho-

násobné logistické regrese. Nejprve byl MSK na základě shlukové analýzy rozdělen na oblasti s různým charakterem dlouhodobého znečištění ovzduší a následně byla pomocí logistické regrese porovnána prevalence respiračních onemocnění u dětí mezi jednotlivými oblastmi. Ve druhém kroku byla využita prostorová data k propojení adresních bodů bydliště dětí (účastníků se studie) s mapami dlouhodobého znečištění ovzduší pomocí geografického informačního systému (GIS) pro modelování pravděpodobnosti výskytu zdravotních jevů i v místech kraje nepokrytých šetřením.

Shluková analýza a mnohonásobná logistická regrese

Do analýz bylo zařazeno 7 419 dětí, u kterých bylo v dotazníku uvedeno místo bydliště. Seznam těchto uvedených měst a obcí byl poměrně obsáhlý (250), proto byla v prvním kroku vybrána sídla, ve kterých bydlelo více než 35 participantů studie. Pro zastavěné území takto vybraných 38 sídel byla, na základě map znečištění ovzduší popsanych v části Metodika, stanovena dlouhodobá průměrná koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{10} , oxidu dusičitého a čtvrté nejvyšší 24hod. koncentrace oxidu siřičitého. Ostrava byla vzhledem k prostorové variabilitě znečištění ovzduší na svém území rozdělena na dvě části. Na základě průměrných dlouhodobých koncentrací všech tří škodlivin byla sídla pomocí shlukové analýzy rozdělena do 5 skupin tak, aby v rámci jedné skupiny byla mezi sídly co největší podobnost charakteristik znečištění, a zároveň aby sídla spadající do různých skupin si byla podobná co nejméně (obr. 1). Spojením katastrálních území měst v dané skupině vznikly jednotlivé oblasti (obr. 3). Děti žijící v menších sídlech nezařazených do shlukové analýzy (celkem 1 338 dětí, 18 % ze souboru) byly do oblastí zařazeny jednotlivě podle polohy jejich bydliště a s přihlédnutím k imisním koncentracím v místě bydliště.

Porovnání prevalence zdravotních obtíží u dětí mezi jednotlivými oblastmi bylo provedeno pomocí mnohonásobné logistické regrese, v níž byl zohledněn věk dítěte, pohlaví, přítomnost alergie v rodině, vzdělání matky



Obr. 1: Rozdělení měst do skupin na základě dlouhodobé průměrné koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{10} , oxidu dusičitého a čtvrté nejvyšší 24hod. koncentrace SO_2 , výsledky shlukové analýzy – dendrogram s vyznačenou hranicí pro rozdělení.

a hodnocení finanční situace rodiny. Výsledky byly přepočítány na rovnoměrné zastoupení pohlaví a věkových skupin a na průměrné hodnoty dalších faktorů potenciálně ovlivňujících respirační zdraví (rodinná anamnéza, vzdělání matky, finanční situace rodiny). Procentuální výskyt diagnóz/obtíží v jednotlivých oblastech MSK je prezentován formou adjustovaných procent (s příslušnými 95% intervaly spolehlivosti: 95% CI). Pro párová porovnání jednotlivých oblastí byla použita Šidákova metoda mnohonásobného srovnávání. Testy byly prováděny na hladině významnosti 0,05.

Odhad pravděpodobnosti výskytu respiračních obtíží pomocí modelu GAM

Odhad pravděpodobnosti výskytu respiračních alergií a obtíží pomocí modelu GAM (generalized additive model) navazoval na výše popsané analýzy s cílem odhadnout pravděpodobnosti jejich výskytu i v místech kraje nedostatečně pokrytých dotazníkovým šetřením. Tento odhad byl stanoven pouze u zdravotních jevů, u kterých byl zjištěn významný rozdíl výskytu mezi oblastmi s různou mírou znečištění. Vycházelo se z individuálních dat, kdy u každého dítěte byly na základě adresy stanoveny souřadnice bydliště, ke kterým byly pomocí geografického informačního systému v prostorovém zobrazení v síti 1×1 km přiřazeny příslušné dlouhodobé koncentrace PM_{10} a NO_2 . Následně byl pomocí statistického modelu GAM logistického typu proveden odhad pravděpodobnosti výskytu konkrétní závisle proměnné (např. suchého kašle) v jednotlivých bodech sítě. Parametry modelu, který byl vyhodnocen na prostorově pravidelném gridu (území velikosti 1×1 km), byly tedy odhadnuty na základě prostorově nepravidelně rozmístěných zdravotních dat získaných dotazníkovým šetřením. Pro jednotlivá onemocnění/obtíže byly konstruovány samostatné modely, avšak s použitím vždy stejných vysvětlujících proměnných (tzv. vstupů), kterými byly souřadnice X a Y a prostorově interpolované koncentrace NO_2 a PM_{10} . Zatímco efekty koncentrací vstupovaly do modelu lineárně na logistické škále, neznámý prostorový efekt byl odhadnut neparametricky pomocí penalizovaných splinů (tento submodel dovoluje zohlednit i očekávatelnou nestacionaritu a další technické potíže). Odhady pravděpodobností v síti pak byly použity jako vstup pro

grafickou konstrukci map. Výsledné mapy zobrazují pravděpodobný výskyt daného respiračního onemocnění nebo příznaku pro konkrétní území, vyjádřený v procentech. Grafické výstupy modelu byly omezeny pouze na ty části MSK, kde byl dostatečný počet dětí ve studii a nejistota odhadu modelu byla proto přijatelná.

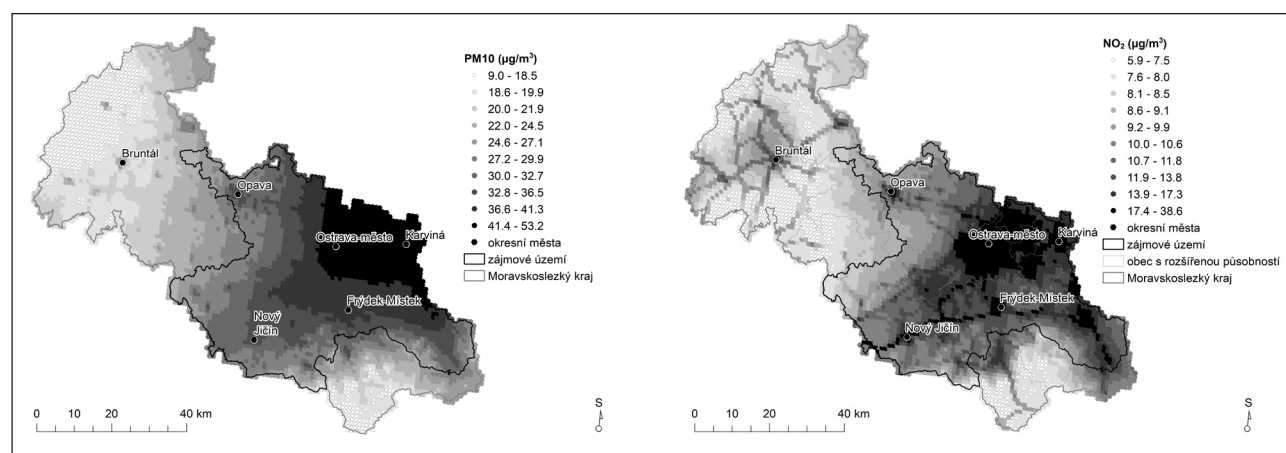
Výsledky

V rámci studie bylo získáno 7 519 dotazníků. Do shlukové analýzy a následně k hodnocení rozdílů v prevalenci respiračních onemocnění u dětí v oblastech MSK v souvislosti s kvalitou ovzduší bylo zařazeno 7 419 dotazníků, ve kterých bylo uvedeno místo bydliště (sídlo). K navazujícímu zpracování pomocí modelu GAM byla použita data ze 7 239 dotazníků s kompletní adresou (možnost stanovení souřadnic bydliště). V obou souborech bylo rovnoměrné zastoupení dětí jak z hlediska pohlaví, tak podle věkových skupin.

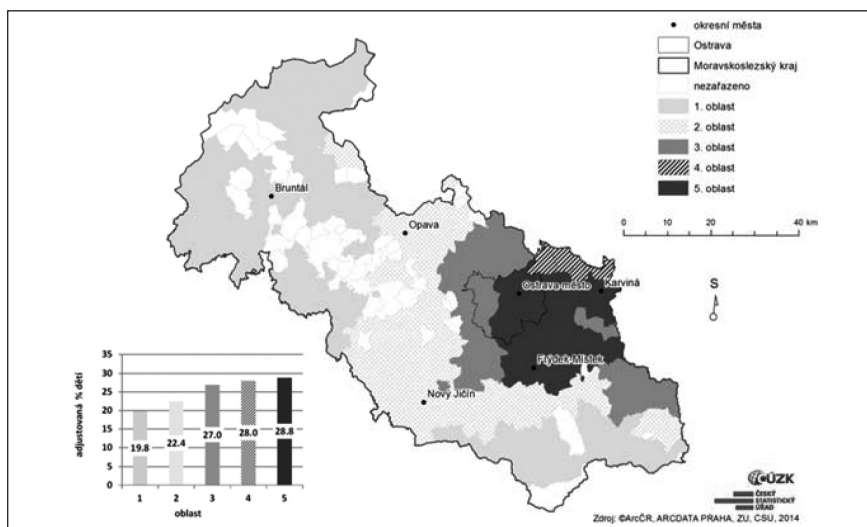
V mapách na obrázku 2 jsou v síti 1×1 km zobrazeny pětileté průměry ročních koncentrací polévatého prachu (PM_{10}) a oxidu dusičitého na území MSK (2009–2013). Pouze necelé procento dětí (59; 0,82 %) mělo průměrnou dlouhodobou koncentraci PM_{10} nižší než $20 \mu g/m^3$, u poloviny dětí (3 770; 52 %) se koncentrace pohybovala v rozmezí $20,0$ – $39,9 \mu g/m^3$ a u 3 410 dětí (47 %) to bylo $40,0 \mu g/m^3$ a více. V případě průměrných dlouhodobých koncentrací NO_2 měla v místě bydliště koncentraci v rozmezí $20,0$ – $39,9 \mu g/m^3$ necelá polovina dětí (3 377; 47 %), u ostatních byla zjištěna koncentrace nižší než $20,0 \mu g/m^3$ (3 862; 53 %).

Respirační onemocnění v oblastech kraje

Oblasti vytvořené na základě podobnosti imisních charakteristik pomocí shlukové analýzy jsou zobrazeny v mapě na obrázku 3. Oblast 1 se nachází v západní a také jižní části kraje a charakterizují ji nejnížší koncentrace škodlivin. Oblast 2 leží v centrální části kraje. Oblast 3 tvoří 2 samostatné lokality, západní polovina Ostravy (Ostrava 1) s přilehlým územím a dále Trinec a jeho okolí. Nejvíce znečištěné ovzduší je v oblastech 4 a 5. Oblast 4 představuje relativně malé území ležící na hranici s Polskem severovýchodě od Ostravy s nej-



Obr. 2: Pětileté průměry ročních koncentrací polévatého prachu (PM_{10}) a oxidu dusičitého (NO_2) na území MSK (2009–2013).

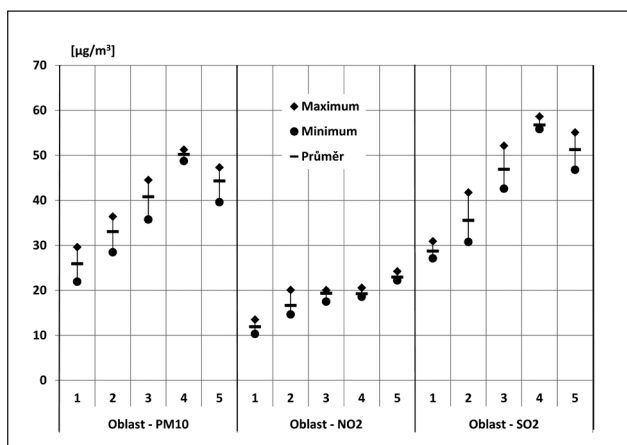


Obr. 3: Výskyt častých zánětů horních cest dýchacích (adjustovaná %) v jednotlivých oblastech MSK.

vyššími koncentracemi SO_2 a PM_{10} . Oblast 5 zahrnuje východní polovinu Ostravy (Ostrava 2) a území ležící východně a jihovýchodně od Ostravy. Tuto oblast charakterizují nejvyšší koncentrace NO_2 , což odpovídá vysoké intenzitě dopravy. Charakteristika oblastí podle míry dlouhodobého znečištění ovzduší je zobrazena na obrázku 4. Pro danou oblast jsou uvedeny průměrné hodnoty koncentrací škodlivin ze zařazených sídel a dále minimální a maximální hodnoty.

Výsledky pro sledovaná onemocnění jsou uvedeny v tabulce 1. Všechny výsledky jsou prezentovány formou adjustovaných procent. Statistická významnost rozdílů výskytu respiračních onemocnění mezi jednotlivými oblastmi je uvedena v tabulce 2.

Prevalence astmatu (J45) je jako jediná hodnocena pouze u starších dětí (9, 13 a 17 let). Důvodem je obtížné stanovení diagnózy astmatu do pěti let věku dítěte. V některých oblastech (s více znečištěným ovzduším) byl zjištěn vysoký podíl pětiletých dětí s recidivujícími bronchitidami (vedenými lékařem jako alergické onemocnění; J40) a zároveň nižší podíl stejně starých astmatiků. Důvodem mohou být odlišné diagnostické zvyklosti v rámci kraje, kdy v některých oblastech lékaři déle čekají se stanovením diagnózy astmatu a mladší děti vedou pod dg. recidivující bronchitida. Prevalence astmatu

Obr. 4: Charakteristiky* dlouhodobých průměrných koncentrací PM_{10} , NO_2 a 4. nejvyšších 24hodinových koncentrací SO_2 v sídlech dané oblasti.

*maximum, minimum a střední hodnota (aritmetický průměr)

Tab. 1: Prevalence onemocnění v oblastech MSK (adjustovaná procenta: adjustace na věk dítěte, pohlaví, přítomnost alergie v rodině, vzdělání matky a finanční situace rodiny, 95% CI)

	Onemocnění diagnostikovaná lékařem				Onemocnění/obtíže uvedené rodiči			
	Asthma*		Pylová alergická rýma		Záněty HCD		Záněty průdušek	
	OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI
Oblast 1	9,7	7,2–12,3	8,9	6,8–10,9	19,8	16,8–22,8	19,8	16,8–22,9
Oblast 2	11,5	9,7–13,3	8,2	6,9–9,4	22,4	20,4–24,5	23,6	21,5–25,7
Oblast 3	10,9	8,8–13,0	10,1	8,4–11,8	27,0	24,3–29,7	26,1	23,5–28,8
Oblast 4	11,0	8,2–13,9	13,1	10,4–15,7	28,0	24,3–31,8	28,7	25,0–32,4
Oblast 5	10,4	9,1–11,7	12,3	11,1–13,6	28,8	27,1–30,5	29,6	27,9–31,3

* astma hodnoceno u dětí ve věku 9–17 let, ostatní onemocnění ve věku 5–17 let

u starších dětí v oblastech MSK byla na úrovni 10 %, rozdíly mezi oblastmi nebyly statisticky významné.

Prevalence pylové alergické rýmy (J30.1) se pohybovala od 8 % do 13 %. Oblasti 1–3 se významně nelišily, vyšší výskyt pylové rýmy byl v oblasti 4 a 5.

V prevalenci častých akutních zánětů HCD (J00) i častých akutních zánětů průdušek (J20) byly patrné rozdíly mezi oblastmi s lepší kvalitou ovzduší (oblast 1 a 2) v porovnání s více znečištěnými oblastmi 3, 4 a 5. Časté záněty HCD se v oblastech MSK vyskytovaly v rozmezí od 20 % do 29 %, častými akutními bronchitidami trpělo v prvních dvou oblastech 12 % dětí, v třetí až páté oblasti 16 %, resp. 17 % dětí. Vizualizace výskytu častých zánětů horních cest dýchacích (HCD) je v jednotlivých oblastech MSK znázorněna v mapě na obrázku 3.

Ze symptomů vyskytujících se v době mimo akutní infekci bylo nejčtenější podráždění sliznic nosu a očí (vodnatá rýma nebo naopak pocit ucpaného nosu, svědění nebo slzení očí), které se vyskytovalo u 20–30 % dětí v jednotlivých oblastech. Suchým kašlem trpělo v jednotlivých oblastech 7–14 % dětí. Se zhoršující se kvalitou ovzduší se prevalence obou těchto projevů mezi oblastmi 1–5 zvyšovala kontinuálně.

Odhad pravděpodobnosti výskytu respiračních obtíží pomocí modelu GAM

Odhad pravděpodobnosti výskytu pomocí statistického modelu GAM byl stanoven pro pylovou alergickou rýmu (J30.1), časté záněty HCD a průdušek (J00, J20), podráždění nosu a očí mimo nachlazení a suchý kašel mimo nachlazení. U astmatu nebylo modelování provedeno, protože u dětí ve věku 9–17 let nebyly v předchozí analýze zjištěny významné rozdíly v prevalenci mezi oblastmi. Výsledky jsou prezentovány v mapách na obrázku 5, s desetistupňovou škálou s přirozeným rozdělením od nejnižší (nejsvětlejší) po nejvyšší (nejtmavší) prevalenci.

Nejvyšší odhadovaný výskyt pylové rýmy (více než 17 % ve srovnání s 13 % krajského průměru) byl podél státní hranice kraje v pásu mezi Třincem, Českým Těšínem a Karvinou, a v oblasti ležící jihozápadně od Ostravy (s centrem přibližně u města Brušperk).

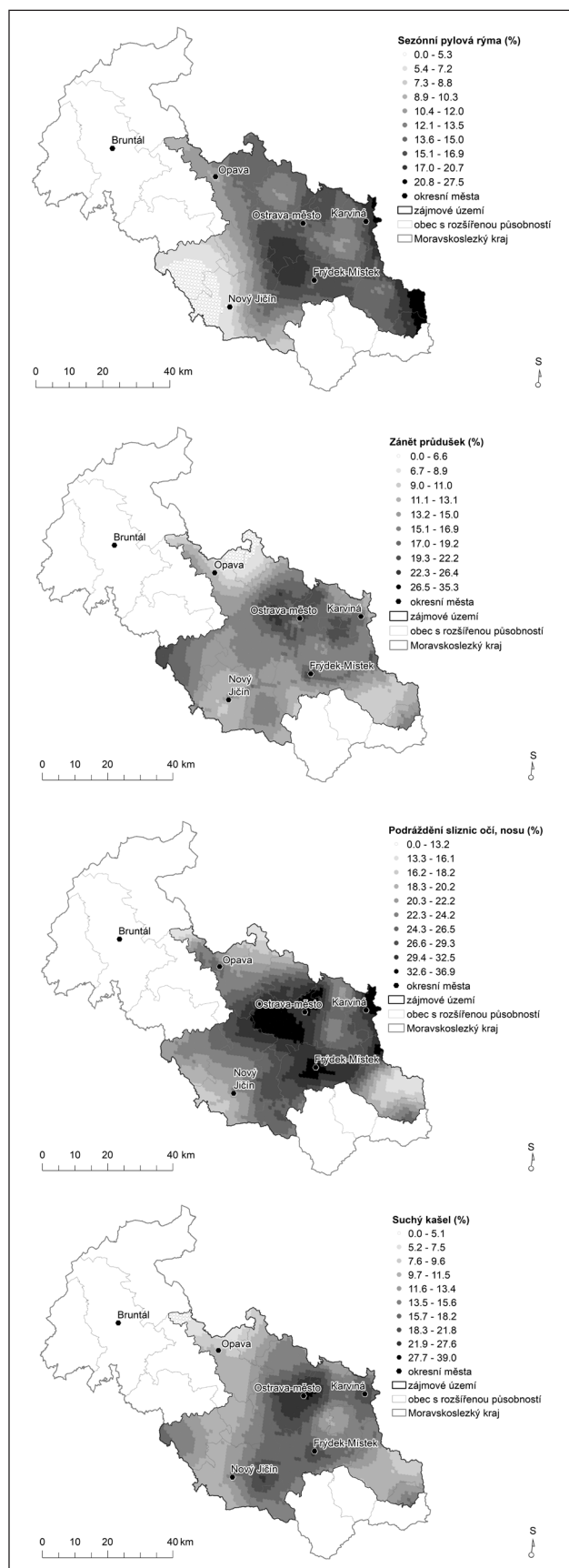
V případě častých akutních zánětů HCD a zánětů průdušek byl vyšší výskyt soustředěn do oblasti Ostravy, Havířova a okolí, a také Frýdku Místku. Odhad výskytu častých zánětů HCD dosahuje v místech s nejhorsí kvalitou ovzduší úroveň přes 35 % (krajský průměr je 28 %). Pravděpodobnost výskytu častých zánětů průdušek je v některých místech Ostravy o 10 procent vyšší, než je průměr v celém kraji (17 %).

V porovnání s průměrnou hodnotou za celý MSK (28 %) byl odhad pravděpodobnosti výskytu podráždění očí a nosu vyšší v oblasti Ostravy, Bohumína, Frýdku Místku a v pásu mezi Frýdkem Místkem, Českým Těšínem a Karvinou. Nejvyšší odhad prevalence v těchto lokalitách dosahoval přes 32 %.

Vyšší pravděpodobnost výskytu suchého kašle byla odhadnuta v oblasti Ostravy a také v centrech měst Karviná, Frýdek Místek a Kopřivnice. Odhady zde činí 22–39 %, což jsou hodnoty dvakrát až třikrát vyšší než je průměr pro kraj (14 %).

Diskuse a závěry studie

Znečištění venkovního ovzduší je považováno za významný environmentální faktor ovlivňující alergickou senzibilizaci a respirační obtíže u dětí. Vztah mezi expozicí jemným prachovým částicím PM_{10} a oxidům du-



Obr. 5: Odhad pravděpodobnosti výskytu (%) pylové alergické rýmy, častých zánětů průdušek, podráždění nosu a očí mimo nachlazení a suchého kašle mimo nachlazení, model GAM.

Tab. 2: Statistická významnost rozdílů výskytu sledovaných onemocnění a příznaků mezi oblastmi MSK, 2015 (mnohonásobná srovnávání dle Šidáka)

Oblast	Astma (věk 9–17)	Pylová alergická rýma	Záněty HCD	Záněty průdušek	Vodnatá rýma, podráždění spojivek	Suchý kašel
2 vs 1	x	x	x	x	x	x
3 vs 1	x	x	0,007	x	0,03	x
4 vs 1	x	x	0,007	x	0,003	0,021
5 vs 1	x	x	<0,001	0,023	<0,001	<0,001
3 vs 2	x	x	x	0,005	x	x
4 vs 2	x	0,003	x	x	x	x
5 vs 2	x	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,02
4 vs 3	x	x	x	x	x	x
5 vs 3	x	x	x	x	x	x
5 vs 4	x	x	x	x	x	x

x = *p* hodnota rozdílu není statisticky významná (*p* > 0,05)

síku a alergickými a respiračními symptomy byl zjištěn v průřezových i kohortových studiích (3, 8–16). Také výsledky některých metaanalýz ukazují, že expozice městským polutantům, jejímž hlavním zdrojem je obvykle doprava, přispívá ke vzniku alergických a respiračních symptomů u dětí (17–19).

Naše výsledky jsou s těmito závěry ve shodě. V oblastech s horší kvalitou ovzduší jsme našli vyšší výskyt častých zánětů dýchacích cest, nespecifických respiračních obtíží a také vyšší výskyt pylové alergické rýmy. Tato zjištění odpovídají současným znalostem o negativním vlivu PM₁₀ i NO₂ na zvýšenou reaktivitu sliznic vedoucí k zánětlivým změnám (20) a korespondují i s poklesem počtu dnů s onemocněním dýchacích cest (kašel, dušnost, pískoty) o 1,9 dne ročně na každé dítě ve věku 5–14 let při snížení koncentrace aerosolových částic frakce PM₁₀ v ovzduší o 10 µg/m³ uváděným Světovou zdravotnickou organizací (21).

Metaanalýza některých průřezových a kohortových studií, jejímž cílem bylo potvrdit kauzální vztah mezi znečištěním ovzduší a astmatem v lokalitách s rozdílnou úrovní znečištění, nenalezla vztah mezi dlouhodobou expozicí škodlivinám z ovzduší a prevalencí astmatu (19, 22). Také my jsme u astmatu pozitivní asociaci se zvolenými škodlivinami nenalezli. Možným důvodem je multifaktoriální etiologie astmatu, která vzniká u dětí převážně v atopickém terénu na základě genetické predispozice. Rozvoj onemocnění v konkrétním případě závisí vždy na působení mnoha vnějších faktorů, jako jsou vlivy prenatální, infekční (zejména virová expozice v časném dětství) na celkovém zdravotním stavu, životním stylu i životním prostředí. Relativní přínos každého z těchto faktorů ke vzniku astmatu není znám. Je pravděpodobné, že kombinace expozic těmto a dalším faktorům ve specifický čas ovlivňuje zrání imunitní odpovědi a u geneticky predisponovaných jedinců určuje, zda se bude astma rozvíjet (20). Vlivy prostředí se v naší studii ukázaly být průkaznější u izolovaných symptomů, kde je předpokládán přímý účinek škodlivin na sliznici dýchacích cest i bez souvislosti s atopickým terénem, na jehož podkladě vzniká systémové onemocnění, jako je například astma.

Při interpretaci výsledků je třeba vzít v úvahu, že posouzení kvality ovzduší bylo provedeno pouze na základe

dě tří (metoda shlukové analýzy), respektive dvou škodlivin (metoda GAM). Vybrány byly škodliviny s největším vlivem na respirační zdraví a zároveň ty, u nichž existuje dostatek relevantních údajů pro území celého kraje. Např. respirabilní frakce polévatého prachu (PM_{2,5}) nemohla být použita, protože mapy ČHMÚ pro tuto škodlivinu nejsou k dispozici. Výsledky mohly být částečně ovlivněny i nepřímým způsobem odhadem expozice škodlivinám, neboť kvalita odhadu expozice má při analýzách zásadní význam. Námi zvolenou metodou nebylo možné popsat konkrétní situaci každého dítěte, ale údaje byly dostatečné, aby charakterizovaly prostředí místa, kde dítě žije.

V odhadu míry znečištění jsme použili dlouhodobý průměr expozice pro období 2009–2013, které předcházelo průběhu studie. Tento interval pokrývá období raného dětství nejmladší sledované věkové skupiny (pětileté děti). Podle situačních zpráv o kvalitě ovzduší na území MSK se průměrná hladina ročních imisí suspendovaných částic PM₁₀ v Moravskoslezském kraji po roce 2006 zásadně nemění s výjimkou roku 2010, kdy byl roční průměr imisí ovlivněn smogovou situací počátkem roku (23). Starší věkové skupiny 13 a 17letých dětí mohly být ovlivněny méně příznivou imisní situací v období raného dětství (1998–2005), které je podle některých studií důležité pro pozdější vývoj astmatu (20, 24). Prostorová diferenciací hladin imisí v rámci lokalit nicméně zůstává konstantní. Průměrná roční hladina NO₂ na měřicích stanicích v kraji se zhruba od počátku tisíciletí pohybuje na stejné úrovni.

Účast dostatečného počtu praktických dětských lékařů v kraji – studie se zúčastnila přibližně 1/3 všech dětských lékařů v MSK (73 z 220) – zajistila početně dostačující vzorek dětské populace. Jistým problémem byly menší počty dětí v některých částech kraje. Zatímco pro provedení srovnávacích analýz (rozdělení kraje na oblasti pomocí shlukové analýzy) byly počty dětí v jednotlivých oblastech dostatečné, v případě výpočtu modelů GAM byly analýzy omezeny jen na místa s dostatečnou silou modelu (danou počtem dětí). Analýzu tedy nebylo možné provést v části kraje, která se přibližně kryje s nejméně znečištěnou oblastí definovanou první metodou.

Z odborné literatury je známo, že výskyt alergie a astmatu souvisí také se socioekonomickou úrovní zkouma-

né lokality i vlastní rodiny alergického dítěte. Ve většině studií je astma spojováno spíše s nižší socioekonomickou úrovní (25). Data z dotazníku o vzdělání matky a ekonomické situaci rodiny bylo možné využít v případě shlukové analýzy, kdy výsledky (rozdíly v prevalenci zdravotních ukazatelů) byly prezentovány jako adjustovaná procenta se zohledněním těchto socioekonomických faktorů. V případě modelování pomocí metody GAM mohly být zohledněny pouze koncentrace škodlivin, protože informace o socioekonomických ukazatelích jsme neměli k dispozici v potřebném formátu – tj. datové vrstvě.

Závěrem můžeme konstatovat, že naše výsledky potvrdily předpoklad, že v rámci MSK existují rozdíly ve výskytu sledovaných onemocnění v závislosti na kvalitě ovzduší.

Poděkování:

Rádi bychom poděkovali všem praktickým lékařům pro děti a dorost, kteří se studie zúčastnili a pracovníkům Krajské hygienické stanice Moravskoslezského kraje, jmenovitě MUDr. Heleně Šebákové a MUDr. Šárce Matlerové, bez jejichž pomoci by Studie alergických onemocnění u dětí v MSK nemohla být realizována.

LITERATURA

1. Air quality in Europe - 2017 report. EEA report, no. 13/2017. Copenhagen: European Environment Agency; 2017.
2. Kratěnová J, Žejglicová K, Puklová V. Respirační onemocnění u dětí v Moravskoslezském kraji ve srovnání s výsledky celostátního monitoringu. *Hygiena*. 2018;63(4):116-21.
3. Velická H, Puklová V, Keder J, Brabec M, Malý M, Bobák M, et al. Asthma exacerbations and symptom variability in children due to short-term ambient air pollution changes in Ostrava, Czech Republic. *Cent Eur J Public Health*. 2015;23(4):292-8.
4. Pénard-Morand C, Raherison C, Charpin D, Kopferschmitt C, Lavaud F, Caillaud D, et al. Long-term exposure to close-proximity air pollution and asthma and allergies in urban children. *Eur Respir J*. 2010;36(1):33-40.
5. Brauer M, Hoek G, Smit HA, de Jongste JC, Gerritsen J, Postma DS, et al. Air pollution and development of asthma, allergy and infections in a birth cohort. *Eur Respir J*. 2007;29(5):879-88.
6. Mezinárodní klasifikace nemocí: mezinárodní statistická klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů ve znění desáté decennální revize MKN-10. 3. vyd. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky; 1992.
7. Czech Hydrometeorological Institute. Graphic Yearbook 2014. Annex I - Detailed specification of the presented air pollution maps [Internet]. c2015 [cited 2019 Feb 11]. Available from: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/14groc/gr14e/Pril_GB.html.
8. Gauderman WJ, Avol E, Lurmann F, Kuenzli N, Gilliland F, Peters J, et al. Childhood asthma and exposure to traffic and nitrogen dioxide. *Epidemiology*. 2005;16(6):737-43.
9. Rosenlund M, Forastiere F, Porta D, De Sario M, Badaloni C, Perucci CA. Traffic-related air pollution in relation to respiratory symptoms, allergic sensitisation and lung function in schoolchildren. *Thorax*. 2009;64(7):573-80.
10. Jung DY, Leem JH, Kim HC, Kim JH, Hwang SS, Lee JY, et al. Effect of traffic-related air pollution on allergic disease: results of the children's health and environmental research. *Allergy Asthma Immunol Res*. 2015 Jul;7(4):359-66.
11. Brauer M, Hoek G, Vliet P, Meliefste K, Fischer PH, Wijga A, et al. Air pollution from traffic and the development of respiratory infections and asthmatic and allergic symptoms in children. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Oct 15;166(8):1092-8.
12. Gehring U, Wijga A, Brauer M, Fischer P, de Jongste JC, Kerkhof M, et al. Traffic-related air pollution and the development of asthma and allergies during the first 8 years of life. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;181(6):596-603.
13. Morgenstern V, Zutavern A, Cyrys J, Brockow I, Koletzko S, Krämer U, et al. Atopic diseases, allergic sensitization, and exposure to traffic-related air pollution in children. *Am J Respir Crit Care Med*. 2008;177(12):1331-7.
14. McConnell R, Islam T, Shankardass K, Jerrett M, Lurmann F, Gilliland F, et al. Childhood incident asthma and traffic-related air pollution at home and school. *Environ Health Perspect*. 2010;118(7):1021-6.
15. Patel MM, Quinn JW, Jung KH, Hoepner L, Diaz D, Perzanowski M, et al. Traffic density and stationary sources of air pollution associated with wheeze, asthma, and immunoglobulin E from birth to age 5 years among New York City children. *Environ Res*. 2011;111(8):1222-9.
16. Pénard-Morand C, Charpin D, Raherison C, Kopferschmitt C, Caillaud D, Lavaud F, et al. Long-term exposure to background air pollution related to respiratory and allergic health in schoolchildren. *Clin Exp Allergy*. 2005 Oct;35(10):1279-87.
17. Bråbäck L, Forsberg B. Does traffic exhaust contribute to the development of asthma and allergic sensitization in children: findings from recent cohort studies. *Environ Health*. 2009 Apr 16;8:17. doi: 10.1186/1476-069X-8-17.
18. Gasana J, Dillikar D, Mendy A, Forno E, Ramos Vieira E. Motor vehicle air pollution and asthma in children: a meta-analysis. *Environ Res*. 2012;117:36-45.
19. Ross Anderson H, Favaro G, Atkinson RW. Long-term exposure to air pollution and the incidence of asthma: meta-analysis of cohort studies. *Air Qual Atmos Health*. 2013 Mar;6(1):47-56.
20. Guarnieri M, Balmes JR. Outdoor air pollution and asthma. *Lancet*. 2014;383(9928):1581-92.
21. World Health Organization. Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2006.
22. Mölter A, Simpson A, Berdel D, Brunekreef B, Custovic A, Cyrys J. A multicentre study of air pollution exposure and childhood asthma prevalence: the ESCAPE project. *Eur Respir J*. 2015;45(3):610-24.
23. Moravian-Silesian Regional Authority. Situation report on air quality in the Moravian-Silesian Region for the calendar year 2014. Ostrava: TESO Ostrava; 2015.
24. Clark NA, Demers PA, Karr CJ, Koehoorn M, Lencar C, Tamburic L, et al. Effect of early life exposure to air pollution on development of childhood asthma. *Environ Health Perspect*. 2010;118(2):284-90.
25. Pawankar R, Canonica GW, Holgate ST, Lockey RF, editors. White book on allergy [Internet]. Milwaukee: World Allergy Organization; 2011 [cited 2019 Feb 11]. Available from: http://www.worldallergy.org/UserFiles/file/WAO-White-Book-on-Allergy_web.pdf.

Došlo do redakce: 3. 1. 2019

Přijato k tisku: 11. 2. 2019

*MUDr. Kristýna Žejglicová
Státní zdravotní ústav
Šrobárova 49/48
100 00 Praha 10
E-mail: kristyna.zejglicova@szu.cz*