

WPŁYW RUCHU DROGOWEGO NA POZIOM ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA ORAZ RYZYKO CHORÓB UKŁADU ODDECHOWEGO. CZ. II – ZASTOSOWANIE MODELI REGRESJI LOGISTYCZNEJ W OCENIE RYZYKA WYSTĄPIENIA CHORÓB UKŁADU ODDECHOWEGO WSKUTEK ODDZIAŁYWANIA ZANIECZYSZCZEŃ KOMUNIKACYJNYCH

ARTUR JERZY BADYDA¹, WOJCIECH LUBIŃSKI²

¹Zakład Informatyki i Badań Jakości Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Warszawska
e-mail: artur.badyda@is.pw.edu.pl

²Klinika Chorób Wewnętrznych, Pneumonologii i Alergologii, Wojtkowy Instytut Medyczny w Warszawie

Streszczenie. Praca prezentuje wyniki badań sprawności wentylacyjnej płuc przeprowadzonych w latach 2005-2006 wśród mieszkańców jednej z silnie obciążonych ruchem ulic Warszawy, przy uwzględnieniu wyników grupy kontrolnej, którą stanowili mieszkańcy obszarów pozamiejskich o niskich poziomach zanieczyszczeń powietrza. Stosując modele regresji logistycznej, oszacowano również ryzyko zachorowania z powodu przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP) przy uwzględnieniu wybranych czynników.

1. WSTĘP

Ostatnich kilkanaście lat stanowiło w Polsce okres niezwykle dynamicznego wzrostu liczby pojazdów. Od momentu wstąpienia Polski do Unii Europejskiej rocznie sprowadza się ponad 800 000 pojazdów, a w roku 2008 do Polski trafiło milion samochodów, w większości z krajów UE. W sytuacji tej, przy jednoczesnym nieznacznym wzroście długości sieci drogowej, znacznemu zwiększeniu uległo natężenie ruchu pojazdów, zaczęły pojawiać się również coraz częściej problemy ze sprawnym obsłużeniem generowanego ruchu. Szczególnie problem sprawnego obsługiwanego ruchu pojazdów zaznacza się w aglomeracjach miejskich, co skutkuje licznymi niekorzystnymi efektami dla środowiska miejskiego. W publikacjach traktujących m.in. o zanieczyszczeniu powietrza spowodowanym ruchem pojazdów [1-2] przeważa opinia, iż na obszarach zurbanizowanych emisja zanieczyszczeń z transportu drogowego ma największy udział w całkowitej emisji zanieczyszczeń atmosferycznych (tlenki azotu, tlenek węgla, lotne związki organiczne, pyły) na danym obszarze, ze wszystkich rodzajów źródeł. Wiele badań [2-5] wskazuje, iż różnego rodzaju substancje, będące składowymi produktami spalania paliw płynnych w silnikach pojazdów mechanicznych, stanowią zagrożenie dla zdrowia, a nawet życia człowieka.

Mazowiecki Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska podaje [1], że w Warszawie niemal 90% emisji tlenku węgla, prawie 60% emisji pyłów PM₁₀ oraz bez mała 50% emisji tlenków azotu, stanowi emisja ze źródeł liniowych, a więc w zasadzie z ruchu drogowego. W centralnych dzielnicach miasta udział ruchu drogowego w emisji tych zanieczyszczeń przekracza znacząco 90%. Z kolei w skali Polski, jak podaje Główny Urząd Statystyczny [6],

transport odpowiada za ponad 30% całkowitej emisji NO_x , ponad 13% emisji niemetanowych lotnych związków organicznych, niemal 20% emisji CO oraz prawie 13% emisji pyłów.

Wyniki pomiarów i modele regresji wielokrotnej, przedstawione w 1. części publikacji, stanowią podstawę do przypuszczeń, że osoby mieszkające w pobliżu ruchliwych ciągów komunikacyjnych są silniej narażone na niekorzystny wpływ zanieczyszczeń komunikacyjnych w porównaniu z osobami zamieszkującymi obszary pozamiejskie.

Próba zweryfikowania tej hipotezy były pilotowe (kontynuowane obecnie na większą skalę) badania sprawności wentylacyjnej mieszkańców Warszawy oraz osób zamieszkujących tereny pozamiejskie, przeprowadzone w latach 2005-2006. Zebrane wyniki posłużyły (z użyciem modeli regresji logistycznej) do oszacowania ryzyka zachorowania z powodu przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP). Wyniki modelowania wskazują, na poziomie istotności $p < 0,05$, że ryzyko zachorowania wśród niepalących osób mieszkających w sąsiedztwie ruchliwej ulicy jest ponad 4-krotnie większe w porównaniu z mieszkańcami terenów niezurbanizowanych. Wśród osób palących czynnik związany z miejscem zamieszkania okazuje się być statystycznie nieistotny.

2. WPLYW ZANIECZYSZCZEŃ KOMUNIKACYJNYCH NA SPRAWNOŚĆ WENTYLACYJNĄ OSÓB MIESZKAJĄCYCH W POBLIŻU RUCHLIWYCH ULIC

Coraz więcej wyników badań wskazuje, że emisje zanieczyszczeń z pojazdów mechanicznych na terenie dużych aglomeracji miejskich, mogą odgrywać zasadniczą rolę w zwiększaniu częstości występowania astmy oskrzelowej i przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP), a w etiologii POChP, obok palenia tytoniu, wśród najważniejszych czynników ryzyka wymienia się także zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego [7-9].

W Europie Środkowo-Wschodniej nie prowadzono dotąd badań nad długotrwałym oddziaływaniem zanieczyszczeń komunikacyjnych na zdrowie ludzi. Pewne wstępne wyniki, przytaczane w niniejszej publikacji, wskazują na konieczność kontynuowania podobnych programów badawczych w warunkach polskich.

2.1. Charakterystyka materiału badawczego

W latach 2005-2006, według ustalonego uprzednio harmonogramu, przeprowadzono czynnościowe badania płuc wśród 823 osób, mieszkających wzdłuż Al. Niepodległości, w sąsiedztwie komunikacyjnej stacji monitoringu jakości powietrza. Badania prowadzono wspólnie ze specjalistami chorób płuc z Wojskowego Instytutu Medycznego w Warszawie. Wynik badania spirometrycznego obejmował zmienne:

- FVC (Forced Vital Capacity – natężona pojemność życiowa) – objętość powietrza, jaką badana osoba wydycha podczas natężonego wydechu po maksymalnym powolnym wdechu;
- FEV₁ (Forced Expiratory Volume during the First Second of Expiration – natężona pierwszosekundowa objętość wydechowa) – objętość powietrza, jaką badana osoba wydycha w pierwszej sekundzie natężonego wydechu;
- PEF (Peak Expiratory Flow – przepływ szczytowy) – maksymalna szybkość przepływu osiągnięta podczas natężonego wydechu;
- FEF₅₀ (Forced Expiratory Flow at 50% of FVC – natężony przepływ odpowiadający 50% pojemności życiowej) – szybkość przepływu powietrza w środkowej fazie wydechu;
- FEV₁%FVC wskaźnik odsetkowy objętości FEV₁ odniesionej do aktualnej natężonej pojemności życiowej (tzw. wskaźnik pseudo-Tiffeneau).

W przypadku nieproporcjonalnego obniżenia natężonej pierwszosekundowej objętości wydechowej w stosunku do aktualnej pojemności życiowej rozpoznaje się obturację (zwięźlenie) oskrzeli [10]. Zwięźlenie oskrzeli należy rozpoznać, gdy $FEV_1\%FVC$ przyjmuje wartości mniejsze od 70%, przy czym obturację uznaje się za łagodną, gdy jednocześnie wartość $FEV_1 \geq 80\%$ wartości należnej. Wówczas gdy wartość należna FEV_1 znajduje się w przedziale między 50% a 79%, stwierdza się umiarkowaną obturację, zaś gdy jest ona mniejsza od 50%, świadczy to o ciężkiej formie zwięźlenia oskrzeli.

Po usunięciu wyników badań trudnych do oceny (osób obecnie leczonych z powodu astmy lub POChP oraz niewspółpracujących z lekarzem podczas badania) ostatecznie analizie poddano 750 wyników badań, w tym 333 kobiet oraz 417 mężczyzn. Badanie objęło 512 osób niepalących oraz 238 palących w wieku od 14 do 90 lat (średnio $50,9 \pm 19,7$). Cechy antropometryczne w każdej z analizowanych grup miały rozkład normalny.

Grupę kontrolną stanowiły wyniki badań uzyskane wśród 756 osób (423 kobiety oraz 333 mężczyzn), mieszkańców obszarów nieurbanizowanych (29 miejscowości z różnych obszarów Polski). Badania prowadzono z zastosowaniem tej samej metodyki i z użyciem tych samych urządzeń w analogicznych miesiącach (okres letni) w latach 2003÷2004. W badaniu wzięło udział 445 osób niepalących oraz 311 palących w wieku od 18 do 85 lat (średnio $47,8 \pm 14,3$). Cechy antropometryczne w każdej z analizowanych grup miały rozkład normalny.

Na podstawie danych prezentowanych przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska we wszystkich miejscowościach, w których prowadzono badania grupy kontrolnej, stwierdzono, że stężenia (określone dla celów ochrony zdrowia ludzi) w przypadku tlenku węgla, ditlenku azotu, pyłów PM_{10} oraz benzenu (średnioroczne stężenia w roku 2004) były niższe aniżeli poziomy tych zanieczyszczeń rejestrowane przez stację monitoringu w Al. Niepodległości w Warszawie.

2.2. Wpływ zanieczyszczeń powietrza na wartości wskaźników spirometrycznych u osób niepalących

Grupa osób niepalących objęła w sumie 512 mieszkańców Warszawy (w tym 249 kobiet i 263 mężczyzn) oraz 445 mieszkańców terenów nieurbanizowanych (w tym 274 kobiety i 171 mężczyzn). Badane osoby cechowały prawidłowe średnie wartości należne poszczególnych wskaźników spirometrycznych, zarówno w grupie osób zamieszkujących obszary pozamiejskie, jak i wśród mieszkańców Warszawy. Stwierdzono jednak istotne różnice pomiędzy grupami. W grupie badanej natężona pierwszosekundowa objętość wydechowa (FEV_1), natężony przepływ śródwydechowy (FEF_{50}) oraz wskaźnik pseudo-Tiffeneau ($FEV_1\%FVC$) są istotnie statystycznie niższe w porównaniu z grupą kontrolną, co potwierdził test t-Studenta (hipoteza o równości średnich wartości wskaźników została odrzucona na poziomie $p < 0,05$). Z kolei natężona pojemność życiowa (FVC) oraz przepływ szczytowy (PEF) osiągają w grupie kontrolnej niższe wartości w porównaniu z mieszkańcami Warszawy. Wartości FEV_1 , FEF_{50} (będące wskaźnikami drożności oskrzeli) oraz $FEV_1\%FVC$ są szczególnie istotne dla oceny potencjalnych zmian chorobowych. Obniżenie tych parametrów świadczy o zaburzeniu przepływu powietrza przez drogi oddechowe, a więc o obturacji oskrzeli. Z kolei obniżone wartości FVC oraz PEF nie wskazują wprost na obecność zmian chorobowych, a sytuacja taka świadczyć może np. o niedostatecznej współpracy badanej osoby z lekarzem. Nie ma ona jednak znaczenia klinicznego. Różnice pomiędzy wartościami poszczególnych wskaźników czynności oddychania prezentuje tabela 1.

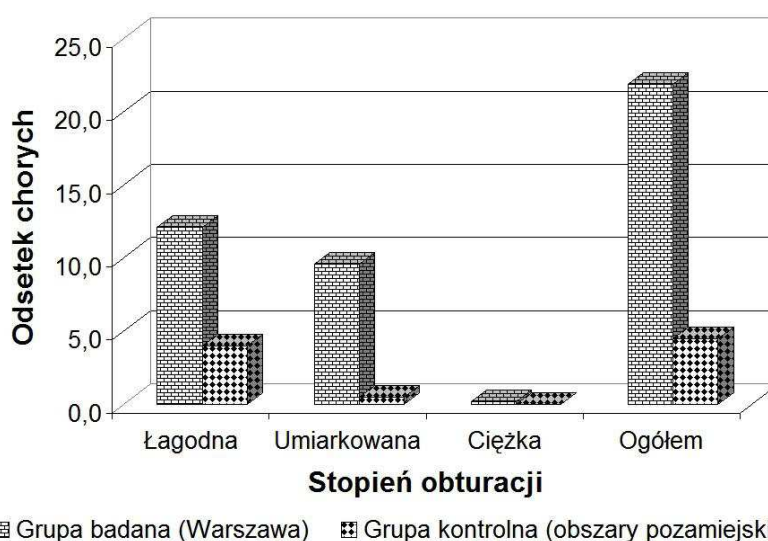
Tabela 1 Wartości średnie i odchylenia standardowe wartości należnych badanych wskaźników spirometrycznych w grupie osób niepalących z Warszawy (grupa badana) oraz obszarów pozamiejskich (grupa kontrolna)

Wskaźnik	Grupa badana	Grupa kontrolna	Poziom istotności
	% wartości należnej		
FEV ₁	100,43 ± 17,95	103,49 ± 15,06	p<0,05
FVC	109,51 ± 15,82	102,85 ± 15,37	p<0,05
PEF	100,58 ± 21,47	96,25 ± 18,13	p<0,05
FEF ₅₀	88,62 ± 36,67	100,56 ± 28,87	p<0,05
FEV ₁ %FVC	97,59 ± 10,95	106,36 ± 11,13	p<0,05

W celu wykazania wpływu zanieczyszczeń powietrza na poszczególne osoby w każdej z badanych grup obliczono odsetek osób z zaburzeniami przepływu powietrza przez układ oddechowy z uwzględnieniem stopnia ich zaawansowania. Ze względu na normalny charakter rozkładu badanych wskaźników, istotność różnic pomiędzy odsetkami osób z zaburzeniami przepływu powietrza przez drogi oddechowe analizowano, stosując test różnic pomiędzy dwoma wskaźnikami struktury, na podstawie którego wykazano, iż hipotezę o równości odsetków należy odrzucić przy $p<0,05$ w przypadku łagodnej i umiarkowanej postaci obturacji. W przypadku ciężkiej odmiany nie było podstaw do odrzucenia takiej hipotezy, co wynika z niewielkiej liczby stwierdzonych przypadków. Wyniki analiz wskazują, że wśród osób niepalących, mieszkających wzdłuż ciągu komunikacyjnego o znacznym natężeniu ruchu:

- odsetek badanych z zaburzeniami oddychania jest niemal 5-krotnie większy w porównaniu z mieszkańcami obszarów pozamiejskich;
- największe różnice dotyczą umiarkowanej postaci obturacji, której częstość występowania wśród mieszkańców Warszawy stwierdzano prawie 20-krotnie częściej aniżeli w grupie kontrolnej;
- łagodną obturację u osób mieszkających wzdłuż ruchliwej ulicy stwierdzano 3-krotnie częściej w porównaniu z mieszkańcami terenów pozamiejskich.

Graficzną ilustrację wyników obliczeń przedstawia rys. 1.



Rys. 1 Odsetek osób niepalących z zaburzeniami przepływu powietrza przez drogi oddechowe w grupie badanej i kontrolnej, z zaznaczeniem stopnia rozwoju choroby

Ze względu na fakt, iż pełne wyniki badań osób obciążonych nałogiem palenia nie zostały tu zaprezentowane, warto zwrócić uwagę na wynik analizy (test t-Studenta), która wykazała, że brak jest podstaw do odrzucenia hipotezy o równości wskaźnika FEV₁ w grupie badanej i kontrolnej. Wskazuje to na brak statystycznie istotnych różnic w wartościach tego wskaźnika. Zatem można stwierdzić, że palenie tytoniu i inhalowanie zanieczyszczeń powstających w strefie żarzenia papierosa stanowią czynniki znacznie bardziej obciążające aniżeli zanieczyszczenia powietrza.

2.3. Ocena narażenia na zachorowanie ze względu na czynniki zewnętrzne – zastosowanie modeli regresji logistycznej

Jak już wspomniano, wartości wskaźników czynnościowych oddychania pozwalają na stwierdzenie bądź wyeliminowanie obturacji dróg oddechowych u badanej osoby, a podstawowym kryterium jest tu wskaźnik pseudo-Tiffeneau (FEV₁%FVC). Na podstawie wyników badania każdej osobie można zatem przypisać zmienną typu dychotomicznego, w zależności od stwierdzenia lub braku występowania obturacji oskrzeli. Przy uwzględnieniu zmiennych niezależnych, takich jak wiek, płeć, obciążenie nałogiem palenia oraz miejsce zamieszkania, poszukiwano zatem powiązania, podobnego do funkcji regresji, prawdopodobieństwa wystąpienia obturacji. W tego typu analizach nie jest możliwe zastosowanie regresji wielokrotnej, stosuje się natomiast regresję logistyczną.

Regresja logistyczna jest pewnym modelem matematycznym, który może zostać zastosowany do opisu wpływu zmiennych niezależnych na dychotomiczną zmienną zależną [12]. W ogólności model ten przedstawiony jest w równaniu 1, przy założeniu, że Y oznacza zmienną zależną o przykładowych wartościach: 0 – nie wykazuje objawów POChP (FEV₁%FVC ≥ 70%), 1 – wykazuje objawy POChP (FEV₁%FVC < 70%):

$$P(Y = 1 | x_1, x_2, \dots, x_k) = \frac{e^{\left(a_0 + \sum_{i=1}^k a_i x_i\right)}}{1 + e^{\left(a_0 + \sum_{i=1}^k a_i x_i\right)}} \quad (1)$$

gdzie:

$a_i, i=0, \dots, k$ – współczynniki regresji

x_1, x_2, \dots, x_k – zmienne niezależne

Poza oszacowaniem współczynników regresji i ich statystycznej istotności w modelu logistycznym uwzględniony został dodatkowy parametr – iloraz szans. Wykorzystuje on pojęcie szansy zdefiniowanej jako stosunek prawdopodobieństwa wystąpienia pewnego zjawiska, np. choroby, do prawdopodobieństwa, że zjawisko to nie wystąpi. Do obliczenia ilorazów szans dla badanych grup, pod uwagę wzięto dwie zmienne dychotomiczne:

- miejsce zamieszkania badanych osób (osoby zamieszkujące przy ruchliwej ulicy w Warszawie i na obszarach pozamiejskich);
- występowanie objawów POChP (osoby wykazujące objawy POChP i niewykazujące symptomów choroby).

Estymację parametrów modeli przeprowadzono osobno dla całej przebadanej zbiorowości jak też z uwzględnieniem podziału na osoby niepalące i obciążone nałogiem palenia tytoniu. Przedstawione modele logistyczne zawierają zmienne niezależne, które w wyniku analizy okazały się być istotne statystycznie (przy $p < 0,05$). Stosunek iloczynu poprawnie

zaklasyfikowanych przypadków do iloczynu przypadków zaklasyfikowanych niepoprawnie w każdym z modeli osiągnął wartości zdecydowanie przewyższające 1, co oznacza klasyfikację o wiele lepszą od przypadkowej klasyfikacji. Dla każdego z modeli wyliczone również zostały ilorazy szans dla jednostkowej zmiany analizowanych parametrów, które zestawiono w tabelach prezentujących wyniki estymacji. Wartość testu dobroci dopasowania chi-kwadrat (χ^2) dla różnicy między przedstawionymi modelami a modelem tylko z wyrazem wolnym jest wysoce istotna statystycznie ($p < 0,0001$), co świadczy o tym, iż występujące w modelach zmienne niezależne istotnie wpływają na możliwość zachorowania. Wartości estymatorów parametrów modeli są również istotne statystycznie ($p < 0,05$).

Postać modelu dla wszystkich uwzględnionych przypadków przedstawia równanie 2:

$$P(X) = \frac{e^{-6,608+0,075 \cdot \text{WIEK}-0,528 \cdot \text{PLEC}+0,780 \cdot \text{PAL}+1,014 \cdot \text{ZAM}}}{1 + e^{-6,608+0,075 \cdot \text{WIEK}-0,528 \cdot \text{PLEC}+0,780 \cdot \text{PAL}+1,014 \cdot \text{ZAM}}} \quad (2)$$

gdzie:

$P(X)$ – prawdopodobieństwo warunkowe, że zmienna Y (z równania 1) przyjmie wartość 1 dla wartości zmiennych niezależnych x_1, x_2, \dots, x_k

WIEK – wiek badanej osoby [lata]

PLEC – płeć osoby – zmienna dychotomiczna: mężczyzna (PLEC=0), kobieta (PLEC=1)

PAL – obciążenie nałogiem palenia – zmienna dychotomiczna: niepalący (PAL=0), palący (PAL=1)

ZAM – miejsce zamieszkania – zmienna dychotomiczna: grupa kontrolna (osoby z terenów pozamiejskich, ZAM=0), grupa badana (mieszkańcy Warszawy, ZAM=1)

Tabela 2 prezentuje zestawienie wartości estymatorów parametrów powyższego modelu oraz ilorazy szans dla jednostkowych zmian poszczególnych parametrów.

Tabela 2 Wybrane wyniki estymacji parametrów modelu regresji logistycznej dla całej badanej zbiorowości

	Zmienna			
	WIEK	PLEĆ	PAL	ZAM
Wartość estymowanego parametru	0,075	-0,528	0,780	1,014
Poziom istotności	<0,05			
95% przedział ufności dla parametrów	0,063÷0,087	-0,862÷-0,193	0,412÷1,142	0,659÷1,369
Iloraz szans dla jednostkowej zmiany parametru	1,07	0,59	2,18	2,76
95% przedział ufności dla ilorazu szans	1,06÷1,09	0,42÷0,82	1,52÷3,13	1,93÷3,93

Zaprezentowane wyniki wskazują, że palenie tytoniu zwiększa ponad 2-krotnie ryzyko wystąpienia zaburzeń przepływu powietrza przez oskrzela, co jest w zasadzie równoważne z zachorowaniem na przewlekłą obturacyjną chorobę płuc (POChP), zaś fakt zamieszkiwania wzdłuż ruchliwego ciągu komunikacyjnego (w porównaniu z terenem niezurbanizowanym) powoduje wzrost tego ryzyka niemal 3-krotnie. Mężczyźni są 1,7-krotnie ($0,59^{-1}$) bardziej narażeni na zachorowanie w porównaniu z kobietami.

Analogiczne modele wykonano osobno dla grupy osób niepalących i palących, w celu przeanalizowania wpływu miejsca zamieszkania na prawdopodobieństwo zachorowania z powodu POChP. Podobnie jak w całej przebadanej zbiorowości wśród osób niepalących

ryzyko zachorowania z powodu POChP rośnie z wiekiem i jest 2,1-krotnie większe wśród mężczyzn. Osoby mieszkające w sąsiedztwie ruchliwego ciągu komunikacyjnego są ponad 4-krotnie bardziej narażone na wystąpienie obturacji w porównaniu z mieszkańcami terenów niezurbanizowanych.

W grupie osób palących wpływ płci na prawdopodobieństwo rozwoju choroby okazał się nieistotny, zaznaczył się natomiast, poza wiekiem, niewielki, acz istotny statystycznie dodatni wpływ masy ciała. Parametr związany z miejscem zamieszkania jest statystycznie nieistotny, co wskazuje, że wpływ miejsca zamieszkania na prawdopodobieństwo zachorowania z powodu POChP nie odgrywa tak istotnej roli. Potwierdza to zaprezentowane wcześniej wyniki, zgodnie z którymi różnica średnich wartości jednego z najważniejszych wskaźników czynnościowych oddychania (FEV_1) pomiędzy mieszkańcami aglomeracji miejskiej a grupą kontrolną również okazała się statystycznie nieistotna. Zebrane wyniki badań wskazują, że wzrost ryzyka wystąpienia obturacji wśród osób palących wynika przede wszystkim z samego faktu palenia tytoniu.

3. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przedstawione wyniki wskazują, że wśród osób mieszkających w sąsiedztwie zatłoczonej arterii komunikacyjnej Warszawy notuje się kilkukrotnie wyższy odsetek przewlekłej obturacyjnej choroby płuc w porównaniu z próbą kontrolną. Jakkolwiek nie można z całą pewnością wykluczyć, iż inne, nie wzięte pod uwagę czynniki ryzyka wpływają na zwiększony odsetek przypadków POChP wśród osób zamieszkujących tereny wzdłuż ruchliwych szlaków komunikacyjnych (co można wywnioskować z wyników modelowania), to jednak przytaczane w niniejszej pracy wyniki badań wskazują na znaczącą rolę zanieczyszczeń powietrza w rozwoju chorób przebiegających ze zwężeniem oskrzeli (głównie POChP). Istotne statystycznie różnice w wartościach średnich i odsetku osób z obturacją oskrzeli pomiędzy mieszkańcami terenów pozamiejskich a osobami zamieszkującymi w sąsiedztwie ruchliwych ulic wskazują na wpływ zanieczyszczeń atmosferycznych. Fakt ten potwierdza po części model logistyczny, z którego wynika wzrost prawdopodobieństwa wystąpienia zwężenia oskrzeli wśród osób palących tytoń i osób starszych. Przede wszystkim jednak dowodzi wzrostu ryzyka zachorowania z powodu POChP wraz ze stopniem narażenia na wpływ zanieczyszczeń komunikacyjnych – jest ono wśród osób niepalących ponad 4-krotnie większe w grupie mieszkańców terenów miejskich położonych w bezpośrednim sąsiedztwie ruchliwej ulicy w porównaniu z mieszkańcami obszarów pozamiejskich.

Konkludując, przyjąć należy, że uzyskane wyniki na podstawie zaproponowanych modeli nie odwzorowują w pełni rzeczywistości, choć wskazują na znaczny i statystycznie istotny wpływ zamieszkiwania przy ruchliwym ciągu komunikacyjnym na zwiększone ryzyko zachorowania z powodu POChP. Wynika z tego w sposób jednoznaczny zasadność kontynuowania rozpoczętych badań, które powinny objąć liczniejszą grupę oraz uwzględniać inne potencjalne czynniki, których obecność może wpływać na rozwój przewlekłej obturacyjnej choroby płuc. Spełniając postulaty zwiększenia liczebności i objęcia badaniem większej liczby czynników, oczekiwać należy zdecydowanej poprawy precyzji identyfikacji w zakresie rozpoznania czynników chorobogennych. Badania takie są obecnie kontynuowane przez autorów pracy.

LITERATURA

1. Stan środowiska w województwie mazowieckim w 2006 roku. Raport Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Warszawie. Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa, 2007
2. Liping X., Yaping S.: „Modelling of Traffic fFlow and Air Pollution Emission with Application to Hong Kong Island”. *Environmental Modelling & Software* 20/2005
3. Chłopek Z.: Główne problemy modelowania emisji substancji szkodliwych dla środowiska z silników spalinowych. Komitet Transportu PAN. „MODES” Modelowanie systemów energetycznych z silnikami spalinowymi – konferencja naukowa dla uczczenia 70-lecia Profesora Mariana Cichego. Gdańsk, 2001
4. Merkisz J.: Ekologiczne problemy silników spalinowych. Tom I. Poznań : Wyd. Pol. Poznańskiej, 1998
5. Ming-Ho Yu: *Environmental Toxicology. Impacts of Environmental Toxicants on Living System*. Washington : Lewis Publishers 2001
6. Ochrona środowiska 2006 : informacje i opracowania statystyczne. Warszawa :GUS, 2006.
7. Lubiński W., Chciałowski A.: Zanieczyszczenia powietrza a czynność układu oddechowego. „Polskie Archiwum Medycyny Wewnętrznej” 2003, 110(1), s. 783-788
8. Kim J.J., Smorodinsky S., Lipsett M., Singer B.C., Hodgson A.T., Ostro B.: Traffic-Related Air Pollution near Busy Roads. “*American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*” 2004, 170, p. 520–526
9. Schikowski T., Sugiri D., Ranft U., Gehring U., Heinrich J., Wichmann E.H., Kraemer U.: Long-Term Air Pollution and Living Close to Busy Roads Are Associated with COPD in Women. “*Respiratory Research*” 2005, 6, p.152-177
10. Zieliński J., Górecka D., Śliwiński P.: *Przewlekła obturacyjna choroba płuc*. Warszawa : Wyd. Lekarskie PZWL, 1998.
11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 czerwca 2002 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów niektórych substancji w powietrzu, alarmowych poziomów niektórych substancji w powietrzu oraz marginesów tolerancji dla dopuszczalnych poziomów niektórych substancji (Dz.U. 2002/87/796)
12. Stanisław A.: *Przystępny kurs statystyki z wykorzystaniem programu STATISTICA PL na przykładach z medycyny*. Tom II. Kraków : StatSoft Polska, 2000

**TRAFFIC INFLUENCE ON THE LEVEL OF AIR POLLUTANTS
CONCENTRATION AND RISK OF RESPIRATORY TRACT DISEASES.
PART II LOGISTIC REGRESSION MODELS APPLICATION TO THE
RISK ASSESSMENT OF TRAFFIC RELATED AIR POLLUTANTS
INFLUENCE ON RESPIRATORY SYSTEM DISEASES**

Summary. The article presents the pulmonary function test results made in 2005-2006 among the inhabitants of one of the most busy roads in Warsaw, Poland. The results of tests made among rural area citizens (where the air pollutants concentrations were lower) were also taken into consideration. The rural area inhabitants were the control group. Using the logistic regression models, the risk of chronic obstructive pulmonary disease (COPD), taking selected factors into account, was also evaluated.