

Published in final edited form as:

Przeegl Epidemiol. 2008 ; 62(0 1): 112–121.

Badania Ekologiczne Ryzyka Zachorowań Na Kleszczowe Zapalenie Mózgu W Polsce-Omówienie Metody

Paweł Stefanoff¹, Ewa Staszewska¹, Zbigniew Ustrnul², Justyna Rogalska¹, Aleksandra Łankiewicz¹, and Magdalena Rosińska¹

¹ Zakład Epidemiologii Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego - Państwowego Zakładu Higieny, *Kierownik:* prof. dr hab. Andrzej Zieliński

² Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, *Kierownik:* prof. dr hab. Bolesław Domański

Abstract

W pracy omówiono metodologię aktualnie prowadzonych badań ekologicznych kleszczowego zapalenia mózgu (kzm) na terenie Polski. W celu oceny wpływu zróżnicowanych czynników rodowiskowych, klimatycznych oraz społecznych na występowanie kzm w różnych regionach Polski zostanie przeprowadzona wieloczynnikowa analiza statystyczna na poziomie gmin dla lat 1999-2006.

Słowa kluczowe

kleszczowe zapalenie mózgu; epidemiologia; model ekologiczny

Wprowadzenie

Kleszczowe zapalenie mózgu (kzm) jest chorobą wirusową przenoszoną przez kleszcze *Ixodes ricinus* (1, 2). Wirus przekazywany jest pomiędzy zakazonymi stadiami kleszczy, transowarialnie, jak również może przenosić się pomiędzy kleszczami od żywymi si równocześnie na jednym gospodarzu. Rezerwuarem wirusa są drobne gryzonie oraz, w mniejszym stopniu, duże ssaki. Wirus namnaża się w organizmach gryzoni w czasie posiłków kleszczy. W celu wytworzenia wystarczającej liczby kopii wirusa umożliwiającej szerzenie się choroby wśród ludzi, na jednym gryzoniu musi żyć jednocześnie wiele zakazonych larw wraz z nimfami (3). W ten sposób namnożone patogeny przechodzą do przewodu pokarmowego kleszczy, gdzie przebywają u niego w ich gruczołach linowych. Ludzie zakażają się głównie na skutek ukłucia zakazonych kleszczy lub spożycia niepasteryzowanego mleka wieńców zakazanych zwierząt hodowlanych. Objawy choroby są bardzo zróżnicowane - od przebiegu bezobjawowego do ciężkich postaci zapalenia mózgu z porażeniami nerwów i utratą przytomności. W większości przypadków choroba ma łagodny przebieg, jednak obserwuje się wieloletnie następstwa neurologiczne i psychiatryczne.

Zachorowania na kzm mają w Polsce ograniczony zasięg terytorialny, co jest uwarunkowane szeregiem czynników. Prawdopodobne przyczyny zwiększenia częstości kzm na określonych terenach można podzielić na trzy grupy:

1. Czynniki sprzyjające rozwojowi populacji kleszczy: zmiany zachodzące w zagospodarowaniu terenu, w szczególności przekształcanie pól uprawnych w ugory i tereny leśne, aktualne zmiany klimatyczne, inne czynniki wpływające na głównych żywicieli kleszczy - małe i średnie ssaki.

2. Czynniki sprzyjające namnażaniu się wirusa na danym terenie: optymalne warunki dla utrzymywania się licznej populacji gryzoni, współistnienie odpowiednich warunków klimatycznych w kolejnych sezonach.
3. Czynniki sprzyjające kontaktom kleszczy z ludźmi: popularne tereny rekreacyjne, korzystne warunki pogodowe, status społeczno-ekonomiczny wpływający na częstsze przebywanie na wolnym powietrzu oraz dostępność szczepionki.

Autorzy planują przeprowadzić kompleksową analizę czynników wpływających na ryzyko zachorowania na kzm. Sytuacja epidemiologiczna kzm w Polsce różni się od sytuacji w krajach śródziemnych, ponieważ zachorowania są systematycznie zgłaszane na bardzo ograniczonych terenach kraju. Wiele więc może wnieść szczegółowe porównanie grupy czynników które warunkują zarówno występowanie zachorowania na niektórych terenach, jak i brak zachorowania w innych, niekiedy sąsiadujących regionach. Szczególnie wiele wnieść może analiza czynników mogących wpływać na pojawienie się zachorowania w miejscach, w których zachorowania nie było przez wiele lat. W celu przeprowadzenia tej analizy konieczne będzie skonstruowanie modelu matematycznego, tzw. modelu ekologicznego, który będzie analizował zależność na poziomie grupowym, a nie - indywidualnych zachorowań. Związki wykryte na poziomie ekologicznym niekoniecznie muszą odzwierciedlać zależność na poziomie indywidualnym. Z drugiej strony jednak nie da się ocenić wpływu czynników środowiskowych na zachorowania na poziomie indywidualnym. W związku z ograniczeniem terytorialnym występowania badanej choroby, zdecydowali się przeprowadzić analizę na najniższym poziomie administracyjnym, w gminach. Pozwoli to na uzyskanie wysokiej rozdzielczości planowanej analizy (ryc. 1).

W planowanym modelu zmiennymi będącymi zapadalność kzm rejestrowana w gminach ($n = 2489$), natomiast zmiennymi wyjściowymi będą rutynowo dostępne dane uzyskane z następujących instytucji: Państwowej Inspekcji Sanitarnej, Głównego Urzędu Statystycznego, Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej oraz Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych. Badania ekologiczne były stosowane od kilkunastu lat do określenia warunków sprzyjających wzrostowi populacji kleszczy (4,5), jak również w badaniu czynników wpływających na szerzenie się zachorowania na kzm (6, 7). Wskazano z powyższych badań stosowało analizę ekologiczną do oceny wpływu pojedynczego czynnika (rodzaju lasu lub czynników meteorologicznych) na aktywność kleszczy.

Zagadnienia związane z badaniem zapadalności na kzm

Proponowany model matematyczny będzie miał na celu ocenę wpływu zmienności różnorodnych czynników środowiskowych na występowanie kzm w poszczególnych gminach. Ponieważ zachorowania na badane choroby są zdarzeniami rzadkimi, do ich badania zastosujemy rozkład Poissona. W uproszczeniu - nasz zmienną wyjściową będzie zapadalność, czyli liczba zachorowań w odniesieniu do liczby osób narażonych. Liczba zachorowań zostanie przypisana do każdej gminy w oparciu o zgłoszenia oficjalnie zarejestrowane przez Inspekcję Sanitarną w okresie roku kalendarzowego. Podstawowym mianownikiem określającym narażoną populację będzie liczba mieszkańców gminy.

Jednak w niektórych gminach w ciągu wakacji przebywa wielokrotnie więcej turystów niż samych mieszkańców. Problem ten postanowiliśmy rozwiązać poprzez utworzenie dwóch modeli:

1. Model 1: licznik: zachorowania według miejsca zamieszkania, mianownik: liczba mieszkańców gmin wg GUS;
2. Model 2: licznik: zachorowania według miejsca narażenia, mianownik: liczba mieszkańców wg GUS + liczba turystów odwiedzających gminę wg GUS.

Wpływ roślinności oraz użytkowania terenu

Roślinność występująca na danym terenie może odgrywać znaczną rolę w ocenie ryzyka zachorowania na kzm. Las dostarcza schronienia dla najważniejszych wycieli kleszczy: gryzoni, ale także rednic oraz dużych ssaków będących głównymi wycielami ich dorosłych stadiów. Ciółka leśna o optymalnej dla kleszczy wilgotności stanowi również dla nich idealne środowisko bytowania, ponieważ w czasie gorących dni mogą one znaleźć schronienie utrzymujące wysoką wilgotność. Na podstawie dotychczasowych badań (4, 6) ustalono, że następujące typy roślinności wiążą się z wysoką aktywnością kleszczy:

- obszary przejściowe między dwoma różnymi typami roślinności (ekotony) - brzegi lasów z granicami łąkami, polany, błonia nad rzekami i stawami, zagajniki z zarostami, obszary przejścia lasu liściastego w iglasty lub wysokiego w niski, obszary zarostu paprociami, jeżynami, czarnym bzu i leszczyną;
- tereny trawiaste, porośnięte niskimi krzakami;
- lasy mieszane i liściaste.

W związku z prowadzeniem analizy na poziomie ekologicznym mapy lasów o wysokiej rozdzielczości mogą służyć jedynie do uogólnienia powierzchni określonego zagospodarowania terenu do poziomu gminy. W typowych sytuacjach odsetek powierzchni gminy pokryty przez określony typ roślinności jest proporcjonalny do ryzyka zetknięcia się z nim mieszkańcy gminy. Rycina 2 schematycznie obrazuje zależności: im wyższe zalesienie gminy tym bliżej przeliczeni jej mieszkańcy mieszkają od granicy lasu. Jednak w niektórych nietypowych sytuacjach mieszkańcy różnych części gminy będą mieli różne szanse przebywania na terenie, na którym istnieje podwyższone ryzyko (8). Im większe będzie rozproszenie skupisk leśnych na terenie gminy tym bliżej przeliczeni jej mieszkańcy będą mieli do granicy lasu (ryc. 3). Najlepszym miarą rozproszenia skupisk leśnych będzie długość granic obszarów leśnych, która będzie wzrastała wraz ze zwiększeniem ich rozproszenia. W planowanej analizie postanowiono uwzględnić zarówno dane o powierzchni lasów w gminach, jak również wykorzystać ogólnopolskie mapy do wyodrębnienia długości granic lasów - terenów granicznych pomiędzy lasami a innymi formami zagospodarowania terenu - za pomocą analizy przestrzennej. Kolejnym problemem do rozwiązania jest niewielki rozmiar gmin wpływający na istotną rolę warunków panujących w siedzących gminach na mieszkańców terenów przygranicznych, którzy często stanowią znaczną część populacji. Ten problem postanowiono rozwiązać przez dołączenie warunków w siedzących gminach w analizie środowiskowych zmiennych wyjątkowych. Będzie to umożliwiała przestrzenna analiza siedzących powierzchni gmin (analiza styżności).

Na chwilę obecną uzyskanie najbardziej kompletnej informacji na temat zalesienia jednostek administracyjnych umożliwiają dane gromadzone przez Główny Urząd Statystyczny (lasów ogółem w ha) oraz mapy CORINE LandCover. Zestawienie powstałe w wyniku projektu Europejskiego CORINE obejmuje mapy wektorowe o rozdzielczości 1:100 000 zawierające klasyfikację terenu Polski przy użyciu 44 kategorii zagospodarowania terenu (m.in. obejmuje granice lasów iglastych, liściastych i mieszanych). Dużym znaczeniem może odegrać objęcie analiz typów siedliskowych lasów, które zostaną pozyskane od Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych (9) w oparciu o leśne mapy numeryczne obejmujące teren Polski w skali 1:50 000. Obejmujące powierzchnie leśne o zbliżonych warunkach siedliskowych, które wynikają z żyzności i wilgotności gleb, podobieństwa cech klimatu oraz ukształtowania terenu i jego budowy geologicznej, czyli wszystkie te czynniki, które wpływają na aktywność kleszczy. Planujemy połączyć w grupy typy siedliskowe cechujące się różnym stopniem wilgotności (tab. 1). Z powyższych różel danych, obecnie jedynie dane GUS pozwalają na pozyskanie danych dla każdego roku analizy (1999-2006),

pozostałe ródła przedstawiają stan w pewnym punkcie czasowym, bez możliwości wskazania zmian zagospodarowania terenu. W tym szczególnym przypadku dopuszczalne jest założenie niewielkiej dynamiki zmian zagospodarowania terenu i przyjęcie tych samych wartości zmiennych uzyskanych dla gmin w poszczególnych latach.

Wpływ warunków meteorologicznych

Jak wynika z przeglądu literatury, warunkom pogodowym i klimatycznym przypisuje się duży wpływ na rozwój kleszczy, a także na przebieg choroby wirusa kzm. Choć w wielu pracach wykazuje się znaczne korelacje pomiędzy warunkami meteorologicznymi a kzm, to jednak wiadomo, że związek ten nie jest bezpośredni. Według badań eksperymentalnych potwierdzonych obserwacjami terenowymi, szybkie jesienne ochłodzenie sprzyja rozpoczęciu hibernacji dużej liczby larw, które nie zdążyły po wywielczeniu z jaj w okresie letnim. Jeżeli temu towarzyszyło szybkie ocieplenie wczesną wiosną, duże ilości nie napitych larw i nimf błądziły na gryzoniach, w organizmie gospodarzy wirus uległ amplifikacji i w tym czasie wystarczająco dużo, aby nimfy oraz dorosłe postaci kleszczy mogły zakażać ludzi (3). Jednak sama obecność zakażonych kleszczy nie wystarcza do wzrostu częstości zakażeń u ludzi. W razie niekorzystnych warunków pogodowych w danym okresie, ludzie nie będą odwiedzali miejsc erowania zakażonych kleszczy.

W następstwie współpracy z Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej uzyskane zostaną pomiary meteorologiczne uśrednione dla każdej gminy za pomocą analiz przestrzennych, polegających na interpolacji rozkładu przestrzennego wartości pomiarów ze stacji meteorologicznych. Metody krigingu, krigingu resztowego oraz regresji wielokrotnej zostaną wykorzystane na podstawie dotychczasowych do wiadomości współautora (10). Rycina 4 obrazuje sposób przenoszenia interpolowanych danych z mapy Polski na poszczególne gminy. W wstępnej fazie rozpatrywano dane meteorologiczne z rozdzielczością dobową. Były to dane o temperaturze powietrza (średniej dobowej, maksymalnej i minimalnej), sumie dobowej opadu, wysokości pokrywy śnieżnej, wilgotności względnej. Jednak po wstępnych analizach zdecydowano się uwzględnić tylko dane dotyczące temperatury powietrza i opadów atmosferycznych. Jednocześnie dane te uśredniono dla okresów dekadowych (10-dniowych), które pozwoliły ustalić czy współwystępowanie określonych warunków klimatycznych w szeregu dekad ma wpływ na wzrost lub spadek zapadalności kzm w poszczególnych gminach. Z powodu ogromnej liczby pomiarów w całym roku będzie konieczne przeprowadzenie wstępnych analiz eksploracyjnych zwizualizacji warunkami w dekadach oraz zapadalności na kzm. Końcowy model będzie zawierał jedynie informacje o wstępnie wytypowanych dekadach. Wpływ czynników klimatycznych na zachowania ludzi (przebywanie w lesie) będzie wymagał osobnego rodzaju analizy szeregów czasowych, a więc uwzględniającej datę zachorowania dla każdego przypadku kzm (z odpowiednim przesunięciem czasowym uwzględniającym okres inkubacji choroby) oraz dzienne pomiary meteorologiczne.

Wpływ statusu społeczno-ekonomicznego ludności

Oprócz warunków sprzyjających aktywności kleszczy oraz przetrwaniu wirusa na danym terenie, istotnym elementem układanki jest długość i częstość przebywania na wiejskim powietrzu ludności miejscowej oraz turystów. Z jednej strony wysoki status ekonomiczny umożliwia łatwiejsze przemieszczanie się np. mieszkańców dużych miast do terenów endemicznych. Z drugiej strony niski status ekonomiczny często ludności zamieszkującej te tereny endemiczne zwiększa prawdopodobieństwo pracy na wiejskim powietrzu, zbierania przez nich runa leśnego na własne potrzeby oraz w celach zarobkowych, jak również ogranicza dostęp do szczepień. W celu sprawdzenia znaczenia statusu społeczno-

ekonomicznego mieszkańcó w gmin dla rozprzestrzeniania się zachorowa na kzm planuje się analizowanie takich wskaźników jak: dochód na mieszkańca gminy, odsetek bezrobotnych w gminach. Innymi często stosowanymi w badaniach ekologicznych wskaźnikami statusu społeczno-ekonomicznego są: stan wykształcenia mieszkańców oraz najczęściej wykonywane zawody (11). Te dwie ostatnie miary są najtrudniejsze do uogólnienia na poziomie administracyjnym gminy.

Wykorzystanie nietypowych zmiennych

Na podstawie wcześniejszych badań autora, postanowiono wykorzystać liczbę zachorowa na borelioz w gminie jako zbiorczy wskaźnik aktywności kleszczy oraz prawdopodobieństwa kontaktu ludzi z kleszczami (12). Nadzór epidemiologiczny nad borelioz, jak również badania rozpowszechnienia krętków *Borrelia* w kleszczach oraz przegląd serologiczne ludności wskazują na równomierne występowanie ryzyka zachorowania na borelioz na terenie kraju, zarówno na obszarach wiejskich, jak i miejskich (13,14). Zapadalność na borelioz przebiegająca pod postacią rumieni w druciego mo na uznać za auty wskaźnik aktywności kleszczy i ryzyka zetknięcia się ludzi z kleszczami. Informacje o liczbie zachorowa według miejsca narazenia zostaną pozyskane z wywiadów przesłanych do Zakładu Epidemiologii NIZP-PZH w latach 1999-2006.

Analiza statystyczna

Analiza tej ilości danych będzie wymagała podejścia wieloetapowego. Jej głównym celem będzie opracowanie takiego modelu matematycznego, który najlepiej będzie opisywał łączny wpływ wielu czynników na zmiany ryzyka zachorowania na kzm w gminach. W związku z tym, zaplanowane jest wykorzystanie danych rutynowo gromadzonych przez różne instytucje w Polsce, model ten będzie mógł być wykorzystany do walidacji bieżącej analizy po upływie kilku lat. Będzie go można wykorzystać do badania innych chorób odzwierciedlonych.

Zasadniczą zaletą tego rodzaju analizy jest badanie łącznego wpływu wielu czynników (analiza wieloczynnikowa) przy bardzo szczegółowej rozdzielczości geograficznej. W tego typu analizie program statystyczny będzie oceniał wpływ każdej zmiennej przy uwzględnieniu łącznego wpływu wszystkich pozostałych zmiennych zawartych w modelu. Ponadto model będzie oceniał związki jednocześnie w blisko 2 500 jednostkach analizy (gminach) dla każdego roku (1999-2007), a więc będzie prowadził jednocześnie ponad 22 000 analiz związku pomiędzy zapadalnością na kzm a zestawem czynników wyjaśniających. Można więc przypuszczać, że jeżeli istnieje optymalne zestawienie cech wyjaśniających pojawiających się i ustępowanie zachorowa w danym terenie, model je wykryje. Analizy takie stały się obecnie możliwe dzięki dynamicznemu rozwojowi sprzętu komputerowego oraz narzędzi statystycznych.

Analiz wieloczynnikowa będzie prowadziła, zgodnie z wcześniejszymi doświadczeniami (12) za pomocą regresji Poissona lub jej odmiany - regresji ujemnej dwumianowej. Metoda uogólnionych równa estymujących (GEE) zostanie użyta w celu dostosowania modelu do wielu skorelowanych ze sobą pomiarów w gminach. Ponieważ kzm jest ograniczone do niewielkiego regionu Polski planuje się analizę, w której model najpierw przewidzi występowanie co najmniej jednego zachorowania w gminie, natomiast kolejna analiza będzie sprawdzała wpływ zmiennych ekologicznych tylko w regionach "endemicznych".

Podsumowanie

Poznanie uwarunkowań rozwoju kzm pozwoli na zaplanowanie programów profilaktycznych dotyczących ochrony osobistej oraz szczepień ochronnych, skierowanych

do najbardziej zagrożonych grup ludności. Skuteczność tworzonych modeli w przewidywaniu zmian rozpowszechnienia zachorowań na kzm będzie sprawdzana w kolejnych latach.

Podjęcie tematu ekologicznych uwarunkowań zachorowań na kzm jest na wskroś interdyscyplinarnym wyzwaniem, które wymaga współpracy badaczy z kilku do odległych sobie dyscyplin naukowych. Prowadzenie badań w tym zakresie musi być ponadto oparte na bardzo dużej liczbie danych, których charakter, dokładność i jednorodność znacznie się różni. Wymaga to bardzo wnikliwego i jednocześnie nie szerokiego spojrzenia, w celu właściwej interpretacji zauważalnych związków. Jak już wcześniej stwierdzono, niekiedy związki pomiędzy warunkami środowiskowymi a kzm choć są ewidentne, to jednak nie są zależnościami bezpośrednimi.

Obecnie trwają ogólnoeuropejskie badania czynników ekologicznych warunkujących zróznicowane rozpowszechnienie najczęściej występujących chorób odkleszczowych w Europie, w ramach projektu EDEN (7). Aby zapewnić prawidłową interpretację wyników planowanych badań oraz ich kompatybilność z badaniem ogólnoeuropejskim, zaproszono ich koordynatorkę - prof. Sarah Randolph - do konsultowania analizy prowadzonej przez NIZP-PZH. Zapewni to uzupełnianie się wyników analiz, które są prowadzone na różnorodnie rozdzielczości geograficznej.

Podziękowania

Badania są finansowane z grantu NIH/FIC (Global Research Initiative Program for New Foreign Investigators - GRIP) nr 1R01TW007248. Współwykonawcami badania ekologicznego w ramach tego projektu są: dr Dennis White, dr Dale Morse (New York State Health Department), dr Steven Samuels (niezależny konsultant) oraz prof. Sara Randolph (Uniwersytet w Oksfordzie).

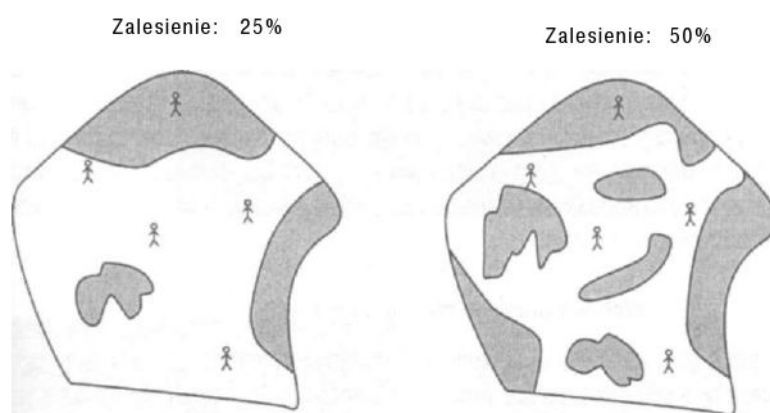
Piśmiennictwo

1. Monath, TP.; Heinz, FX.; Flaviviruses, W.; Fields, BN.; Knipe, DM.; Howley, PM., et al., editors. Field's virology. 3rd. Vol. 1. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1996. p. 961-1034.
2. Dumpis U, Crook D, Oksi J. Tick-borne encephalitis. *Gin Infect Dis.* 1999; 28:882-90.
3. Randolph SE, Miklisova D, Lysy J, et al. Incidence from coincidence: patterns of tick infestation on rodents facilitate transmission of tick-borne encephalitis virus. *Parasitology.* 1999; 118:177-86. [PubMed: 10028532]
4. Estrada-Peña A. Distribution, abundance, and habitat preferences of *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in northern Spain. *J Med Entomol.* 2001; 38:361-70. [PubMed: 11372959]
5. Brownstein JS, Holford TR, Fish D. A climate-based model predicts the spatial distribution of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in the United States. *Environ Health Perspect.* 2003; 111:1152-7. [PubMed: 12842766]
6. Daniel M, Kolar J, Zeman P, et al. Predictive map of *Ixodes ricinus* high-incidence habitats and a tick-borne encephalitis risk assessment using satellite data. *Exp Appl Acarol.* 1998; 22:417-33. [PubMed: 9680691]
7. Sumilo D, Asokliene L, Bormane A, et al. Randolph SE. Climate change cannot explain the upsurge of tick-borne encephalitis in the Baltics. *PLoS ONE.* 2007; 2(6):e500. doi:10.1371/journal.pone.0000500. [PubMed: 17551580]
8. Jackson LE, Hilborn ED, Thomas JC. Towards landscape design guidelines for reducing Lyme disease risk. *Int J Epidemiol.* 2006; 35:315-22. [PubMed: 16394113]
9. Materiały uzupełniające do instrukcji urządzania lasu - Wydane na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych. Warszawa: 2006.
10. Ustrnul Z, Czekerda D. Metody analizy przestrzenno-czasowej w badaniach klimatologicznych (na przykładzie Polski). *Roczniki Geomatyki.* 2006; 4:147-56.

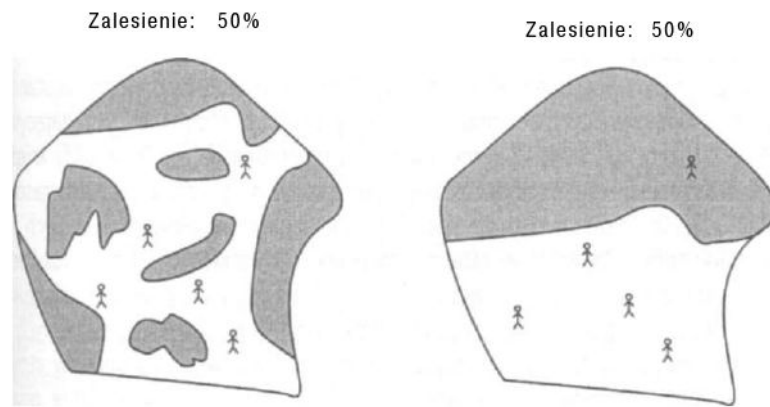
11. Diez-Roux AV, Kiefe CI, Jacobs DR Jr, et al. Area characteristics and individual-level socioeconomic position indicators in three population-based epidemiologic studies. *Ann Epidemiol.* 2001; 11:395–405. [PubMed: 11454499]
12. Stefanoff, P. Praca magisterska obroniona na University at Albany. State University of New York; 2004. Factors influencing tick-borne encephalitis endemicity in Poland.
13. Staszak J, Racewicz M, Kubica-Biernat B, et al. Prevalence of *Borrelia burgdorferi sensu lato* in *Ixodes ricinus* ticks (*Acar*i, *Ixodidae*) in different Polish woodlands. *Ann Agric Environ Med.* 1999; 6:127–32. [PubMed: 10607993]
14. Chmielewski T, Tylewska-Wierzbanowska S. Występowanie przeciwciał swoistych dla *Borrelia burgdorferi* u ludzi zdrowych na terenie Polski. *Przeegl Epidemiol.* 2002; 56:33–8. [PubMed: 12150065]



Ryc. 1.
Rozdzielczość geograficzna analizy na poszczególnych poziomach podziału administracyjnego Polski



Ryc. 2.
Schematyczne przedstawienie stopnia, w którym odsetek zalesienia obszaru gminy jest miarą odległości od miejsca zamieszkania przeciwnego mieszkańca do granicy lasu

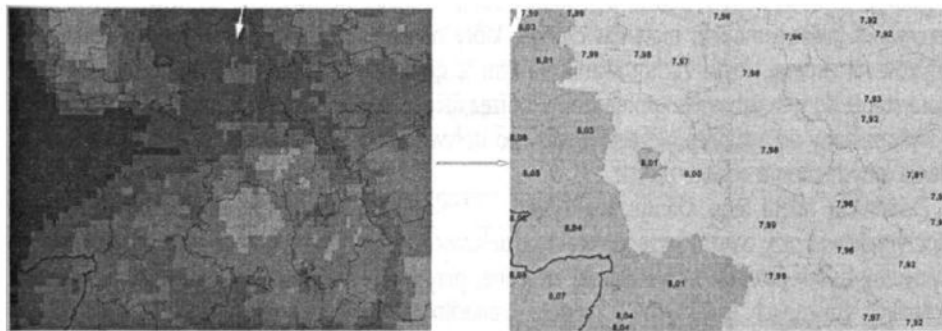


Ryc. 3.
Schematyczne przedstawienie wpływu różnic w koncentracji skupisk lasów w gminie na odległość od miejsca zamieszkania przeciwnego mieszkańca do granicy lasu

Średnia temperatura w 2003 r. w woj. warmińsko-mazurskim



Przypisanie gminom uśrednionej wartości pomiarów z mapy meteorologicznej (wybrany obszar województwa warmińsko-mazurskiego)

**Ryc. 4.**

Schematyczne przedstawienie sposobu przypisywania pomiarów meteorologicznych do poszczególnych jednostek administracyjnych za pomocą narzędzi analizy przestrzennej

Tabela 1

Typy siedliskowe lasów stosowane w Le nej Mapie Numerycznej koordynowanej przez Generaln Dyrekcj Lasów Pa stwowych (10)

Symbol	Nazwa siedliska	Grupa wilgotno ciowa
BS	bory suche	siedlisko suche
B w	bory wie e	siedlisko wie e
Bmw	bory mieszane wie e	
BMwy w	bory mieszane wie e wy yenne	
BG w	bory wie e regla dolnego	
BMG w	bory mieszane wie e regla dolnego	
L w	lasy wie e	
Lwy w	lasy wie e wy yenne	
LG w	lasy wie e regla dolnego	
LM w	lasy mieszane wie e	
LMwy w	lasy mieszane wie e wy yenne	
LMG w	lasy mieszane wie e regla dolnego	
Bw	bory wilgotne	siedlisko wilgotne
BGw	bory wilgotne regla dolnego	
Bmw	bory mieszane wilgotne	
BMwy w	bory mieszane wilgotne wy yenne	
BMGw	bory mieszane wilgotne regla dolnego	
Lw	lasy wilgotne	
Lwy w	lasy wilgotne wy yenne	
LGw	lasy wilgotne regla dolnego	
LMw	lasy mieszane wilgotne	
LMwy w	lasy mieszane wilgotne wy yenne	
LMGw	lasy mieszane wilgotne regla dolnego	
Bb	bory bagienne	siedlisko bagienne
BMb	bory mieszane bagienne	
BMGb	bory mieszane bagienne regla dolnego	
BGb	bory bagienne regla dolnego	
OL	lasy bagienne (ols)	
LMb	lasy mieszane bagienne	
Li	lasy ł gowe wilgotne	siedlisko ł gowe
OLJ	lasy ł gowe bagienne (ols jesionowy)	
Lłwy	lasy ł gowe wilgotne	
OLJwy	lasy ł gowe bagienne	
LIG	lasy ł gowe regla dolnego	
OLJG	lasy ł gowe bagienne regla dolnego	