

Kartowanie środowiskowych badań parazytologicznych na przykładzie kleszczy pospolitych *Ixodes ricinus*¹

Mapping of parasitological environmental data: the tick *Ixodes ricinus* – a case of study

Dorota Kiewra, Elżbieta Lonc, Katarzyna Rydzanicz

Zakład Ekologii Drobnoustrojów i Ochrony Środowiska, Instytut Genetyki i Mikrobiologii, Uniwersytet Wrocławski, ul. Przybyszewskiego 63/77, 51-148 Wrocław

Adres do korespondencji: Dorota Kiewra; E-mail: dorotak@microb.uni.wroc.pl

ABSTRACT. While the mapping of health data is not new for epidemiologists the incorporation of differentiated environmental factors, e.g., temperature, rainfall, humidity, elevation, vegetation type, host abundance and distribution, zoonotic reservoirs of infection can create a new opportunities for parasitologists. Suitable tools for spatial modeling of health problems and pathogen occurrence in space and time are provided by geographic information system (GIS). It is computer-based system which integrates, storages, edits, analyses, shares and displays information. This software system is based on connection between information - data and their location. GIS applications allow users to create interactive queries, analyze spatial information, edit data and maps. GIS is very useful to define the habitats of parasites, especially for the ticks which are strong depended on environmental conditions. Mapping not only enables to create maps based on field monitoring but also to create forecasting maps for prevention and control strategies on small and large scale. Up to now ticks and tick-borne diseases (TBD) having strong relationship with the ecosystem are highly amenable to predictive mapping. The aim of study is the characterization of procedural steps with regard to entering field environmental data to GIS database and their visualization on digital maps. The field date of tick monitoring conducted in April 2008 in the Wrocław area (the Osobowicki Forest) made possible to create digital database. ArcView as one of three separate software products of ArcGIS (a scalable framework for implementing GIS) was used to create an interactive maps. Visualization of the data which are stored in tables of attributes made possible to show legibly the distribution of *I. ricinus* on the analysed area. Mapping of *I. ricinus* occurrence on digital maps enable to indicate areas of the highest risk of biting and potential tick-borne diseases.

Key words: Geographic Information System, *Ixodes ricinus*, Poland

Wstęp

Przedstawianie na mapach wektorów chorób transmisyjnych, w tym boreliozy z Lyme przenoszonej przez kleszcze, ma już swoją historię. Pierwsze światowe możliwości wykorzystania zdjęć lotniczych i technik teledetekcji w badaniach epidemiologicznych pojawiły się już w latach 70. XX w. Do mapowania siedlisk kleszczy *Ixodes persulcatus* zdjęcia lotnicze wykorzystano w 1977 r. Natomiast obrazy satelitarne, otrzymywane w różnych rejonach

świata, użyto do identyfikacji zasięgu *Amblyomma variegatum*, *Dermacentor variabilis*, *Rhipicephalus appendiculatus* na przełomie lat 80. i 90. ubiegłego wieku [1]. Wówczas także w Europie opublikowano pierwsze dane dotyczące identyfikacji siedlisk występowania kleszczy pospolitych *Ixodes ricinus* L. w oparciu o dane satelitarne [2].

Obecna popularyzacja narzędzi geograficznych systemów informacyjnych (GIS), a zwłaszcza dostępność programów komputerowych oraz szeregu

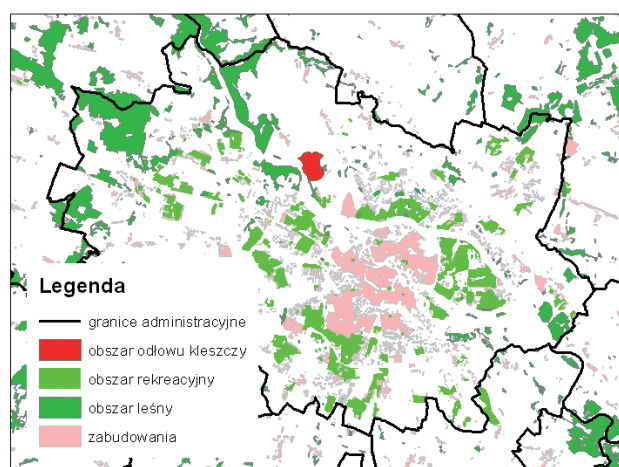
¹Praca prezentowana w trakcie XVIII Wrocławskiej Konferencji Parazytologicznej „Różnorodność oddziaływania układów pasożytów w środowisku”; Wrocław-Karpacz, 21-23 maja 2009 r.

bezpłatnych danych środowiskowych, pozwala na łatwiejsze pozyskiwanie i gromadzenie informacji. GIS umożliwia w oparciu o różnorodne dane środowiskowe, nie tylko kartowanie siedlisk kleszczy, ale również mapowanie terenów szczególnego zagrożenia chorobami, w tym odkleszczowymi (tick-borne diseases – TBD). Dzięki wizualizacji biotycznych i abiotycznych uwarunkowań można tworzyć mapy prognostyczne w konkretnych regionalnych i lokalnych strefach [3–7].

Celem niniejszej pracy było ukazanie możliwości kartowania danych przyrodniczych na przykładzie kleszczy *I. ricinus* monitorowanych w aglomeracji miejskiej oraz wizualizacji potencjalnych miejsc ryzyka epidemiologicznego przydatnej dla służb sanitarnych.

Material i metody

Do utworzenia własnych baz danych środowiskowych wykorzystano dostępny w Zakładzie Ekologii Drobnoustrojów i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Wrocławskiego program komputerowy ArcView 9.2. W celu lokalizacji stanowisk badawczych posłużono się cyfrową mapą rastrową oraz wybranymi warstwami map wektorowych. Własne dane środowiskowe przedstawiono w postaci osobnej, tematycznej warstwy, podobnie jak w pracy Kiewra i wsp. [8]. Warstwę obrazującą ogólne położenie stanowisk wyświetlono łącznie z warstwami wektorowymi zawierającymi wybrane informacje (granice administracyjne, obszary leśne i rekreacyjne, zabudowania). Warstwę obrazującą szczegóło-



Rys. 1. Integracja warstw mapy cyfrowej przedstawiająca lokalizację stanowisk odłowu kleszczy *I. ricinus* na terenie Wrocławia (Dolny Śląsk, Polska)

Fig. 1. Integration of map layers showing position of tick collecting habitats in Wrocław (Lower Silesia, Poland)

wo strukturę populacji i aktywność kleszczy *I. ricinus* nałożono natomiast na mapę topograficzną badanego terenu.

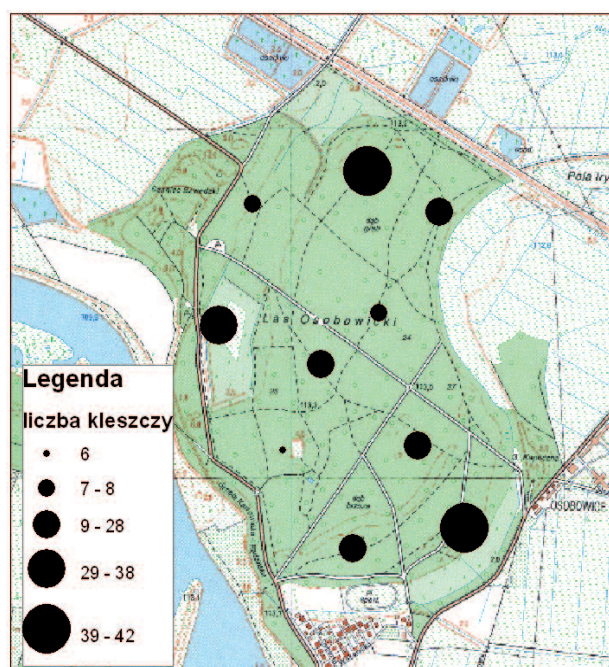
Informacje parazytologiczne pochodziły z jednorazowego (kwiecień 2008 r.) monitoringu kleszczy pospolitych *I. ricinus* w Lesie Osobowickim (Rys. 1). Według fizyczno-geograficznego podziału Polski [9] badane stanowiska położone są w prowincji Pradoliny Wrocławskiej (318.52)² na terenie Niziny Śląskiej, zlokalizowanej na Niżu Środkowo-europejskim. Las Osobowicki będący częścią korytarza ekologicznego Odry, usytuowany w północno-zachodniej części Wrocławia, obejmuje powierzchnię ok. 140 ha. Pomimo zaadoptowania do celów rekreacyjnych zachował cechy grądu wysokiego.

W celu uzyskania wystandaryzowanych danych, dotyczących rozprzestrzenienia kleszczy, park podzielono na 10 obszarów o zbliżonej powierzchni. Na każdym z tych obszarów, w tym samym czasie, 5-osobowa grupa dokonywała zbioru kleszczy metodą flagowania w ciągu 60 minut.

Wyniki

Ogółem w czasie jednodniowego zbioru kleszczy (w kwietniu 2008 r.) metodą flagowania odłowiono 264 okazy *I. ricinus*, w tym 101 nimf, 64 samice i 84 samce (Tabela 1).

W poszczególnych stanowiskach odnotowano



Rys. 2. Wizualizacja aktywności kleszczy *I. ricinus* w poszczególnych stanowiskach w Lesie Osobowickim

Fig. 2. Visualization of the activity of *I. ricinus* in habitats in the Osobowicki Forest

² Według uniwersalnej klasyfikacji dziesiętnej Międzynarodowej Federacji Dokumentacyjnej (FID) cyfra 3 oznacza megaregion, 1 – prowincję, 8 – podprowincję, kolejne cyfry – makro- i mezoregiony.

Tabela 1. Struktura populacji kleszczy *Ixodes ricinus* odłowionych w kwietniu 2008 r. w Lesie Osobowickim (Wrocław)*Table 1. The structure of *I. ricinus* population collected in April 2008 in the Osobowicki Forest (Wrocław)

Stanowisko Site	Stadium rozwojowe kleszczy, liczba (%)			Ogółem Total
	Nimfy/nimphs	Samice/females	Samce/males	
1	13 (32)	15 (36)	13 (32)	41
2	5 (19)	13 (48)	9 (33)	27
3	16 (58)	6 (21)	6 (21)	28
4	3 (50)	0	3 (50)	6
5	13 (46)	8 (29)	7 (25)	28
6	24 (63)	3 (8)	11 (29)	38
7	3 (43)	1 (14)	3 (43)	7
8	4 (50)	1 (12,5)	3 (37,5)	8
9	3 (13)	7 (29)	14 (58)	24
10	17 (40)	10 (24)	15 (36)	42
Ogółem/Total	101 (40)	64 (26)	84 (34)	249

Objaśnienia/Explanations: * liczba kleszczy zebrana przez 5 osób w ciągu 60 minut/the number of ticks collected by 5 person during 60 minutes

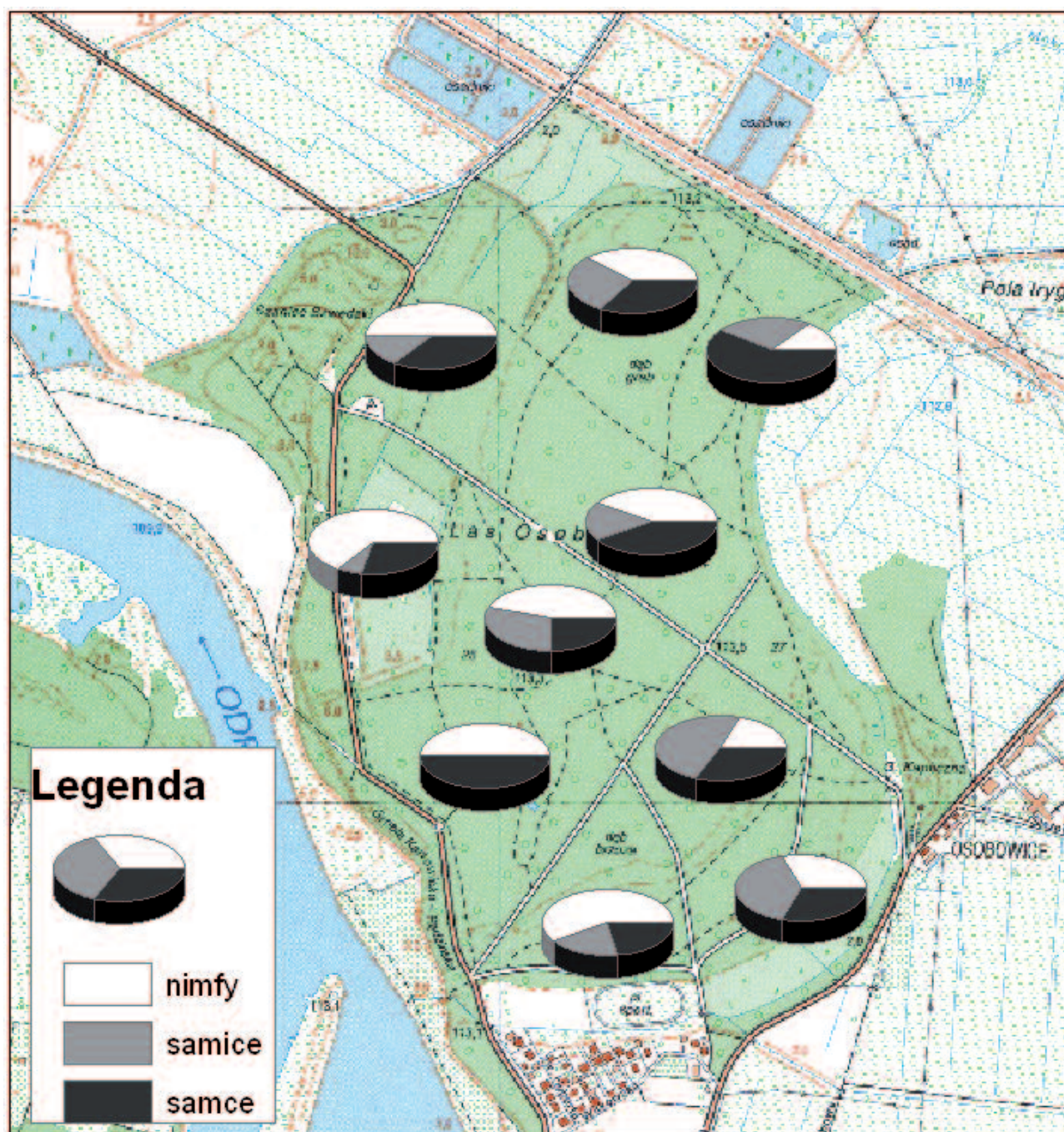
zróżnicowaną liczebność i strukturę populacji aktywnych – głodnych kleszczy – aktywnie oczekujących na żywiciela. Dokładną lokalizację stanowisk przedstawiono w postaci warstwy, którą wyświetlono równocześnie z cyfrową mapą badanego terenu (Rys. 2). Do każdego z 10 badanych stanowisk przypisano charakterystykę tematyczną w komputerowej tzw. tabeli atrybutów, czyli wprowadzono dane (umieszczone w Tabeli 1) dotyczące liczebności poszczególnych stadiów rozwojowych *I. ricinus* w każdym badanym miejscu. Dzięki szerokim możliwościom graficznym, jakie są oferowane przez programy GIS-u, umożliwiło to wizualizację rozprzestrzenienia kleszczy na tle danych środowiskowych, takich jak ugrupowania leśne, zbiorniki wodne oraz infrastruktura miejska (osiedla, drogi). Aktywność poszczególnych form rozwojowych *I. ricinus*, w kolejnych stanowiskach, na mapach zobrazowano za pomocą prostej formy diagramu kołowego, którego wielkość jest proporcjonalna do liczby zebranych okazów ze wszystkich stanowisk (Rys. 2). Największą aktywność, czyli liczbę okazów oczekujących na żywiciela, odnotowano w leśnych stanowiskach położonych w części południowo-wschodniej, północnej i zachodniej. Wizualizacja danych umożliwiła lokalizację stanowisk południowo-wschodnich blisko zabudowań oraz stadionu

piłkarskiego, w sąsiedztwie ciekłu wodnego. W północno-wschodnich punktach był to fragment Lasu położony najbliżej osadników ściekowych, zaś w części zachodniej otaczający polanę. W części centralnej aktywność *I. ricinus* była mniejsza.

Wykorzystując dane zawarte w komputerowej, niezalążonej tabeli atrybutów, przedstawiono również strukturę populacji kleszczy pospolitych w poszczególnych stanowiskach (Rys. 3). Nimfy dominowały w stanowiskach położonych we wschodniej części Lasu, w pobliżu przecinającej las asfaltowej drogi; stadia dorosłe dominowały natomiast w części centralnej i zachodniej, co wyraźnie widać w kolejnych odslanianych warstwach mapy.

Dyskusja

Przedstawienie świata przyrody w postaci „rozumiałej” dla komputera nie jest zadaniem łatwym. Wymaga bowiem zapisu wszystkich dostępnych informacji w postaci cyfrowej. Ułatwia to (na monitorze komputera) mapa cyfrowa, która wygląda identycznie jak mapa papierowa. Zawiera jednak wiele dodatkowych informacji. Stosownie do potrzeb interpretacji uzyskano w badaniach własnych dane na temat położenia punktów (dane geometryczne-referencyjne, odniesione do przestrzeni) i ich



Rys. 3. Graficzna struktura populacji *I. ricinus* w Lesie Osobowickim

Fig. 3. Graphic structure of *I. ricinus* population in the Osobowicki Forest

charakterystykę (dane atrybutowe–tematyczne).

Cyfrowe przedstawienie rzeczywistości umożliwiło szybkie wykorzystanie informacji na nośnikach cyfrowych i z wykorzystaniem danych internetowych. Pozwoliło także na ich łączenie i przetwarzanie, a tym samym na czytelne zobrazowanie danych odniesionych do przestrzeni. W szerszej perspektywie będzie niezbędne modelowanie zjawisk zachodzących w przyrodzie na skutek zmian środo-

wiskowych. Możliwość nakładania warstw tematycznych, włączanych i wyłączanych w zależności od potrzeb, daje bowiem użytkownikowi kontrolę nad liczbą informacji widocznych na ekranie. Utworzenie własnej mapy poprzez nałożenie warstwy obrazującej zagęszczenie kleszczy na warstwę mapy topograficznej pozwoliło – w badaniach własnych – na pełniejszą charakterystykę objętego monitorowaniem Lasu Osobowickiego. Tradycyjne dane cyfro-

we, przedstawione w tabeli jest ogólne i niewystarczające, zwłaszcza przy dużych liczebnościach pasożytów i zróżnicowanej strukturze populacji. Jeśli dane zawarte w tabeli odniesione są przestrzennie do powierzchni Ziemi, to ich obrazowanie na mapach pozwala, dzięki szerokim możliwościom graficznym, a także analizom i przetwarzaniu, na czytelniejszy obraz.

W badaniach własnych przedstawienie usytuowania siedlisk kleszczy na mapie uwidocznilo w części badanych stanowisk bliskość Odry oraz wrocławskich Pól Irygowanych, lokalizację cieków wodnych przechodzących przez badany teren, obecność dróg i ścieżek parkowych, a także sąsiedztwo siedzib ludzkich. Przedstawione nierównomierne rozprzestrzenienie kleszczy i zróżnicowana struktura ich populacji, wskazuje obszary największego zagrożenia człowieka na kontakt z tymi pasożytniczymi stawonogami. Szczegółowe wyjaśnienie przyczyn nierównomiernego rozprzestrzenienia kleszczy wymaga dalszych analiz, możliwych po uzyskaniu dodatkowych informacji biotycznych o terenie, a zwłaszcza dotyczących obecności różnych żywicieli kleszczy oraz czynników abiotycznych (rozkładu temperatury i wilgotności) wpływających na ich frekwencję.

Wizualizacja danych środowiskowych na mapach jest czytelna dla szerokiego kręgu odbiorców poza kręgami naukowymi. W przypadku analizy rozprzestrzenienia kleszczy, udostępnienie map odpowiednim służbom publicznym pozwala podjąć działania zmierzające, np. do oznakowania terenu o szczególnie dużym zagrożeniu ze strony kleszczy. Dalsze analizy, zmierzające nie tylko do zobrazowania obecnego stanu, ale poszukiwania prawidłowości i zależności warunkujących rozprzestrzenienie kleszczy pozwolą na tworzenie map obejmujących teren, gdzie środowiskowy monitoring jest niemożliwy lub na prognozowanie ewentualnych zagrożeń w zmieniających się warunkach środowiskowych. Do przeprowadzenia tego typu analiz konieczne jest nie tylko wykorzystanie map topograficznych, szczególnie często używanych w czasie prac terenowych, ale również innych bogatych źródeł danych, takich jak zdjęcia lotnicze, obrazy satelitarne, rastrowe modele powierzchni, czy dane pochodzące z terenowego monitoringu. Dostarczając one dodatkowych informacji, które w przypadku badań ekologicznych, pozwalają na lepsze zrozumienie ewentualnych zależności. Opracowywanie modeli odzwierciedlających rzeczywistość powinno być jednak oparte i weryfikowane poprzez dokładne

badania terenowe.

W przypadku zagrożenia chorobami odkleszczowymi, przy opracowywaniu prognostycznych map w średniej i dużej skali, brana może być pod uwagę temperatura i wilgotność powietrza, zmiany klimatu, wskaźniki wegetacji (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI). Budowanie odpowiedniego modelu wymaga poznania i zrozumienia ekologii i biologii organizmów, uwzględnienia czynników mających istotny wpływ na rozprzestrzenienie populacji [10–12].

Podsumowanie

Geograficzne systemy informacyjne dostarczają nowych narzędzi w środowiskowych badaniach parazytologicznych, zwłaszcza kleszczy jako wektorów licznych chorób stanowiących zagrożenie epidemiologiczne. Zróżnicowane możliwości graficzne programów GIS-u pozwoliły na wizualizację rozprzestrzenienia kleszczy *I. ricinus* na tle danych środowiskowych, co w powiązaniu z możliwością nakładania warstw tematycznych umożliwiło pełniejszą charakterystykę terenu objętego monitoringiem. Kartowanie biotopów kleszczy na mapie, w sposób czytelny dla szerokiego kręgu odbiorców, uwidocznilo obszary największego zagrożenia człowieka na kontakt z tymi pasożytniczymi stawonogami.

Literatura

- [1] Daniel M., Kolar J., Zeman P. 2004. GIS tools for tick and tick-borne disease occurrence. *Parasitology* 129: 329-352.
- [2] Daniel M., Kolar J. 1990. Using satellite data to forecast the occurrence of the common tick *Ixodes ricinus* (L.). *Journal of Hygiene, Epidemiology, Microbiology and Immunology* 34 (3): 243-252.
- [3] Kitron U., Kazimierczak J.J. 1997. Spatial analysis of the distribution of Lyme disease in Wisconsin. *American Journal of Epidemiology* 145: 558-566
- [4] Cortinas M.R., Guerra M.A., Jones C., Kitron U. 2002. Detection, characterization, and prediction of tick-borne disease foci. *International Journal of Medical Microbiology* Suppl. 33: 11-20.
- [5] Guerra M., Walter E., Jones C., Paskewitz S., Cortinas R., Stancil A., Beck L., Bobo M., Kitron U. 2002. Predicting the risk of Lyme disease: habitat suitability for *Ixodes scapularis* in the north central United States. *Emerging Infectious Diseases* 8: 289-297.
- [6] Eisen R.J., Lane T.S., Fritz C.L., Eisen L. 2006. Spatial patterns of Lyme disease risk in California based on disease incidence data and modeling of vector-tick

- exposure. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 75: 669-679.
- [7] Schwarz A., Maier W.A., Kistemann T., Kampen H. 2009. Analysis of the distribution of the tick *Ixodes ricinus* L. (Acari: Ixodidae) in a nature reserve of western Germany using Geographic Information Systems. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 212: 87-96.
- [8] Kiewra D., Lonc E., Żyszkowska W., Rydzanicz K. 2008. Rozprzestrzenienie kleszczy *Ixodes ricinus* w Masywie Ślęży (Dolny Śląsk) – mapowanie i wizualizacja danych środowiskowych z zastosowaniem GIS. W: *Stawonogi. Oddziaływanie na żywiciela*. (Red. A. Buczek, C. Błaszak). Akapit, Lublin: 81-86.
- [9] Kondracki J. 2002. Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN S.A., Warszawa.
- [10] Randolph S.E., Rogers D.J. 2000. Fragile transmission cycles of tick-borne encephalitis virus may be disrupted by predicted climate change. *Proceedings. Biological Sciences* 267: 1741-1744.
- [11] Estrada-Pena A. 2001. Forecasting habitat suitability for ticks and prevention of tick-borne diseases. *Veterinary Parasitology* 98:111-132.
- [12] Gray J.S., Dautel H., Estrada-Pena A., Kahl O., Lindgren E. 2009. Effects of climate change on ticks and tick-borne diseases in Europe. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*: ID 593232.

Wpłynęło 13 września 2009

Zaakceptowano 30 października 2009