

**ZASTOSOWANIE SIP DO WYZNACZANIA  
OGNISK GRADACYJNYCH  
WAŻNIEJSZYCH SZKODNIKÓW LIŚCIOŻERNYCH  
SOSNY NA PRZYKŁADZIE PUSZCZY NOTECKIEJ**

**THE USE OF GIS FOR LOCALIZATION OF OUTBREAK  
FOCI OF PINE INSECT DEFOLIATORS:  
EXAMPLE OF NOTECKA PRIMARY FOREST**

**Jerzy Mozgawa<sup>1</sup>, Wiktor Tracz<sup>1</sup>, Grażyna Kamińska<sup>1</sup>  
Andrzej Kolk<sup>2</sup>, Lidia Sukovata<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, Wydział Leśny,  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

<sup>2</sup> Zakład Ochrony Lasu, Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Las

**Słowa kluczowe: SIP, ogniska gradacyjne, szkodniki liściożerne sosny**  
Keywords: GIS, outbreak foci, pine insect defoliators

## **Wstęp**

Gradacje roślinożernych owadów, czyli masowe występowanie przybierające rozmiary klęski, należą do najstarszych zagrożeń lasu. Gwałtowne narastanie liczebności owadów rozpoczyna się w miejscach najbardziej szkodnikowi odpowiadających, czyli w tzw. „pierwotnych ogniskach gradacyjnych”. Dla praktyki leśnej podstawą podejmowania skutecznych działań ochronnych jest prawidłowa lokalizacja pierwotnych ognisk gradacyjnych i centrów gradacyjnych owadów. Prawidłowe wskazanie lokalizacji pierwotnych ognisk gradacyjnych oraz znajomość mechanizmów ich rozszerzania potencjalnie stwarza możliwość wczesnego ograniczenia gradacji w samym jej ognisku, a przez to niedopuszczenie do jej powstania. Dotychczas nie opracowano metody lokalizacji ognisk gradacyjnych szkodników.

Celem podjętych prac było zlokalizowanie ognisk najgroźniejszych owadów liściożernych sosny (brudnicy mniszki, strzygoni choinówki, barczatki sosnowki, poprocha cetyniaka i siwiotka borowca) na terenie Puszczy Noteckiej z zastosowaniem systemów informacji przestrzennej (SIP). Do prawidłowego wyznaczenia pierwotnych ognisk gradacyjnych wymagane jest spełnienie dwóch warunków. Pierwszy warunek to konieczność dysponowania długimi seriami czasowymi zlokalizowanych przestrzennie danych o występowaniu i zwalczaniu najważniejszych szkodników. Drugi warunek to dysponowanie wysokozaawansowanymi programami komputerowymi, umożliwiającymi przetwarzanie przestrzennych danych monitoringowych o populacjach foliofagów.

Źródłem informacji, spełniającej pierwszy warunek, były: archiwum Zespołu Ochrony Lasu w Szczecinku, archiwum Zespołu Ochrony Lasu w Czerwonaku (obecnie w Łopuchówku) i archiwum Instytutu Badawczego Leśnictwa. Bazy danych tworzone dla każdego obrębu wszystkich nadleśnictw znajdujących się na terenie Puszczy – osobno dla każdego z wybranych gatunków owadów (brudnica mniszka, strzygonia choinówka, barczatka sosnowka, poproch cetyniak i siwiotek borowiec).

Warunek drugi w wysokim stopniu spełniło oprogramowanie ArcGIS firmy ESRI, zapewniając odczytanie i prezentację kartograficzną bardzo obszernych baz danych o występowaniu owadów. Postęp w tworzeniu leśnych map numerycznych (LMN) według standardu obowiązującego w Lasach Państwowych i dysponowanie LMN dla kilku nadleśnictw Puszczy Noteckiej urealniło utworzenie bazy geometrycznej dla tak dużego kompleksu leśnego.

## Metodyka badań

### Przygotowanie opisowej bazy danych

Głównym źródłem danych do czasowo-przestrzennych analiz gradacji szkodników były materiały archiwalne dotyczące występowania i zwalczania najgroźniejszych foliofagów sosny (brudnicy mniszki, strzygoni choinówki, barczatki sosnowki, poprocha cetyniaka i siwiotka borowca), które pochodziły z Zespołów Ochrony Lasu w Szczecinku i Czerwonaku (obecnie w Łopuchówku) i Instytutu Badawczego Leśnictwa.

Przed rozpoczęciem tworzenia baz danych przyjęto, że analizy przestrzenno-czasowe zebranych danych będą wykonywane na poziomie, którego najmniejszą jednostką przestrzeni jest oddział, a czasową – rok. W tym celu bazy danych miały być tak skonstruowane, żeby dane o występowaniu i zwalczaniu owadów w tym samym miejscu, w ciągu 58 lat, miały ten sam adres (numer identyfikacyjny). Ponieważ od 1946 roku było wykonanych kilka urzędzeń lasu, co powodowało zmiany numeracji oddziałów i ich granic, oraz kilkakrotnie zachodziły zmiany w podziale terytorialno-administracyjnym Puszczy, łącznie ze zmianami w nazwach leśnictw, nadleśnictw, rdLP czy ozLP, pierwszym etapem tworzenia baz było wykonanie aktualizacji numeracji oddziałów z różnych okresów. Aktualizację wykonano posługując się mapami poszczególnych nadleśnictw z różnych okresów, biorąc za podstawę numerację i podział terytorialny według urządzenia lasu z początku lat 90. minionego wieku.

Po uporządkowaniu numeracji oddziałów z poszczególnych okresów rozpoczęto wprowadzanie danych o występowaniu i zwalczaniu owadów. Wprowadzano wszystkie dostępne dane zebrane w wyniku zastosowania metod oceny liczebności owadów i zagrożenia drzewostanu zalecanych w obowiązujących instrukcjach ochrony lasu. W przypadku strzygoni choinówki, poprocha cetyniaka i siwiotka borowca głównymi metodami oceny zagrożenia drzewostanów były: jesienne i dodatkowe wiosenne poszukiwania owadów w ściółce oraz ścinka drzew na płachty. W przypadku barczatki sosnowki stosowano również metodę lepowania drzew i obserwacji lotu motyla oraz uwzględniono wyniki ścinki drzew na płachty wykonane wiosną i jesienią (dotyczą różnych generacji owada). Dla brudnicy mniszki uwzględniono dane z: 1) oceny lotu motyli metodą drzew ABC, transektu lub 20 drzew, 2) poszukiwania jaj, 3) lepowania drzew, 4) wykładania stosów i 5) ścinki drzew na płachty. Dla wyników oceny liczebności wykonanej określoną metodą wprowadzano 3 kolumny, zatytułowane odpowiednio „wydz-rok”, „metoda-rok” i „zagr/metoda-rok”, a w wierszach poszczególnych kolumn wprowadzano odpowiednio: literę wydzielenia, liczbę znalezionych

sztuk i stopień zagrożenia drzewostanu określony przez odpowiedni Zespół Ochrony Lasu. W przypadkach braku danych dotyczących stopnia zagrożenia określano go samodzielnie posługując się tabelami orientacyjnych liczb krytycznych według Instrukcji Ochrony Lasu z 1999 i 2004 roku. Dla niektórych lat dane o występowaniu i zwalczaniu owadów były dostępne w postaci map, na które naniesiono tylko stopnie zagrożenia drzewostanów. W takich przypadkach w bazie opuszczano kolumnę dla liczb osobników. Dla stopni zagrożenia wprowadzono odpowiednie kody: stopień „0” – 0, „0/+” – 0,5, „+” – 1, „+/+” – 1,5, „++” – 2, „++/+++” – 2,5 i „+++” – 3. Informacje o zwalczaniu oznaczano jako: 0 – brak zwalczania, 1 – zwalczanie. Ważnym elementem podczas wprowadzania danych było stosowanie, w zależności od roku pochodzenia danych, numeracji oddziałów obowiązujących w danym roku.

Przed przystąpieniem do analiz przestrzennych zgromadzonych danych należało je odpowiednio przygotować, przyjmując, że analizowane będą wyłącznie dane dotyczące stopni zagrożenia drzewostanów, a nie bezwzględne liczby owadów. Założenie takie wynika z faktu, że w różnych drzewostanach (pod względem wieku, bonitacji, defoliacji) te same liczby owadów stwarzają różne zagrożenia. Oprócz tego, danych o stopniach zagrożenia było więcej, niż danych o liczebności owadów.

Każda z przekazanych do analiz baz danych zawierała kolumny z następującymi nagłówkami: RDLP-rok, Nadl-rok, obręb-rok, oddz-rok. W odpowiednich kolumnach wpisano informacje o tym, której rdLP oraz którego nadleśnictwa i obrębu dotyczy dana baza, a kolumna „oddz-rok” zawierała numerację oddziałów wg stanu na rok, w którym wykonano urządzenie lasu w danym obrębie w latach 1991–1995. W kolejnych kolumnach przedstawiono stopnie zagrożenia drzewostanu przez danego szkodnika oraz informacje o zwalczaniu w poszczególnych latach.

Za końcowy wynik oceny zagrożenia drzewostanu w danym wydzieleniu przyjęto stopień zagrożenia określony podczas ostatnio wykonanej oceny liczebności, np. gdy w tym samym wydzieleniu wykonano jesienne poszukiwania, lepowanie drzew i ścinkę drzew na płachty, to za końcowe zagrożenie przyjęto wynik ze ścinki drzew na płachty.

Ponieważ za najmniejszą jednostkę przestrzeni w analizach przestrzennych uznano oddział, konieczne było wykonanie agregacji wyników dla różnych wydzieleni tego samego oddziału, tak żeby powstał jeden zapis dla każdego oddziału w danym roku. W tym celu zastosowano tabelę przestawną. Funkcją agregującą była funkcja maksymalizacji stopnia zagrożenia dla wydzieleni wybranego oddziału, tzn. spośród danych dla poszczególnych wydzieleni danego oddziału brano maksymalną wartość zagrożenia, a pozostałe odrzucano. Do tabeli przestawnej następnie zastosowano transpozycję, w wyniku której otrzymano tabelę wyjściową, zawierającą w rekordach poszczególne oddziały, a w kolumnach lata obserwacji. Pola tabeli wyjściowej nie zawierające danych zostały uzupełnione kodem „-1”, który był wykorzystywany do przedstawienia informacji „brak danych” podczas wizualizacji stopnia zagrożenia na mapach.

W celu analizy danych dla całego obszaru Puszczy Noteckiej tabelę (ze stopniem zagrożenia dla wybranego owada) dla każdego z 15 obrębów połączono w jedną tabelę. W ten sposób powstało pięć tabel przedstawiających stopnie zagrożenia drzewostanów na terenie Puszczy Noteckiej przez brudnicę mniszkę, strzygonię choinówkę, barczatkę sosnowkę, poprocha cetyniaka i siwiotka borowca.

### Przygotowanie geometrycznej bazy danych

Bazę geometryczną dla nadleśnictw Puszczy Noteckiej utworzono na podstawie:

- leśnych map numerycznych (LMN) Nadleśnictw: Potrzebowice, Wronki, Krucz i Oborniki, wykonanych według standardu obowiązującego w Lasach Państwowych,

- numerycznej mapy działek ewidencyjnych Nadleśnictwa Karwin,
- leśnych map przeglądowych (forma analogowa) dla Nadleśnictw: Sieraków i Międzychód.

W tworzeniu geometrycznej bazy danych, przyjęto ogólną zasadę dla całej Puszczy, że centroid oddziału (geometryczny środek oddziału wyznaczony na podstawie geometrii granic oddziałów) będzie określał położenie geograficzne miejsca oceny liczebności owadów. Dla leśnych map numerycznych współrzędne centroidów oddziałów (w układzie współrzędnych LMN, tzn. w układzie współrzędnych płaskich prostokątnych „1992”) uzyskano na podstawie warstwy granic oddziałów. Dla Nadleśnictwa Karwin współrzędne centroidów oddziałów (w układzie współrzędnych LMN) otrzymano po wyznaczeniu granic oddziałów z numerycznej warstwy działek ewidencyjnych. Do etykietowania oddziałów wykorzystano analogową mapę tego nadleśnictwa w skali 1:50 000.

W przypadku Nadleśnictw: Sieraków i Międzychód, dla których nie opracowano jeszcze leśnych map numerycznych, stworzono uproszczone mapy numeryczne. Najpierw zeskanowano analogowe leśne mapy przeglądowe obrębów tych nadleśnictw w skali 1:20 000, a następnie zdigitalizowano granice oddziałów oraz granice obrębów tworząc wektorowe warstwy poligonowe dla SIP. Na podstawie granic oddziałów wyznaczono ich centroidy. Warstwy poszczególnych obrębów Nadleśnictwa Sieraków i Międzychód przetransformowano do układu współrzędnych LMN Nadleśnictw: Krucz, Potrzebowice, Wronki, Karwin i Oborniki.

Dla danych numerycznych centroidów wszystkich 4771 oddziałów nadleśnictw Puszczy Noteckiej utworzono tabelę zbiorczą, zawierającą jednoznacznie zidentyfikowane, poprzez zmodyfikowany adres leśny dla Puszczy Noteckiej (tzw. adres PUNO), numery oddziałów i współrzędne ich centroidów. Adres PUNO składa się z numerów: rdLP, nadleśnictwa, obrębu i oddziału (pomijając numer leśnictwa). Tabela ta była wykorzystywana w dalszych pracach do łączenia geometrii z bazami atrybutowymi dotyczącymi zagrożeń lasu przez foliofagi sosny. Do wizualizacji danych wykorzystano warstwy granic Puszczy Noteckiej i centroidów oddziałów.

Punktowe dane o stanie zagrożenia, lokalizowane w centroidach oddziałów, zostały potraktowane jak próby reprezentujące zjawisko ciągłe przestrzennie. Było to kolejne, świadome uproszczenie metodyczne, przyjmujące cały obszar Puszczy Noteckiej za ciągłe pole losowe. Takie podejście metodyczne umożliwiało przede wszystkim wykonanie interpolacyjnych map zagrożenia, ale również wykorzystanie narzędzi geostatystyki do badania ciągłości przestrzennej zjawisk populacyjnych. Przyjęte uproszczenie o ciągłości pola losowego na obszarze Puszczy Noteckiej nie uwzględniało specyfiki biologii owadów w zakresie ich preferencji pokarmowych, rzutujących w rezultacie na tworzenie bardzo małych powierzchniowo pól losowych. W realnie istniejących warunkach struktury lasu, ukształtowanej realizacją zasad ładu przestrzennego i czasowego oraz bieżącą działalnością gospodarczą, drzewostany preferowane przez poszczególne gatunki owadów często są bowiem wyizolowanymi polami losowymi, położonymi w mozaice drzewostanów innych od preferowanych, co do wieku czy składu gatunkowego.

## Wizualizacja danych przestrzennych

Wizualizacja stanowiła podstawową metodę analizy danych przestrzennych. Dla potrzeb wyznaczania ognisk gradacyjnych wykonano ją w wersjach:

- pojedynczych kartodiagramów rozkładu przestrzennego stopni zagrożenia przez poszczególne gatunki owadów w kolejnych latach,

- pojedynczych map zasięgów zwalczania owadów.

W badaniach czasowo-przestrzennych gradacji najważniejszych foliofagów sosny wykorzystano zatem taką formę prezentacji kartograficznej, która maksymalnie ułatwiała poznanie procesu rozpoczęcia, rozwoju i zasięgów gradacji poszczególnych owadów w skali całej Puszczy w okresie od 1946 do 2004 roku. Mapy dotyczące zwalczania szkodników pozwalają przedstawić skalę, zasięg i częstotliwość wykonywanych zabiegów chemicznych.

Aspekt czasowy zjawisk populacyjnych uzyskano przez utworzenie serii map tematycznych, które obrazowały stan gradacji w poszczególnych latach kalendarzowych i zasięgi chemicznego zwalczania owadów.

Podczas wyznaczania ognisk gradacyjnych wykorzystano dwie formy prezentacji kartograficznej: kartodiagram i mapy interpolacyjne.

Do wizualizacji przestrzennej zmienności stopnia zagrożenia drzewostanów Puszczy Noteckiej przez foliofagi sosny zastosowano kartodiagram kołowy prosty skokowy, który w postaci rozmieszczonych na mapie diagramów przedstawiał różne stopnie zagrożenia w postaci kół o różnych rozmiarach i intensywności koloru. Do lokalizacji kartodiagramu kołowego na mapie tematycznej wykorzystane zostały centroidy oddziałów. Kartodiagram konstruowano dla syntetycznych stopni zagrożenia, jednoznacznie określonych w atrybutowej bazie danych (w przedziale 0-3, z odstopniowaniem 0,5).

Dodatkowo na bazie danych dokonano operacji zsumowania stopni zagrożenia dla czterech badanych gatunków owadów (strzygonia, barczatka, mniszka i poproch) w konkretnym roku kalendarzowym w poszczególnych oddziałach. Następnie po połączeniu z bazą geometryczną Puszczy, utworzono mapy sumarycznych stopni zagrożenia dla 4 gatunków owadów razem, dla każdego roku w analizowanym okresie. Kolejna operacja na bazie, polegająca na zsumowaniu wszystkich wartości zagrożenia dla 4 gatunków owadów dla całego 58-letniego okresu, umożliwiła utworzenie map tematycznych w postaci kartodiagramu i mapy interpolacyjnej. Interpolacja została wykonana metodą odwrotnych odległości (IDW) przy wykorzystaniu 12 najbliższych punktów o znanych wartościach zagrożenia. Operacje te wykonano w celu lokalizacji w Puszczy Noteckiej obszarów najbardziej preferowanych przez najgroźniejsze foliofagi sosny bez podziału na gatunki.

Bardzo ważna była również selekcja oddziałów, w których w ciągu całego analizowanego okresu nie odnotowano zagrożenia ze strony żadnego gatunku owada (przynajmniej na podstawie zebranych w bazie danych), co po połączeniu z bazą geometryczną Puszczy umożliwiło utworzenie mapy, przedstawiającej przestrzenny rozkład wybranych oddziałów.

### **Lokalizacja ognisk gradacyjnych**

Ognisko gradacyjne – to miejsce w drzewostanie lub cały drzewostan, gdzie inicjowane jest zjawisko częstego narastania liczebności szkodliwych owadów (Instrukcja Ochrony Lasu, 2004). W celu wyznaczenia ognisk gradacyjnych dla poszczególnych gatunków owadów na terenie Puszczy Noteckiej przyjęto, że ogniska znajdują się w miejscach, w których w ciągu 58 lat zagrożenie w stopniu co najmniej 2 (tzn. 2, 2,5 i 3) powtórzyło się dwu- lub wielokrotnie, pod warunkiem, że jeśli w ramach jednej gradacji w danym oddziale wysoki stopień zagrożenia powtarzał się z roku na rok, to uwzględniano go tylko raz.

Pierwszym etapem była wizualna analiza map stopni zagrożenia drzewostanów w Puszczy przez dany gatunek owada oraz obszary zwalczania w poszczególnych latach kalendarzowych w okresie 1946–2004. Umożliwiło to wstępne określenie lat i miejsc gradacji oraz zmian ich zasięgów. Po połączeniu danych o częstotliwości wystąpienia zagrożenia drzewo-



stanów w stopniu co najmniej 2 w poszczególnych oddziałach z geometryczną bazą Puszczy Noteckiej utworzono mapy obrazujące przestrzenny ich rozkład dla poszczególnych gatunków owadów. Na tych mapach wizualnie zlokalizowano zwarte kompleksy ognisk gradacyjnych, zwane dalej centrami gradacyjnymi.

Następnie w bazie danych o zagrożeniach wyszukano oddziały, które spełniały założony warunek logiczny o ogniskach gradacyjnych, co umożliwiło zidentyfikowanie adresów leśnych ognisk gradacyjnych.

## Wyniki badań

W wyniku prac nad opisowymi i geometrycznymi bazami danych powstał szereg map (swoisty atlas elektroniczny), umożliwiających wykonanie analiz czasowo-przestrzennych gradacji brudnicy mniszki, strzygoni choinówki, barczatki sosnowki, poprocha cetyniaka i siwiotka borowca w Puszczy Noteckiej.

W pierwszej kolejności utworzono mapy, przedstawiające ogólną informację o Puszczy Noteckiej:

- zasięg bazy geometrycznej opracowania,
- zasięg obrębów różnych nadleśnictw na terenie Puszczy,
- mapa numeryczna granic 4771 oddziałów nadleśnictw Puszczy,
- mapa numeryczna centroidów oddziałów nadleśnictw Puszczy.

Następnie, po połączeniu opisowych i geometrycznych baz danych dotyczących występowania i zwalczania poszczególnych szkodników, dla każdego z nich powstały mapy:

- zagrożenia drzewostanów w poszczególnych latach z okresu 1946–2004,
- zwalczania w poszczególnych latach z okresu 1946–2004,

W celu wyznaczenia ognisk gradacyjnych dla każdego gatunku owada (oprócz siwiotka borowca) utworzono mapy częstotliwości występowania zagrożenia w stopniu co najmniej 2. Ogniska gradacyjne wyznaczone zostały na podstawie dwóch warunków logicznych: 1) zagrożenie w stopniu co najmniej 2. (tzn. 2, 2,5 i 3) wystąpiło w danym oddziale dwu- lub kilkakrotnie, 2) w ramach jednej gradacji oddział z powtarzającym się co rok dużym zagrożeniem ( $\geq 2$ ) uwzględniano jeden raz. Analiza połączonych baz opisowych i geometrycznych umożliwiła wydzielenie oddziałów w każdym obrębie poszczególnych nadleśnictw na terenie Puszczy Noteckiej, spełniających wymienione wyżej warunki logiczne uznania ich za ogniska gradacyjne. Ogniska gradacyjne dla strzygoni choinówki stwierdzono w 45 oddziałach, dla brudnicy mniszki – w 554 oddziałach, dla barczatki sosnowki – w 214 oddziałach i dla poprocha cetyniaka – w 108 oddziałach. Analiza danych umożliwiła również uszeregowanie tych oddziałów w zależności od liczby wystąpień gradacji danego gatunku owada w okresie 58 lat. Przykład dla brudnicy mniszki na terenie Nadleśnictwa Wronki, (RDLP Piła) przedstawiono w tabeli.

Mapy częstotliwości występowania zagrożenia w stopniu co najmniej 2 pozwoliły określić i utworzyć mapy obszarów tzw. centrów gradacyjnych – zwartych kompleksów leśnych, w których obserwowane są powtarzające się masowe wystąpienia poszczególnych szkodników. Interpretacja przyrodnicza centrów gradacyjnych może być taka, że w obrębie ich granic z dużym prawdopodobieństwem położone są miejsca, gdzie rozpoczynają się procesy narastania liczebności owadów, tzn. ogniska gradacyjne. W przypadku siwiotka borowca w okresie 1946–2004 wystąpiła tylko jedna większa gradacja (w latach 1991–1993). Dlatego dla tego gatunku owada nie wyznaczono centrów gradacyjnych.

Do lokalizacji miejsc, najbardziej preferowanych przez wszystkie analizowane gatunki szkodników, utworzono mapy:

- sum stopni zagrożenia łącznie dla strzygoni, barczatki, mniszki i poprocha w poszczególnych latach kalendarzowych z okresu 1946-2004,
- sum stopni zagrożenia łącznie dla strzygoni, barczatki, mniszki i poprocha dla całego okresu 1946–2004 (rys. 1),
- interpolacyjne sum stopni zagrożenia łącznie dla strzygoni, barczatki, mniszki i poprocha dla całego okresu 1946–2004 (rys. 2).

Analiza baz danych pozwoliła utworzyć tabelę, w której wymieniono 46 oddziałów o najwyższych sumarycznych zagrożeniach drzewostanów przez strzygonię, barczatkę, mniszkę i poprocha w okresie 1946–2004.

Na terenie Puszczy Noteckiej stwierdzono również, że w 204 oddziałach, w okresie 1946–2004 nie odnotowano żadnego zagrożenia przez strzygonię, barczatkę, mniszkę czy paprocha (rys. 3).

## Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań można sprecyzować następujące wnioski:

1. Do prawidłowego wyznaczenia pierwotnych ognisk gradacyjnych wymagane jest spełnienie dwóch warunków. Pierwszy warunek to konieczność dysponowania długimi seriami czasowymi zlokalizowanych przestrzennie danych o występowaniu i zwalczaniu najważniejszych szkodników. Drugi warunek to dysponowanie wysoko zaawansowanymi programami komputerowymi, umożliwiającymi przetwarzanie przestrzennych danych monitoringowych o populacjach foliofagów.
2. Czasowo-przestrzenna analiza danych dotyczących występowania i zwalczania owadów liściożernych sosny wykazała, że poszczególne gatunki wyraźnie preferują określone drzewostany. W 45 oddziałach wykazano ogniska gradacyjne strzygoni choinówki, w 108 – poprocha cetyniaka, w 204 – barczatki sosnowki, a w 554 – brudnicy mniszki. Z 4771 oddziałów Puszczy Noteckiej te gatunki owadów wspólnie preferowały drzewostany tylko w 46 oddziałach, natomiast w 204 oddziałach nie zaobserwowano żadnego zagrożenia przez te szkodniki.
3. Dużym ułatwieniem dla realizacji programu badań, związanego z wyznaczaniem ognisk gradacyjnych foliofagów sosny w Puszczy Noteckiej były leśne mapy numeryczne nadleśnictw, utworzone według standardu obowiązującego w Lasach Państwowych.
4. Najbardziej przydatne w ocenie zjawisk gradacyjnych były, realizowane w postaci kartodiagramów i map interpolacyjnych, stosunkowo proste, ale zróżnicowane pod względem zawartości merytorycznej prezentacje kartograficzne. Pomimo prób utworzenia map syntetycznych (przykładem jest mapa interpolacyjna, obrazująca sumaryczne zagrożenie lasu przez grupę owadów w okresie kilku dziesiątków lat), nie udało się stworzyć w technikach prezentacji kartograficznej mapy tematycznej, dostatecznie dobrze generalizującej wyniki różnokierunkowych analiz prowadzonych na geometryczno-opisowej bazie danych. Forma atlasu elektronicznego, możliwego do odczytania popularnymi programami wydaje się niezbędną do efektywnej dystrybucji i prezentowania licznego zbioru map tematycznych, obrazujących zjawiska gradacyjne.

5. Zastosowane w opracowaniu techniki systemów informacji przestrzennej z wykorzystaniem wysoko zaawansowanych programów komputerowych, zwłaszcza oprogramowania ArcGIS firmy ESRI okazały się bardzo przydatne do lokalizacji ognisk gradacyjnych najgroźniejszych szkodliwych owadów sosny w Puszczy Noteckiej.

#### **Summary**

*Outbreak foci and outbreak centers location of forest pest is essential for undertaking successful forest protection actions. Outbreak foci location and understanding the mechanisms of its expansion potentially allow to limit pest outbreak in its focus and as the result to prevent pest outbreak rise.*

*The aim of the research was outbreak foci localization and analyzing the most dangerous pine insect defoliators (nun moth, pine noctuid, pine moth, pine looper and pine sphinx moth) in Notecka Primary Forest (Poland) with the use of GIS.*

*Maps that were created allow spatial-temporal analyses of outbreak of five above mentioned pine insect defoliators in Notecka Primary Forest. In 46 compartments (among 4771) total amount of danger for tree stands by insects in period of 1946–2004 was identified as very high, and in 204 compartments no danger for tree stands was identified.*

prof. dr hab. Jerzy Mozgawa  
Jerzy.Mozgawa@wl.sggw.waw.pl

dr inż. Wiktor Tracz  
wiktor.tracz@wl.sggw.pl

dr inż. Grażyna Kamińska  
Grazyna.Kaminska@wl.sggw.pl

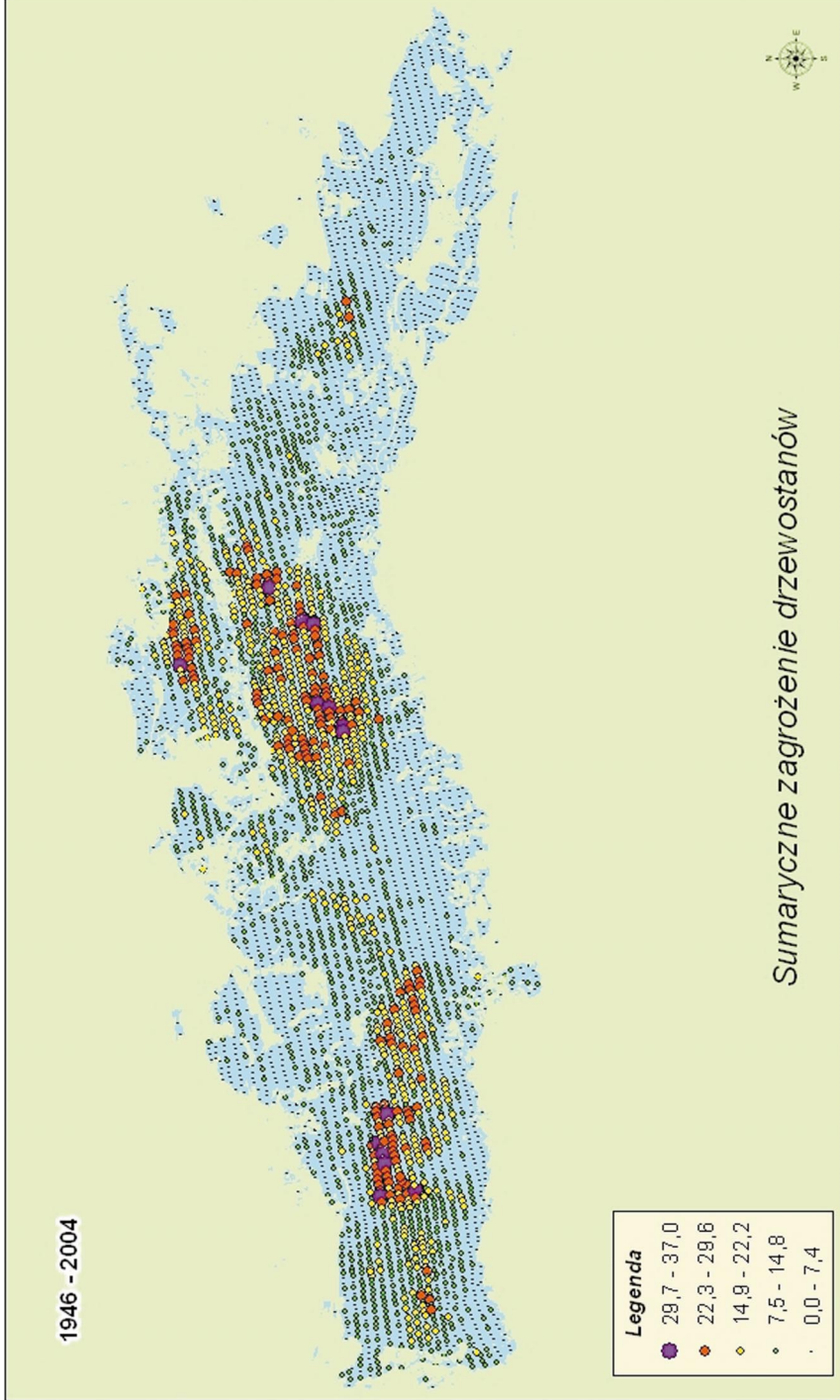
doc. dr hab. Andrzej Kolk  
A.Kolk@ibles.waw.pl

dr inż. Lidia Sukovata  
L.Soukovata@ibles.waw.pl



**Tabela.** Lokalizacja ognisk gradacyjnych brudnicy mniszki w Nadleśnictwie Wronki (RDLP Piła)

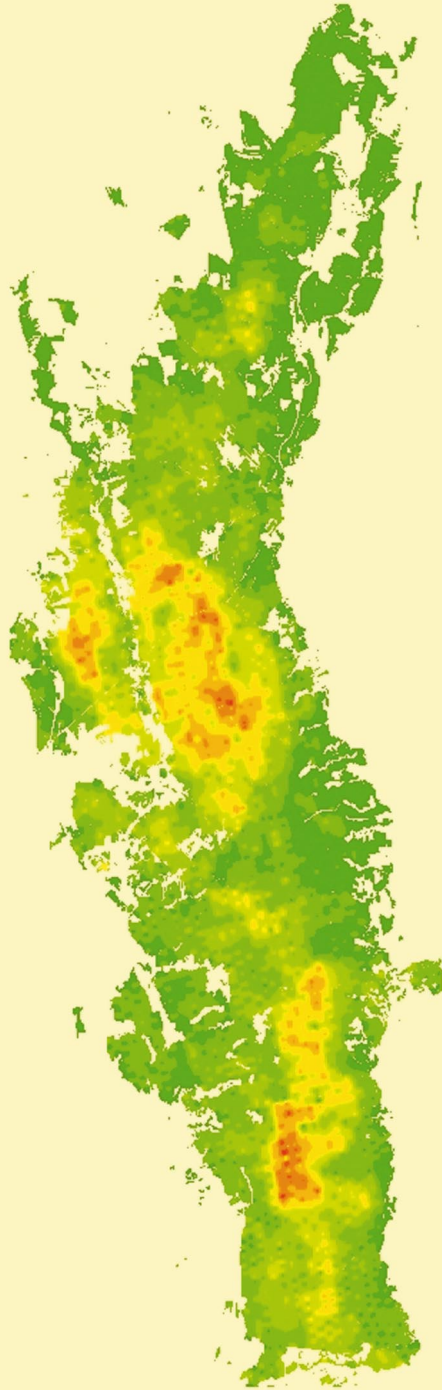
Numery oddziałów, w których brudnica mniszka wystąpiła w fazie gradacji kilkakrotnie w obrębie										
Bucharzewo							Wronki			
2 razy		3 razy		4 razy		5 raz	2 razy		3 razy	4 razy
4	210	5	230	10	171	24	89	163	92	120
6	212	8	231	21	180	36	94	165	95	121
7	213	15	237	22	181	38	98	175	106	130
9	216	17	245	23	185	40	100	199	111	133
11	217	25	247	37	186	41	101	201	112	
12	218	30	248	39	187	42	102	203	116	
13	219	34	249	54	193	43	104	205	117	
14	220	35	250	55	194	61	107	208	119	
16	221	45	252	56	195	62	108	209	123	
18	222	49	254	57	196	87	109	210	124	
19	229	50	255	58	197	125	110	218	126	
20	232	51	256	63	200	227	113	220	129	
27	233	52	257	64	214		114	233	131	
28	235	53	259	65	224		118	237	136	
29	236	60	260	66	225		122	238	142	
32	238	67	265	68	226		125	239	144	
33	239	72	273	79	228		128	240	149	
44	240	76	274	80	246		132	254	158	
46	241	77	275	82	253		134	260	200	
47	242	81	276	84	258		135	261	202	
48	243	83	277	86	278		139	266	255	
59	244	85	279	88	285		140	268	203A	
69	251	92	280	89			141	290	214A	
70	261	94	284	90			143	214B		
71	266	96	312	91			145	303		
73	267	97	313	93			156	304		
74	268	98		95			157	317A		
75	269	100		99			159	388		
78	271	106		101						
104	272	111		102						
105	281	114		103						
113	282	115		107						
119	286	121		108						
120	290	123		109						
122	293	128		110						
131	294	129		112						
132	301	135		116						
142	303	136		117						
144	304	140		118						
145	305	141		124						
146	314	151		126						
147	315	161		127						
148	323	162		130						
150	329	172		133						
152	331	177		134						
154	332	178		137						
158	347	179		138						
160	348	183		139						
173	349	188		153						
174	350	190		163						
176	358	191		164						
182	359	192		165						
184	360	198		166						
189	361	199		167						
202	362	201		168						
203	363	215		169						
204		223		170						



**Puszcza Notecka**

Rys. 1

1946 - 2004



**Legenda**

32,2 - 36,1	20,2 - 24,1	8,1 - 12,0
28,2 - 32,1	16,2 - 20,1	4,1 - 8,0
24,2 - 28,1	12,1 - 16,1	0,0 - 4,0

Strefy sumarycznego  
zagrożenia drzewostanów

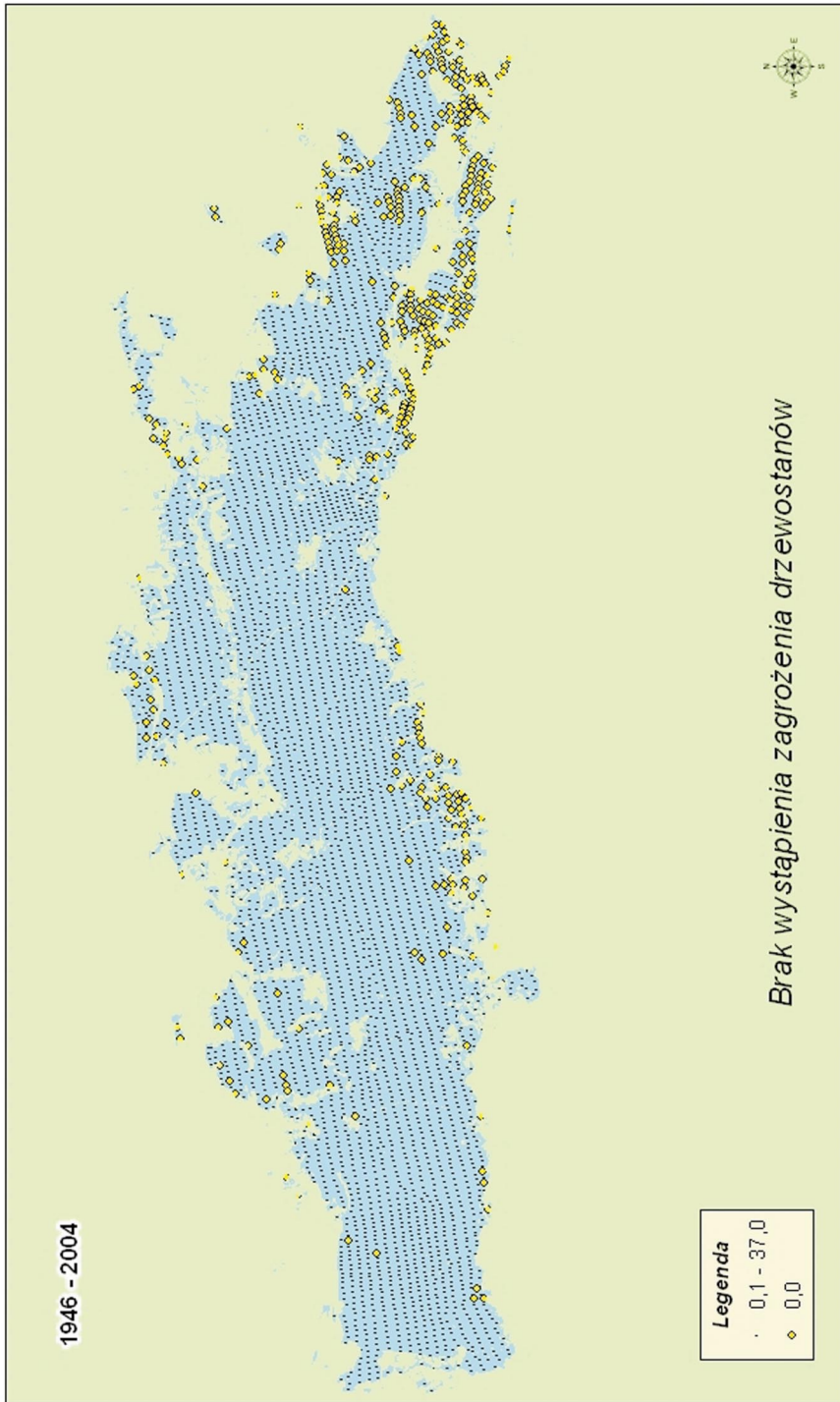


1:400 000  
0 5 10 Kilometry

Zakład Systemów Informacji Przestrzennej i Geodazji Leśnej  
Wydział Leśny SGGW

## Puszcza Notecka

Rys. 2



## Puszcza Notecka

Rys. 3