

IWONA CIEŚLAK, KAROL SZUNIEWICZ, SZYMON CZYŻA, MICHAŁ OGRODNICZAK

Lokalizacja kompleksów leśnych zagrożonych ze względu na sąsiedztwo różnych form zagospodarowania przestrzeni

Location of the forest complexes endangered by the vicinity to diverse form of land management

ABSTRACT

Cieślak I., Szuniewicz K., Czyża S., Ogrodniczak M. 2019. Lokalizacja kompleksów leśnych zagrożonych ze względu na sąsiedztwo różnych form zagospodarowania przestrzeni. Sylwan 163 (4): 300-310. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2018100>.

The article presents a method of assessing the effect of vicinity on forest areas and provides a comprehensive procedure for distinguishing vicinities with a negative impact on forest areas. The study was carried out in four districts of Warmia and Mazury province (Pisz, Szczytno, Giżycko and Mrągowo). Diversification of land cover in the selected districts was identified using Corine Land Cover (CLC) databases for 2012. The authors used Analytic Hierarchy Process (a decision-making method) in order to assess significance of vicinity for a group of spatial forms. The main objective of this work was achieved by using OL indicator, which was developed by the authors as a measure of burden exerted on forest areas due to their vicinity. The indicator was determined for all forest areas under study. Based on the classification of the indicator, affected areas were isolated and the ones particularly exposed to negative vicinities were identified. The developed assessment procedure and method may become a useful tool in sustainable forest management. It allows to predict potential conflicts and threats to the natural environment and considerably improves the process of monitoring and protecting forest areas, which is especially important for environmental, social and economic reasons.

KEY WORDS

vicinity of forest areas, land cover, threats to forests, Analytic Hierarchy Process, Corine Land Cover

ADDRESSES

Iwona Cieślak – e-mail: isidor@uwm.edu.pl
Karol Szuniewicz – e-mail: karol.szuniewicz@uwm.edu.pl
Szymon Czyża – e-mail: szymon.czyza@uwm.edu.pl
Michał Ogrodniczak – e-mail: michal.ogrodniczak@wp.pl

Instytut Geoinformacji i Kartografii, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski; ul. Prawocheńskiego 15, 10-720 Olsztyn

Wstęp

Lasy pełnią wiele istotnych funkcji, również pozaprodukcyjnych, w tym rekreacyjnych, wypoczynkowych, edukacyjnych, zdrowotnych, klimatycznych, filtracyjnych, krajobrazowych, przyrodniczych oraz ochronnych [Jaszczak 2008; Senetra 2015]. Ludzie mają świadomość znaczenia lasu, ale jednocześnie, wprowadzając nowe funkcje użytkowe w przestrzeni, są głównymi spraw-

camy zmian, degradacji i zanikania dużych powierzchni leśnych. Obszary leśne bardzo często ulegają przekształcaniu w kierunku innych kategorii użytkowania gruntów, a tempo tych zmian w latach 90. XX wieku było bardzo duże [Płotkowski 2004].

Na potrzeby równoważenia sprzecznych dążeń, wynikających z chęci ochrony, a równocześnie maksymalnego wykorzystania, wprowadza się do gospodarki leśnej zasady zrównoważonego rozwoju [Cieślak i in. 2019]. Rozwój ten powinien odbywać się z zachowaniem czterech podstawowych zasad: powszechnej ochrony lasów, trwałości ich utrzymania, ciągłości i zrównoważonego wykorzystania wszystkich funkcji lasu oraz powiększania zasobów leśnych [Falencka-Jabłońska 2016]. Konieczność realizacji tych zasad wynika z coraz intensywniejszego wykorzystania zasobów leśnych, powodującego degradację przestrzeni przyrodniczej i geograficznej na skutek urbanizacji oraz rozbudowy infrastruktury przemysłowej i drogowej.

Należy przy tym zauważyć, że literatura przedmiotu wskazuje na znaczną złożoność problematyki w zakresie zagrożeń lasów ze strony czynników abiotycznych, biotycznych oraz antropogenicznych [Jabłoński i in. 2013; Rykowski 2016; Zajączkowski i in. 2017]. Pośród nich czynniki antropogeniczne należą do najbardziej stresogennych [Rykowski 1990]. Oprócz zanieczyszczenia powietrza (energetyka, gospodarka komunalna, transport), zanieczyszczeń wód i gleb (przemysł, gospodarka komunalna, rolnictwo), przekształcania powierzchni ziemi (górnictwo) i pożarów leśnych powodowanych działaniami człowieka do czynników niszczących obszary leśne należy zaliczyć również wzmożoną eksploatację turystyczną i rekreacyjną [Ubysz i in. 2005; Jaszczak, Wajchman 2014].

Większość z opisanych wcześniej zagrożeń wynika z ukierunkowanej działalności człowieka przejawiającej się w użytkowej formie pokrycia terenu. Wiele z nich wywołuje zmiany w strukturze przestrzennej obszarów leśnych, powodując ich zanikanie czy fragmentację [Betts, Taylor 2002]. Zmniejszenie fragmentacji kompleksów leśnych i tworzony przez nie system sprawia, że są one stabilniejsze biologicznie [Thompson i in. 2009; Haddad i in. 2015]. Sąsiedztwo obszarów o wysokim stopniu stresogenności może zaburzać tę strukturę, a w efekcie prowadzić do trwałych negatywnych skutków w różnych wymiarach funkcjonowania tego systemu. Rola obszarów sąsiadujących z obszarami leśnymi w kształtowaniu struktury lasów jest przedmiotem szerokich analiz [Wang i in. 2016]. Sąsiedztwo terenów nieleśnych, tj. obszarów rolniczych, dużych zbiorników wodnych oraz terenów infrastruktury technicznej, stanowi o występowaniu i skali szkód powstałych również w wyniku wiatrołomów [Kościński, Nienartowicz 2014]. Wzajemne relacje między lasem a terenami rolnymi opisuje m.in. Koreleski [2006]. Na stan lasów wpływają tereny zurbanizowane i suburbanizowane [Jaszczak 2008], komunikacyjne [Miścicki, Stępień 2000; Wójcik 2006] i przemysłowe [Greszta 1987]. Zainteresowanie badaczy wzajemnymi relacjami między lasami a obszarami do nich przyległymi dowodzi istnienia zależności między stanem obszarów leśnych i formami użytkowania z nimi sąsiadującymi.

W gospodarce leśnej wypracowywano system monitorowania stanu lasu i poszczególnych czynników stresogennych, zwłaszcza zagrażających istnieniu lasu [Płotkowski 2004]. Ocena zagrożenia lasu znajduje odzwierciedlenie w planach urządzenia lasu czy opisach taksacyjnych, dotychczas jednak skupia się ona najczęściej na ocenie stanu lasu. Brakuje natomiast oceny, która dałaby możliwość określenia podatności lasów na czynniki stresogenne, w tym również ich wrażliwości na różnego typu działalność człowieka [Turkowiak 2009].

Kierując się potrzebą tworzenia metod oceny zagrożenia lasów czynnikami zewnętrznymi oraz bazując na obserwacji stresogennego wpływu terenów sąsiadujących z lasami na ich kondycję, sformułowano główną tezę pracy, w myśl której informacja o użytkowaniu przestrzeni sąsiadu-

jącej z obszarami leśnymi może być podstawą w badaniu potencjału zagrożeń tych obszarów. Teza ta stała się wyjściem do określenia celu głównego, czyli opracowania procedury identyfikacji potencjału zagrożeń kompleksów leśnych na podstawie informacji o ich niekorzystnym sąsiedztwie.

Artykuł prezentuje propozycję oceny sąsiedztwa lasów i jej wykorzystania w celu poszukiwania lokalizacji potencjalnych zagrożeń środowiska przyrodniczego reprezentowanego obszarami leśnymi. Metoda wskazania takiej lokalizacji może stać się narzędziem planowania gospodarki leśnej, ukierunkowanego na zapobieganie negatywnemu wpływowi terenów sąsiednich na pojedyncze obszary leśne i ich system.

Material i metody

Na potrzeby realizacji celu pracy określono czteroetapową procedurę:

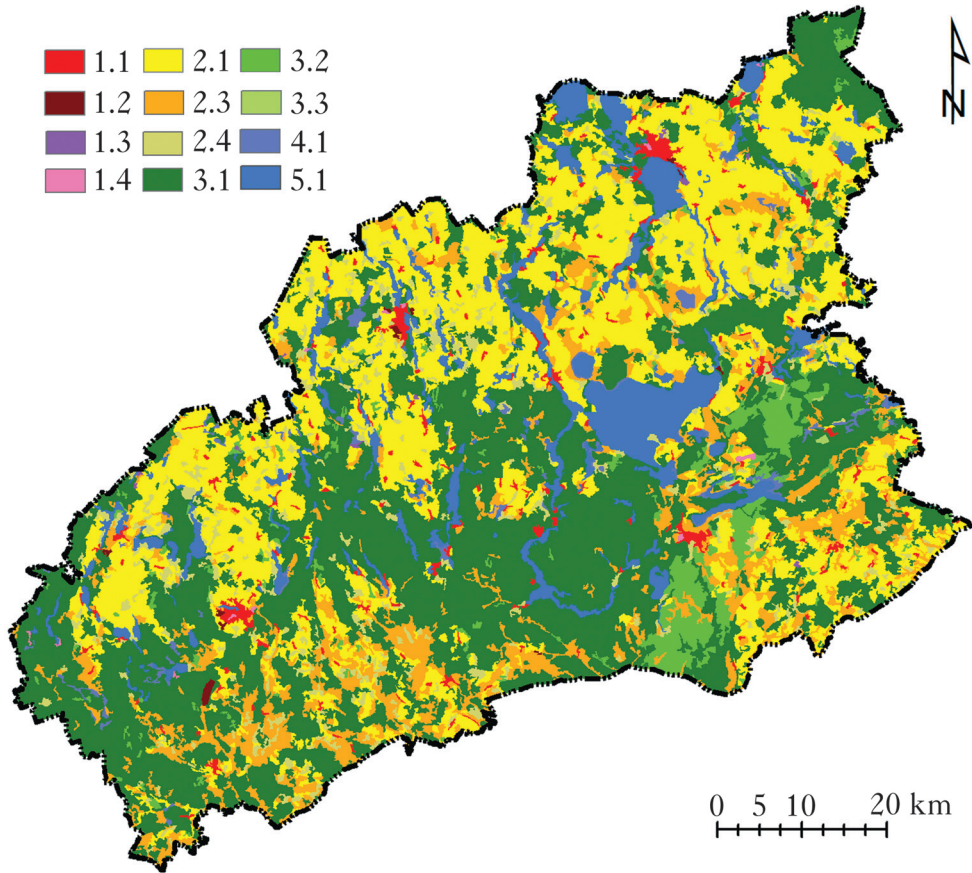
1. Wybór reprezentatywnego obszaru badań.
2. Inwentaryzacja pokrycia terenu na wybranym obszarze.
3. Określenie wag sąsiedztwa lasów względem zidentyfikowanych form pokrycia terenu.
4. Opracowanie i wyznaczenie miary zagrożenia obszarów leśnych wynikającego z jego sąsiedztwa.

Do przeprowadzenia badań wyznaczono cztery powiaty województwa warmińsko-mazurskiego: piski, szczycieński, giżycki i mrągowski. Obszar ten obejmuje łącznie prawie 600 tys. ha, z czego blisko 250 tys. ha to lasy. Powiaty te charakteryzuje wysoki poziom rozwoju gospodarczego, oparty w dużej mierze na rozwoju turystyki oraz na przemyśle drzewnym. Duże walory przyrodnicze obszaru powodują, że mogą występować tam konflikty funkcji przestrzeni w kontekście rozwoju gospodarczego i priorytetów ochrony przyrody, co było głównym powodem wytypowania tego terenu jako przedmiotowego dla prowadzonych badań.

Drugim etapem procedury jest ustalenie granic różnych form pokrycia terenu. Śledzenie użytkowania przestrzeni i zmian zachodzących w tym użytkowaniu ułatwiają bazy informacji przestrzennej [Cieślak i in. 2017], np. CLC (CO-ordinate of INformation on Enviroment – Land Cover). Projekt Corine Land Cover 2012 (CLC2012) w Polsce został zrealizowany przez Instytut Geodezji i Kartografii i sfinansowany ze środków Unii Europejskiej. Wyniki projektu pozyskano ze strony internetowej Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska. Baza danych CORINE Land Cover obejmuje wszystkie formy pokrycia terenu występujące na kontynencie europejskim, nie pozostawiając obszarów niesklasyfikowanych (www.clc.gios.gov.pl).

Zgodnie z legendą CLC wyróżnia się pięć podstawowych form pokrycia terenu, które dodatkowo dzieli się na poziom drugi i trzeci, precyzujące pokrycie terenu identyfikowane w ramach grupy wyższej [Ciołkosz, Bielecka 2005]. W przedstawionej pracy wykorzystano dane o stopniu generalizacji dla poziomu II CLC. Stały się one podstawą do wyróżnienia na badanym obszarze terenów o określonym sposobie pokrycia, które są obrazem użytkowania tej przestrzeni. Taki poziom szczegółowości był najbardziej odpowiedni dla przyjętej skali badań. Pokrycie terenu badań według CLC przedstawia rycina 1.

Następny etap pracy wymagał oceny zagrożenia terenów leśnych ze względu na sąsiedztwo różnych form pokrycia terenu. Ponieważ nie istnieją badania określające poziom takiego zagrożenia dla każdej z form pokrycia terenu, posłużono się metodami analizy wielokryterialnej. Jedną z nich jest metoda AHP (Analytic Hierarchy Process), która daje możliwość wykorzystania istniejącej wiedzy na temat wpływu niektórych form pokrycia terenu na obszary leśne i w drodze porów-



Ryc. 1.

Pokrycie obszaru badań według CLC2012
 Coverage of the research area according to CLC2012
 objaśnienia kodów w tabeli 1, code denotes in table 1

nania wykonania oceny takiego zagrożenia wynikającego z sąsiedztwa pozostałych form pokrycia terenu. Zgodnie z założeniami AHP sąsiedztwo lasów z różnymi formami pokrycia terenu przedstawiono jako n -wymiarową macierz porównań, gdzie n jest liczbą uwzględnianych w analizie rodzajów użytkowania terenu [Saaty 2001]. Porównania zawarte w tej macierzy są równe stosunkowi wag poszczególnych sąsiedztw lasu, z jakimi mają one wpływ na ostateczną ocenę zagrożenia. W macierzy porównań zapisujemy zatem, która forma użytkowania stanowi większe zagrożenie dla bezpośrednio sąsiadującego z nią lasu (w_i) w porównaniu do zagrożenia tego lasu inną formą użytkowania (w_j). Macierz ta jest nazywana macierzą własną A^0 i jest spójna, co oznacza, że $a_{ij} \cdot \frac{1}{a_{ji}} = 1$, gdzie a to elementy macierzy A^0 , $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$, przy czym $a_{ij} = w_i / w_j$.

Oznacza to, że dla tej macierzy istnieje pewna standardowa skala, która umożliwi przypisanie wag każdemu z rodzajów sąsiedztwa w taki sposób, że są one wzajemnie niezależne [Wachstiel 2013]. Matematyczny zapis tego stwierdzenia prezentuje wzór:

$$\begin{array}{c}
 A^0 \\
 \left[\begin{array}{cccc}
 \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\
 \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\
 \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n}
 \end{array} \right] \cdot \begin{array}{c} W \\ \left[\begin{array}{c} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{array} \right] = n \cdot \begin{array}{c} W \\ \left[\begin{array}{c} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{array} \right]
 \end{array}
 \end{array} \quad [1]$$

gdzie:

w_n – waga zagrożenia określonej formy użytkowania terenu dla bezpośrednio sąsiadującego z nią lasu,

n – liczba form użytkowania terenu uwzględnionych w badaniu,

W – wektor wag zagrożenia lasów sąsiedztwem.

Równanie jest prawidłowe, gdy mnożenie macierzy daje $n \times 1$ wymiarową macierz z następującymi wartościami:

$$w_1 \cdot (w_1/w_1) + w_2 \cdot (w_1/w_2) + \dots + w_n \cdot (w_1/w_n) \quad [2]$$

Sumą wartości własnych λ macierzy A^0 oraz jej śladem, czyli sumą wyrazów tworzących przekątną tej macierzy, jest n . Zasady rachunku macierzowego pozwalają również stwierdzić, że macierz A^0 jest macierzą 1 rzędu, zatem n jest jedyną wartością własną macierzy $\neq 0$, jest zatem jednocześnie λ_{max} . Z równania 1, stanowiącego syntezę macierzowego zapisu AHP, można wyróżnić wektor własny W , który jest wektorem wag zagrożenia poszczególnych form pokrycia terenu dla sąsiadującego z nimi lasu. Wektor ten spełnia równanie:

$$A^0 W = \lambda_{max} W \quad [3]$$

Niewiadomą w rzeczywistym rozwiązywaniu problemów stanowi określenie relacji w_i/w_j . Problem ten rozwiązano z użyciem macierzy porównań i uniwersalnej skali wzajemnych porównań Saaty'ego [2001]. Porównania te buduje się na podstawie porównań znaczenia sąsiedztw względem siebie, a nasilenie tego podobieństwa jest punktowane w podstawowej skali nieparzystymi wartościami od 1 do 9, przy czym 1 oznacza równoważne znaczenie sąsiedztwa, a 9 wyjątkowo negatywne oddziaływanie obszarów przyległych na obszary leśne.

Macierz sporządzona na zasadzie porównań zagrożeń każdej formy pokrycia terenu z każdą musi być weryfikowana co do spójności. Saaty [2008] zaproponował ocenę spójności z wykorzystaniem indeksu zgodności CR równego stosunkowi wskaźnika CI do RI [Cieślak, Szuniewicz 2018]. Wskaźnik ten powinien spełnić warunek $CR \leq 0,1$. Wartość CI oblicza się z formuły:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad [4]$$

gdzie:

λ_{max} – maksymalna wartość własna macierzy,

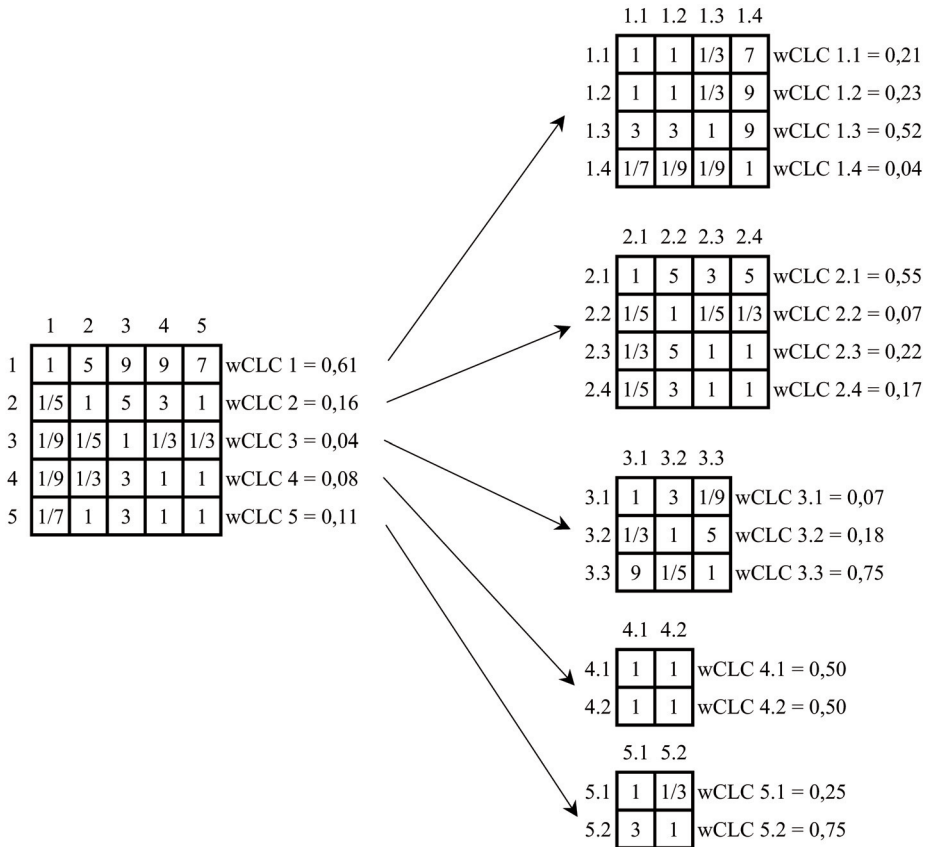
n – wymiar macierzy.

RI jest średnią wartością CI dla dużej liczby losowo wygenerowanych macierzy porównań (wartości RI dostępne w literaturze przedmiotu [Saaty 2008]). Dla analizowanego przypadku wszystkie macierze spełniły warunek spójności.

Negatywny wpływ sąsiedztwa poszczególnych form pokrycia terenu na obszary leśne określono w drodze wywiadu z 15 ekspertami, których poproszono o wypełnienie 6 macierzy porównań ułożonych w hierarchii wynikającej z zależności między I i II poziomem szczegółowości CLC

(ryc. 2). Uwzględnienie dwóch poziomów CLC gwarantowało odpowiedni poziom szczegółowości analizy w stosunku do określonego obszaru badań. Uwzględnienie poziomu III CLC jest wskazane dla analiz prowadzonych dla badań szczegółowych w odniesieniu do wąsko określonych obszarów. Dla prezentowanych badań dawało ono zbyt duże rozdrobnienie form pokrycia i niewielkie różnice w określeniu zagrożenia obszarów leśnych wynikającego z sąsiedztwa form pokrycia identyfikowanych w III poziomie CLC w ramach jednej grupy poziomu II.

Jako ostateczne wyniki porównań przyjęto wartość modalną dla poszczególnych porównań, zakładając, że musiała ona wystąpić z przynajmniej 30-procentową częstotliwością pośród udzielanych odpowiedzi. Warunek ten został spełniony dla wszystkich macierzy. Wskaźniki CR spełniły warunek $<0,1$ (tab. 1). Na podstawie macierzy zostały obliczone wagi globalne (I poziom CLC – w^g) i lokalne (II poziom CLC – w^l) – ich wartości są średnią elementów poszczególnych macierzy w wierszach. Elementy macierzy przed ich uśrednieniem zostały znormalizowane kolumnowo (suma kolumny=1). Iloczyn w^g i w^l określił ostateczną wartość wagi szkodliwego sąsiedztwa obszarów n względem lasu – w_{sn} (tab. 1).



Ryc. 2.

Hierarchiczne drzewo macierzy porównań (poziomu CLC I – lewo, poziomu CLC II – prawo) wpływu form pokrycia terenu na obszary leśne

Hierarchical tree of comparison matrixes (CLC I level – left, CLC II level – right) of the effect of land cover forms on forest areas

1.1-5.2 – formy pokrycia terenu jak w tabeli 1, wCLC 1-5 – wagi sąsiedztwa w^g , wCLC 1.1-5.2 – wagi sąsiedztwa w^l

1.1-5.2 – land cover forms as in table 1, wCLC 1-5 – w^g neighbourhood weights, wCLC 1.1-5.2 – w^l neighbourhood weights

Tabela 1.

Wagi (w_{sn}) dla form pokrycia terenu identyfikowanych według CLC poziomu II
Weights (w_{sn}) for the land cover forms identified by Level II CLC

	w_{sn}
1.1 Zabudowa miejska Urban fabric	0,13
1.2 Tereny przemysłowe, handlowe i komunikacyjne Industrial, commercial and transport units	0,14
1.3 Kopalnie, wyrobiska i budowy Mine, dump and construction sites	0,32
1.4 Miejskie tereny zielone i wypoczynkowe Artificial, non-agricultural vegetated areas	0,02
2.1 Grunty orne Arable land	0,09
2.2 Uprawy trwałe Permanent crops	0,01
2.3 Łąki i pastwiska Pastures	0,04
2.4 Obszary upraw mieszanych Heterogeneous agricultural areas	0,03
3.1 Lasy Forests	0,00
3.2 Zespoły roślinności drzewiastej i krzewiastej Scrub and/or herbaceous vegetation association	0,01
3.3 Tereny otwarte, pozbawione roślinności lub z rzadkim pokryciem roślinnym Open spaces with little or no vegetation	0,03
4.1 Śródlądowe obszary podmokłe Inland wetlands	0,04
5.1 Wody śródlądowe Inland waters	0,04

Wagi w_{sn} posłużyły do wyznaczenia wskaźnika O_L – będącego miarą zagrożenia obszarów leśnych sąsiedztwem. Było to możliwe po analizie metodyki wyznaczania wskaźników dotyczących fragmentacji krajobrazu, w której zastosowano podobne wskaźniki na potrzeby określenia wpływu sąsiedztwa na zjawiska przestrzenne [McGarigal, Marks 1995] oraz badań nad poziomem zagrożenia obszarów konfliktami przestrzennymi [Cieślak 2018]. Analizy te stały się podstawą do opracowania ostatecznej postaci wskaźnika O_L . Nie odnaleziono tego rodzaju badań dotyczących obszarów leśnych, więc porównanie prezentowanych wyników badań z innymi tego typu analizami było niemożliwe. Wyznaczenie wskaźnika realizowało czwarty etap przyjętej w pracy procedury. Wskaźnik został opracowany tak, aby uwzględnił najistotniejsze elementy możliwe do wyznaczenia w przeprowadzanej analizie kartograficznej, jednocześnie wpływające na poziom oddziaływania różnych form pokrycia terenu na obszary leśne. W jego formule uwzględniono powierzchnię obszarów leśnych, która wpływa na odporność tych terenów, powierzchnię obszarów z nimi sąsiadujących, która zwiększa poziom negatywnego wpływu tych obszarów na tereny leśne, oraz długość wspólnej granicy. Ostateczną formułę przedstawia wzór:

$$O_{Li} = \frac{\sum_{n=1}^N P_{sn} \cdot G_{sn} \cdot w_{sn}}{P_{Li} \cdot Sd_{Li}} \quad [5]$$

gdzie:

- $O_{L,i}$ – zagrożenie obszaru leśnego i sąsiedztwem,
- $P_{L,i}$ – powierzchnia obszaru leśnego i ,
- $Sb_{L,i}$ – obwód obszaru leśnego i ,
- P_{sn} – powierzchnia n obszaru sąsiadującego z obszarem leśnym i ,
- G_{sn} – długość wspólnej granicy obszaru n i i ,
- w_{sn} – waga szkodliwego sąsiedztwa obszaru n względem lasu,
- N – liczba obszarów sąsiadujących z obszarem leśnym i .

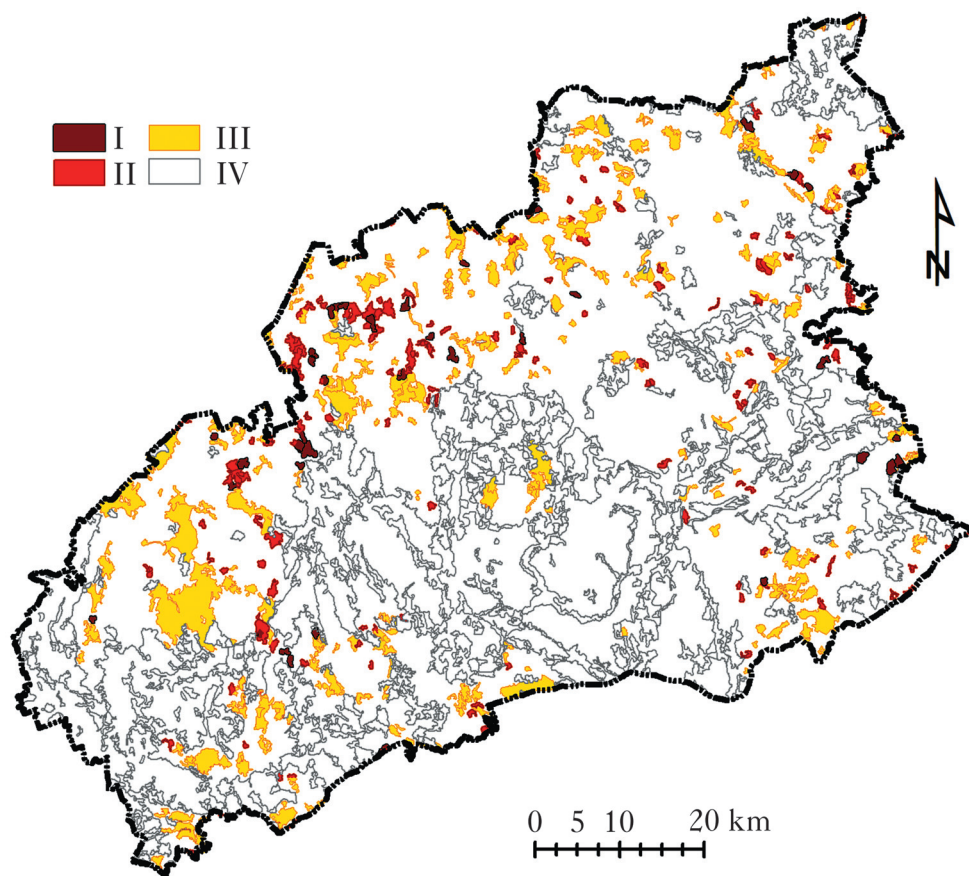
Wskaźnik OL przyjmuje wartości 0 i wyższe. Wartość 0 oznacza całkowity brak zagrożenia obszarów leśnych wynikającego z sąsiedztwa różnych form pokrycia terenu, natomiast wzrost wartości wskaźnika oznacza wzrost zagrożenia.

Wyniki i dyskusja

Dla wszystkich wyodrębnionych w obrębie analizowanego obszaru jednostek leśnych obliczono wskaźnik O_L . Na badanym terenie wahał się on od 0 do 65,94. Zakres jego wartości został podzielony na cztery klasy jakościowe metodą przerw naturalnych. Zarówno liczba klas, jak i metoda podziału dawały najlepsze wyniki klasyfikacji – gwarantowały maksymalne zróżnicowanie klas i wysoką spójność obiektów w obrębie tych klas. W klasie I – określającej najwyższe zagrożenie obszarów leśnych sąsiedztwem – znalazły się lasy, dla których wskaźnik O_L wahał się od 23,85 do 65,94. W klasie II, o średnim zagrożeniu sąsiedztwem, znalazły się obszary z wskaźnikiem w zakresie od 12,83 do 23,84. Klasa III, wskazująca na niski poziom zagrożenia, cechowała się wartością wskaźnika w granicach 4,97-12,82. Natomiast klasa IV, w której znalazły się obszary leśne niezagrożone ze względu na ich sąsiedztwo, objęła wartości wskaźnika z zakresu 0,00 do 4,96. Ostateczną klasyfikację przedstawia rycina 3.

Na podstawie wykonanej klasyfikacji określono charakter zjawiska zagrożenia obszarów leśnych możliwością wystąpienia negatywnych skutków sąsiedztwa tych obszarów. W klasie I, wskazującej na wyjątkową podatność lasu na czynniki negatywnie oddziaływującego sąsiedztwa, znalazły się najmniejsze powierzchniowo lasy otoczone w głównej mierze terenami rolnymi (tab. 2). Na obszarze badań stosunkowo rzadko występują lasy graniczące bezpośrednio z terenami zurbanizowanymi, stąd znikomy wpływ terenów zurbanizowanych na wielkość wskaźnika. Większość terenów leśnych, które znalazły się w klasie I i II zagrożenia sąsiedztwem, położona jest w północnej części badanego obszaru, gdzie występuje wyjątkowo duże rozdrobnienie obszarów leśnych (ryc. 1). Można zatem wnioskować, że zaproponowany wskaźnik reaguje na tę istotną cechę systemu obszarów leśnych.

Na badanym terenie najwyższe zagrożenie (I klasa) wynikające z sąsiedztwa terenów wykazuje niespełna 1% powierzchni obszarów leśnych. Powierzchnia II klasy zagrożenia sąsiedztwem to niespełna 8% wszystkich terenów leśnych. Jak wynika z analizy, na badanym terenie nie istnieje poważne zagrożenie obszarów leśnych wynikające z sąsiedztwa tych terenów. Ma na to wpływ duży udział powierzchniowy lasów w ogólnej powierzchni terenu badań oraz ich zwarta i zachowująca ciągłość struktura (ryc. 1). Wyznaczony obszar badań jest też stosunkowo mało zurbanizowany. Najczęściej występującym sąsiadem terenów leśnych są tereny rolne, dla których wagi w_{sn} , wskazujące na poziom zagrożenia obszarów leśnych sąsiedztwem, były stosunkowo niskie (tab. 1). Wpływa to na korzystny poziom badanego zjawiska na terenie objętym analizą (tab. 2).



Ryc. 3.

Klasyfikacja obszarów leśnych ze względu na wartość wskaźnika O_L (por. tab. 2)
 Classification of forest areas due to the O_L indicator value (see tab. 2)

Tabela 2.

Klasyfikacja obszarów leśnych ze względu na wartość wskaźnika O_L
 Classification of the forest areas with regard to O_L indicator value

	O_L	N	Amin	Amax	Sąsiedztwo	
I	23,85-65,94	63	0,10	196,47	Grunty orne Arable land	32,47
II	12,82-23,84	153	3,29	274,33	Grunty orne Arable land	31,32
III	4,97-12,82	266	13,41	4386,32	Grunty orne Arable land	26,63
IV	0,00-4,96	413	0,10	29923,71	Lasy Forests	34,38

N – liczba obszarów; Amin, Amax – odpowiednio minimalna i maksymalna powierzchnia obszaru leśnego [ha]; Sąsiedztwo – najczęściej występujące sąsiedztwo i jego udział [%] w całkowitej liczbie obszarów sąsiadujących
 N – number of areas; Amin, Amax – minimum and maximum area of a forest [ha], respectively; Sąsiedztwo – the most frequent neighborhood and its fraction [%] in the total number of neighboring areas

Podsumowanie

Przeprowadzone badania dotyczyły określenia lokalizacji obszarów leśnych, które ze względu na swoje sąsiedztwo mogą być zagrożone degradacją, fragmentacją, a nawet zanikaniem. Na potrzeby realizacji celu głównego badań opracowano wskaźnik O_L zagrożenia obszarów leśnych sąsiedztwem i wyznaczono jego wartość dla lasów położonych w obrębie granic administracyjnych powiatów województwa warmińsko-mazurskiego: piskiego, szczygieńskiego, giżyckiego i mrągowskiego. Zaproponowany sposób oceny dotyczy potencjału wystąpienia takich konfliktów. Niekorzystnego sąsiedztwa lasów nie jesteśmy w stanie wyeliminować. Pełnią one przecież ważne funkcje ochronne czy izolacyjne, których sednem jest niekorzystne sąsiedztwo lasów na rzecz ochrony zdrowia i dobrobytu człowieka. Jednak poprzez wyznaczanie obszarów leśnych, dla których takie sąsiedztwo może okazać się wyjątkowo szkodliwe, jesteśmy w stanie minimalizować te skutki i usprawnić tzw. optymalną gospodarkę leśną. Opracowana procedura może stać się podstawą wyznaczenia obszarów, w sąsiedztwie których należy prowadzić ostrożną i mało inwazyjną gospodarkę przestrzenną.

Literatura

- Betts M., Taylor R. 2002. An indicator species approach to monitoring forest fragmentation in New Brunswick, Canada.
- Cieślak I. 2018. Wieloaspektowa analiza konfliktów przestrzennych. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Olsztyn.
- Cieślak I., Pawlewicz K., Pawlewicz A. 2019. Sustainable Development in Polish Regions: A Shift-Share Analysis. *Pol. J. Environ. Stud.* 28 (2): 565-575.
- Cieślak I., Szuniewicz K. 2018. Analysis of the investment potential of a space using the AHP method. *Geodetski Vestnik* 62 (2): 279-292.
- Cieślak I., Szuniewicz K., Pawlewicz K., Czyża S. 2017. Land Use Changes Monitoring with CORINE Land Cover Data. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 245 (5): 052049.
- Ciołkosz A., Bielecka E. 2005. Pokrycie terenu w Polsce: bazy danych CORINE Land Cover. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Dawidziuk J., Zajęczkowski S. 2014. Problemy stabilności oraz trwałości lasu w praktyce urzędzeniowej. *Studia i Materiały CEPL* 39A: 88-97.
- Falencza-Jabłońska M. 2016. Dynamika zmian ekosystemów leśnych pod wpływem emisji przemysłowych. *Edukacja – Technika – Informatyka* 7 (3): 273-279.
- Greszta J. 1987. Wpływ przemysłowego zanieczyszczenia powietrza na lasy. Skrypty Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego – Akademii Rolniczej SGGW-AR.
- Haddad N. M., Brudvig L. A., Clobert J., Davies K. F., Gonzalez A., Holt R. D., Lovejoy T. E., Sexton J. O., Austin M. P., Collins C. D., Cook W. M., Damschen E. I., Ewers R. M., Foster B. L., Jenkins C. N., King A. J., Laurance W. F., Levey D. J., Margules C. R., Melbourne B. A., Nicholls A. O., Orrock J. L., Song D. X., Townshend J. R. 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances* 1 (2).
- Jabłoński T., Tarwacki G., Ślusarski S. 2013. Określenie stref zagrożeń lasów Polski przez wybrane czynniki abiotyczne i biotyczne. Zagrożenia lasów zależne od stanu atmosfery. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.
- Jaszczyk R. 2008. Las i gospodarka leśna w zasięgu oddziaływania miast w Polsce. *Studia i Materiały CEPL* 19: 152-171.
- Jaszczyk R., Wajehman S. 2014. Udział i rola czynnika społecznego w tworzeniu planów urzędzenia lasu w Polsce. *Sylvan* 158 (3): 231-240. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2013159>.
- Koreleski K. 2006. Wstępna ocena wpływu lasów i zadrzewień na wartość gruntów ornych. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 2 (1): 5-14.
- Koziński G., Nienartowicz A. 2014. Wykorzystanie danych satelitarnych i Systemu Informatycznego Lasów Państwowych w badaniach rozmieszczenia przestrzennego i wielkości szkód spowodowanych przez wiatr w drzewostanach wybranych obszarów Polski Północnej. *Polskie Towarzystwo Geograficzne. Teledetekcja Środowiska* 51 (2): 57-72.
- Kruk H. 2017. Wybrane metody oceny zrównoważenia gospodarki leśnej. *Optimum. Studia Ekonomiczne*: 171-186.
- McGarigal K., Marks B. J. 1995. FRAGSTAT: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. USDA Forest Service. Technical Reports, PNW-351, Portland.
- Miściecki S., Stępień E. 2000. Szkody powodowane w lasach przez autostrady. *Sylvan* 144 (3): 73-78.

- Plotkowski L. 2004.** Kluczowe problemy współczesnego leśnictwa. *Sylvan* 148 (11): 22-36. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2004051>.
- Rykowski K. 1990.** Diagnoza i prognoza zagrożeń stanu zdrowotnego lasów w Polsce. IBL, Warszawa.
- Rykowski K. 2016.** Ochrona lasu czy ochrona ekosystemów leśnych? Z prac nad narodowym programem leśnym. *Studia i Materiały CEPL* 46: 7-21.
- Saaty T. L. 2001.** The Seven Pillars of the Analytic Hierarchy Process. W: Köksalan M., Zionts S. [red.]. *Multiple Criteria Decision Making in the New Millennium. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* 507.
- Saaty T. L. 2008.** Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal Of Services Sciences* 1 (1): 83-98.
- Senetra A. 2015.** Las jako istotny komponent przestrzeni w aspekcie opracowywania map wartości krajobrazów wiejskich. *Sylvan* 159 (9): 757-766. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2015021>.
- Thompson I., Mackey B., McNulty S., Mosseler A. 2009.** Forest resilience, biodiversity, and climate change. In Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. *Technical Series* 43: 1-67.
- Turkowiak A. 2009.** Podatność lasów Wielkopolskiego Parku Narodowego na niszczenie przez turystykę. *Studia i Materiały CEPL* 23: 281-290.
- Ubysz B., Szczygieł R., Piwnicki J., Kwiatkowski M. 2005.** Wpływ pożarów na lasy – Polska, 2005 rok.
- Wachstiel Ł. 2013.** Zastosowanie metody AHP do wyboru optymalnego zintegrowanego systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie uczelnią. *Studia Ekonomiczne* 159: 109-123.
- Wang H., Zhang G., Hui G., Li Y., Hu Y., Zhao Z. 2016.** The influence of sampling unit size and spatial arrangement patterns on neighborhood-based spatial structure analyses of forest stands. *Forest Systems* 25 (1): e056, 9p.
- Wójcik R. 2006.** Wpływ ciągów komunikacyjnych na ekosystemy leśne. http://kg.sggw.pl/konf/art_en/19.pdf. Data dostępu: 20.05.2018.
- Zajączkowski G., Jabłoński M., Jabłoński T., Małecka M., Kowalska A., Małachowska J., Piwnicki J. 2017.** Raport o stanie lasów w Polsce 2016. IBL, Warszawa.