



Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Krajobrazu,
ul. Akademicka 15, 20-950, Lublin
e-mail: szymon.chmielewski@up.lublin.pl

SZYMON CHMIELEWSKI , TERESA WYŁUPEK 

Wpływ rozwoju zadrzewień śródpolnych na ekspozycję czynną punktów widokowych – studium przypadku krajobrazu rolniczego Roztocza

The impact of field coppices on viewsheds: A case study of the agricultural
landscape of Roztocze

Streszczenie. W dyskursie o utracie bioróżnorodności agrocenoz, wskazuje się na istotną rolę zadrzewień śródpolnych jako elementu krajobrazu sprzyjającego kształtowaniu różnorodności biologicznej. Każda zmiana sposobu użytkowania terenu, zarówno ta planowana, jak i zachodząca drogą sukcesji wtórnej, wpływa jednak na zasoby fizjonomiczne krajobrazu. Zadrzewienia śródpolne, jako element krajobrazu rolniczego mogą formować harmonijne, liniowe układy, towarzyszące wielowstęgowym rozłogom polnym, ale równocześnie mogą tworzyć szczelne kurtyny widokowe ograniczające pole ekspozycji czynnej punktów widokowych. Celem artykułu jest zbadanie wpływu funkcjonujących w krajobrazie zadrzewień śródpolnych na wielkość i przestrzenny zasięg pola ekspozycji czynnej punktów widokowych. Badania prowadzone były na przykładzie otuliny Roztoczańskiego Parku Narodowego (RPN) metodą geoprzetwarzania danych przestrzennych. Na ich podstawie stwierdzono, że w otulinie RPN powierzchnia zadrzewień śródpolnych wynosi 10 003,6 ha. Równocześnie we wszystkich czterech analizowanych punktach widokowych odnotowano istotne zmiany w zasięgu pola ekspozycji czynnej (spadek pola powierzchni od 43,2% do 18,3%). Wyniki pozwalają wydać rekomendacje do minimalizacji potencjalnych konfliktów przestrzennych między potrzebą wzmacniania bioróżnorodności przez utrzymanie istniejących i wprowadzanie nowych zadrzewień śródpolnych, a zachowaniem zasobów widokowych krajobrazu.

Słowa kluczowe: zadrzewienia śródpolne, zasoby widokowe, punkty widokowe, ekspozycja czynna, 3D-GIS

Cytowanie: Chmielewski S., Wyłupek T., 2024. Wpływ rozwoju zadrzewień śródpolnych na ekspozycję czynną punktów widokowych – studium przypadku krajobrazu rolniczego Roztocza. *Agron. Sci.* 79(4), 155–167. <https://doi.org/10.24326/as.2024.5445>

WSTĘP

Zadrzewienia śródpolne (ZŚ) to grupy drzew i krzewów występujące w obrębie pól uprawnych, mogą to być pojedyncze drzewa, ale także większe skupiska roślinności wysokiej w formie płatów lub charakterystycznych liniowych układów uformowanych wzdłuż miedz lub ciągów komunikacyjnych. Występowanie ZŚ w obrębie agrocenoz wiąże się z ich wzajemnym oddziaływaniem będącym przedmiotem badań przede wszystkim agroekologii. Pierwsze angielskojęzyczne prace naukowe dotyczące ZŚ omawiają ich rolę w procesach hamowania erozji gleb, zmniejszenia ryzyka suszy, osłony przed silnym wiatrem, kształtowania centrów różnorodności biologicznej oraz walorów krajobrazowych [Smith 1929]. Pierwsze polskojęzyczne prace naukowe dotyczące ZŚ omawiają ich wpływ na wielkość plonów ziemniaka [Gałęcka 1962], mikroklimat [Jakuszczyński 1967] i gospodarkę wodną agrocenoz [Kuter 1956], bioróżnorodność fauny [Łuczak 1980] oraz dotyczą zagadnień ogólnych związanych z rozwojem ZŚ w Polsce [Wilusz 1962]. Obecnie, w dobie dyskursu o utracie bioróżnorodności, konieczności intensywnego nawadniania i chemizacji wielkopowierzchniowych agrocenoz, koncepcja powrotu do systemów rolno-leśnych, w których rolnictwo korzysta z usług ekosystemowych [Ehrlich 1997] świadczonych przez ZŚ, zyskuje na popularności. Systemy rolno-leśne to obszary, na których roślinność drzewiasta jest w sposób celowy zintegrowana z uprawami rolniczymi – praktyka użytkowania tego typu gruntów określana jest jako agroleśnictwo [Borek i in. 2021]. Samo przestrzenne współwystępowanie ZŚ i gruntów ornych nie wyczerpuje wszystkich cech systemu rolno-leśnego. Niemniej jednak wiedza z zakresu agroekologii i ekologicznych właściwości ekosystemów zadrzewień [Dąbrowska-Prot 1987] oraz struktury ekologicznej krajobrazu rolniczego [Santos i in. 2021] wskazuje na bezpośredni wpływ ZŚ na wzrost bioróżnorodności, a tym samym poprawę stabilności ekologicznej agrocenoz [Symonides 2010]. Wykazana w badaniach naukowych zależność znalazła swoje implikacje choćby w postaci Rozporządzenia Rady Wspólnot Europejskich [2078/92/EWG] z 1992 r., dotyczącego metod produkcji rolniczej zgodnej z wymogami ochrony środowiska i ochrony krajobrazu wraz z uszczegóławiającym Rozporządzeniem [746/96/WE] z 1996 r., wprowadzającym w Polsce pomoce finansowe za ekstensyfikację produkcji rolniczej, odłogowanie gruntów rolnych i wykorzystanie ich na cele związane z ochroną środowiska [Ryckowski i Błazy 2002]. Nie bez znaczenia na rozwój ZŚ był postępujący od lat 90. XX w. Krajowy Program Zwiększania Lesistości Polski (KPZLP), którego efektem jest nie tylko zwiększenie powierzchni leśnej, ale również zadrzewień. KPZLP nadał ZŚ rangę równorzędnego czynnika ochrony i użytkowania przestrzeni przyrodniczej, a sam udział i rozmieszczenie ZŚ miały stanowić integralny element programów przestrzennego zagospodarowania województw i gmin w zakresie ochrony środowiska i gospodarki rolnej [Kaliszewski 2016]. Obecnie Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa oferuje m.in. wsparcie finansowe na inwestycje i interwencje leśne lub zadrzewieniowe (program PS WPR 2023–2027) w tym zalesianie gruntów rolnych, tworzenie zalesień śródpolnych, zakładanie systemów rolno-leśnych, celem zwiększania bioróżnorodności. Podjęte na przestrzeni lat działania sprzyjające rozwojowi ZŚ znajdują swoje odzwierciedlenie również w świadomości mieszkańców wsi na temat pozytywnego oddziaływania ZŚ na agrocenozy i ogólny wzrost plonów [Dudek i Polak 2016]. Programy promujące ZŚ, zarówno te zrealizowane, jak i trwające, teoretycznie powinny przyczynić się do wzrostu udziału ZŚ w agrocenozach. W praktyce dane ilościowe na ten temat nie są dostępne. Jak wskazuje Wayssenhoff [2010] brak dostępności do tego typu danych wynika z braku jednolitej meto-

dyki ich opracowania. Niniejsza praca, opierająca się w części analitycznej na danych teledetekcyjnych i metodach opisanych m.in. przez Madsen i in. [2020] oraz Zhao i in. [2021], proponuje techniczne rozwiązanie detekcji ZŚ metodami geoprzetwarzania.

W ujęciu ogólnym agroleśnictwo traktowane jest jako rozwiązanie innowacyjne [Wroniecka 2020]. Wpływ takiej innowacji na zasoby widokowe krajobrazu, pomimo pewnych oczywistych zależności [Fisher 1992, Bartie in. 2011], pozostaje wciąż nierozpoznany. Podejmowane dotychczas prace dotyczące funkcjonowania ZŚ w krajobrazie skupiały się przede wszystkim na opisie funkcji ekologicznych (np. strefy buforowe), percepcji układów zadrzewień towarzyszących ciągom komunikacyjnym (np. podkreślenie rangi drogi, oznaczenie przebiegu trasy zimą) [Wroniecka 2020] czy formowaniu linowych elementów i naturalnych akcentów w treści panoram widokowych [Michalik-Śnieżek i Chmielewski 2012], a także występowaniu w randze naturalnych wyróżników krajobrazu [Niedźwiecka-Filipiak 2009]. Wpływ ZŚ na zasoby widokowe krajobrazu, a w szczególności na efekt przesłaniania przedpola panoram widokowych, pozostaje nierozpoznany do dziś. Promująca ZŚ zmiana sposobu użytkowania terenu ma swoje naukowe i praktyczne uzasadnienie, wypracowane głównie na gruncie agroekologii. Celem pracy jest ocena wpływu ZŚ na wielkość i przestrzenny zasięg pola ekspozycji czynnej punktów widokowych.

Widok jest zasobem krajobrazowym [Bogdanowski 1999] i jednym z czynników kształtujących atrakcyjność turystyczną danego regionu. Autorzy pracy wychodzą z założenia, że wzmacnianie zasobów bioróżnorodności biologicznej i stabilności ekologicznej agrocenoz nie powinno odbywać się kosztem utraty zasobów krajobrazowych. Zapropionowany w pracy tok postępowania analitycznego pozwala uniknąć potencjalnych konfliktów przestrzennych pomiędzy dwoma współzależnymi zasobami.

METODY

Ogólny tok postępowania metodycznego

Na potrzeby prac badawczych wybrano cztery punkty widokowe zlokalizowane w otulinie RPN [Arway-Podhalańska 1998], zapewniające widok panoramiczny na krajobraz rolniczy z wyraźnie rozwiniętymi ZŚ. W punktach widokowych wykonano dokumentację fotograficzną.

Zakłada się, że rozwój ZŚ sprzyja formowaniu kurtyn widokowych, a tym samym prowadzi do częściowej utraty zasobów widokowych krajobrazu, tj. panoramy widokowej. Posługując się cyfrowym modelem krajobrazu, porównano pola ekspozycji czynnej czterech punktów widokowych w wariancie uwzględniającym ZŚ jako kurtyny widokowe oraz w wariancie pozbawionym kurtyn. Porównanie ilościowe (zmiana pola powierzchni) pozwala wnioskować o skali zjawiska. Porównanie przestrzennego rozkładu pola ekspozycji czynnej daje podstawy do rekomendacji w zakresie formowania ZŚ w zgodzie z zasobami widokowymi krajobrazu rolniczego. Przyjęta metoda opiera się na geoprzetwarzaniu danych przestrzennych w oprogramowaniu 3D-GIS i obejmuje przygotowanie numerycznych modeli pokrycia terenu (NMPT) oraz wyznaczenie pola ekspozycji czynnej metodą viewshed [Felleman 1979].

Prace rozpoczęto od zebrania danych przestrzennych w postaci trójwymiarowej chmury punktów pozyskanej metodą lotniczego skaningu laserowego oraz cyfrowej

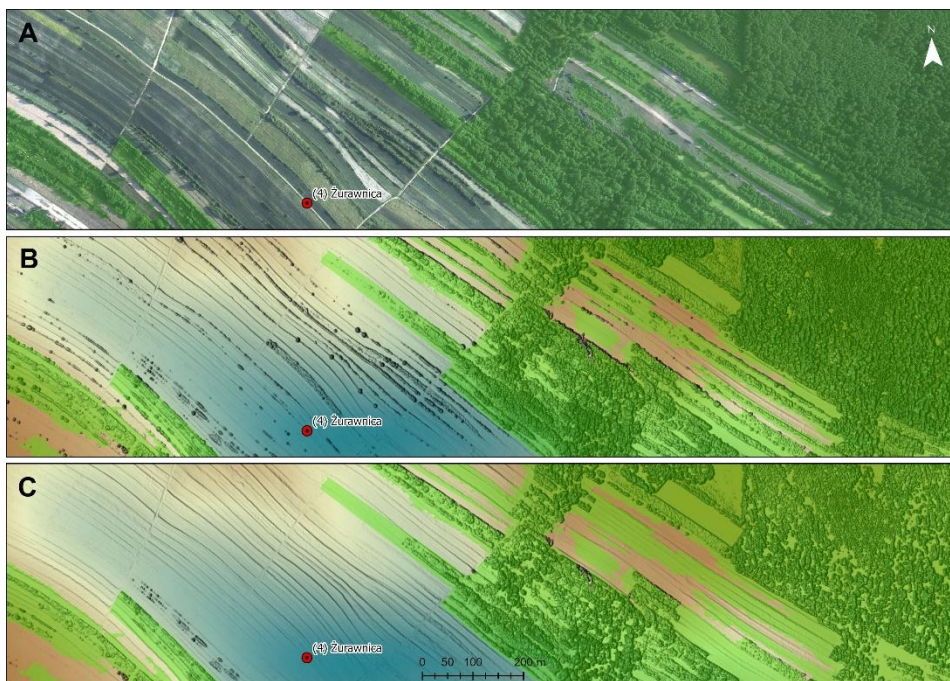
ortofotomapy RPN. Użyte w pracy dane 3D udostępnione zostały przez Dyрекcję RPN. Zbiór obejmował 414 arkuszy danych w formacie LAS wersja 1.2 o łącznej objętości 307 GB i całkowitym pokryciu parku wraz z jego otuliną. Chmura punktów pozyskana została w 2014 r. ze średnią gęstością 20 pkt./m². Chmurę punktów poddano filtracji celem przygotowania numerycznego modelu terenu (NMT) oraz numerycznego modelu powierzchni terenu (NMPT). Przygotowano dwa warianty NMPT: NMPT1 – uwzględniający wszystkie istotne elementy pokrycia terenu, w tym ZŚ (klasa 2, 3, 4, 5, 6) oraz NMPT2 – w którym celowo usunięto ZŚ (metodę detekcji zadrzewień śródpolnych oraz przygotowania NMPT2 opisano poniżej). Oba modele powierzchni terenu przycięto do zewnętrznej granicy otuliny RPN i zapisano w formacie rastrowym (plik TIFF) o terenowej wielkości piksela 1 m. Na ich podstawie, metodą viewshed, wyznaczono pola ekspozycji czynnej punktów widokowych. Dla wszystkich punktów widokowych przyjęto wysokość 1,6 m nad poziom gruntu, tak aby model ekspozycji uwzględniał również wysokość obserwatora [Kułaga i in. 2011]. Jako dane pomocnicze, do badań wykorzystano również cyfrową ortofotomapę o terenowej wielkości piksela 0,25 m, zarejestrowaną w 2022 r. i udostępnianą przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGIK).

Metoda detekcji zadrzewień śródpolnych na podstawie chmury punktów 3D oraz Bazy Danych Obiektów Topograficznych

Z przestrzennego punktu widzenia jako ZŚ traktuje się pojedyncze drzewa i krzewy lub ich skupiska rosnące poza lasem i obszarami miejskimi [PWN 2024]. Na tej podstawie przyjęto, że zbiorowiska roślinności wysokiej oraz średniej (zgodnie ze standardem LAS 1.2) znajdujące się poza obszarami leśnymi i obszarami zabudowanymi, a towarzyszące uprawom na gruntach ornych oraz trwałym użytkom zielonym, stanowią ZŚ. Ogólnodostępne bazy danych przestrzennych nie wyróżniają odrębnej klasy ZŚ, dlatego w toku postępowania metodycznego zasięg przestrzenny klasy ZŚ wyróżniono w drodze selekcji kilku warstw tematycznych Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT), związanych z nieleśnym użytkowaniem gruntów. Występujące w obrębie tych warstw BDOT zadrzewienia zidentyfikowano metodą filtracji sklasyfikowanej chmury punktów 3D.

W praktyce zasięg przestrzenny ZŚ ograniczono do terenów skalsyfikowanych w BDOT jako: uprawy na gruntach ornych, zadrzewienia, roślinność trawiasta oraz tereny podmokłe; równocześnie wykluczono tereny sklasyfikowane jako las oraz tereny zabudowane. W drodze łączenia i przecinania wymienionych powyżej warstw wektorowych BDOT, wyznaczono obszar, w granicach którego zadrzewienia i krzewy spełniają formalny warunek klasy ZŚ. Obszarowi nadano roboczą nazwę Strefa ZŚ. W obrębie Strefy ZŚ metodą filtracji chmury punktów 3D zidentyfikowano drzewa i krzewy (wybrano klasy 2, 3 i 6), wynik filtracji zapisano w formacie rastrowym, warstwę nazwano NMPT-bezZŚ. Celem dokładnego opisu struktury przestrzennej zidentyfikowanych drzew i krzewów, metodą algebry map rastrowych obliczono ich względną wysokość, a wynik przedstawiono w formie kartograficznej i opisowej.

Metodą maskowania i mozaikowania rastrów zastąpiono oryginalne piksele warstwy NMPT1 (klasy 2, 3, 4, 5, 6) pikselami warstwy NMPT-bezZŚ, uzyskując w ten sposób NMPT2 – model pokrycia terenu bez drzew i krzewów w obszarach pozaleśnych, tj. śródpolnych. Zbiór NMPT2 był podstawą do wyznaczenia pola ekspozycji czynnej w wariancie bez ZŚ. W celach poglądowych wizualne porównanie przygotowanych NMPT1 i NMPT2 przedstawiono na rycinie 1.



Ryc. 1. Wizualne porównanie danych wejściowych przygotowanych na potrzeby analiz:

A) cyfrowa ortofotomapa z widocznymi zadrzewieniami śródpolnymi, B) NMPT1 z widocznymi zadrzewieniami śródpolnymi, C) NMPT2 pozbawiony zadrzewień śródpolnych; (fragment obszaru badań w okolicach punktu widokowego nr 4)

Fig. 1. Visual comparison of analysis input data: A) digital orthophotomap with visible field coppices, B) DSM1 with visible field coppices, C) DSM2 without field coppices; (the research area near viewpoint no. 4)

Metoda wyznaczenia pola ekspozycji czynnej (viewshed)

Algorytm viewshed [Felleman 1979] jest uznana w literaturze naukowej metodą wyznaczenia pola ekspozycji czynnej. Algorytm dzieli piksele rastra na widoczne (wartość 1) i niewidoczne (wartość 0) z perspektywy pojedynczego piksela wskazanego jako punkt obserwacyjny. W ramach prowadzonych badań zastosowano algorytm viewshed, dostępny w oprogramowaniu Q-GIS (grupa narzędzi visibility analysis). Lokalizację punktów widokowych wskazano w formie warstwy punktowej, przypisując obserwatorowi wysokość 1,6 m nad poziom gruntu [Schirpke i in. 2013]. Dla każdego z czterech analizowanych punktów widokowych analizę viewshed przeprowadzono dwukrotnie – raz na podstawie NMPT1, wyznaczając pole ekspozycji biernej uwzględniając ZŚ, oraz drugi raz na podstawie NMPT2 pozbawionego ZŚ, wynik zapisano w formacie rastrowym. Metodą algebry map rastrowych obliczono różnicę obu modeli viewshed i na tej podstawie określono przestrzenny zasięg stref wyłączonych z ekspozycji czynnej na skutek przesłaniania przez ZŚ. Analizę porównawczą uzupełniono informacją o ilościowej zmianie powierzchni pola ekspozycji czynnej. Wyniki przedstawiono w formie kartograficznej i opisowej.

WYNIKI

Dokumentacja panoram widokowych – zasoby widokowe analizowanej części krajobrazu

Dokumentacja planu ochrony RPN wskazuje dwadzieścia punktów widokowych przewidzianych do monitoringu zasobów krajobrazowych [Arway-Podhalańska 1998]. Trzy z nich leżą bezpośrednio w granicach RPN, pozostałych 17 zlokalizowanych jest w otulinie Parku. W strukturze pokrycia terenu RPN dominują tereny leśne (94%), natomiast charakterystyczny dla Roztocza krajobraz rozłogów polnych z towarzyszącymi im ZŚ zlokalizowany jest m.in. w zachodniej części otuliny RPN, obejmującej miejscowości: Żurawnica, Szozdy, Panasówka. Wyniki badań zostały omówione na przykładzie 4 punktów wyznaczonych w tych miejscowościach: punkt nr 1) Bukowa Góra, punkt nr 2) Wzgórze Polak, punkt nr 3) Nad Tereszpołem oraz punkt nr 4) Żurawnica. W dokumentacji planu ochrony RPN [Arway-Podhalańska 1998], punkty te odpowiednio posiadają następującą numerację: 1, 12, 15, 18.

W ramach przeprowadzonej w terenie dokumentacji fotograficznej w każdym z czterech punktów widokowych zarejestrowano panoramy widokowe typu 360°, części panoram zapewniających wgląd bezpośrednio na ZŚ przedstawiono na ryc. 2 A–D. Charakterystyczna dla Roztocza liniowa struktura ZŚ widoczna jest w treści panoram widokowych z punktów 1 oraz 3, w panoramach widokowych z punktów 2 oraz 4 ZŚ przybierają formę bardziej rozproszonych płatów. W żadnym z czterech analizowanych punktów widokowych ZŚ nie ingerują w przedpole widokowe, co mogłoby skutkować nadmiernym przesłanianiem widoku; ZŚ są elementem dalszych planów panoramy.

Struktura przestrzenna zarośli śródpolnych otuliny RPN

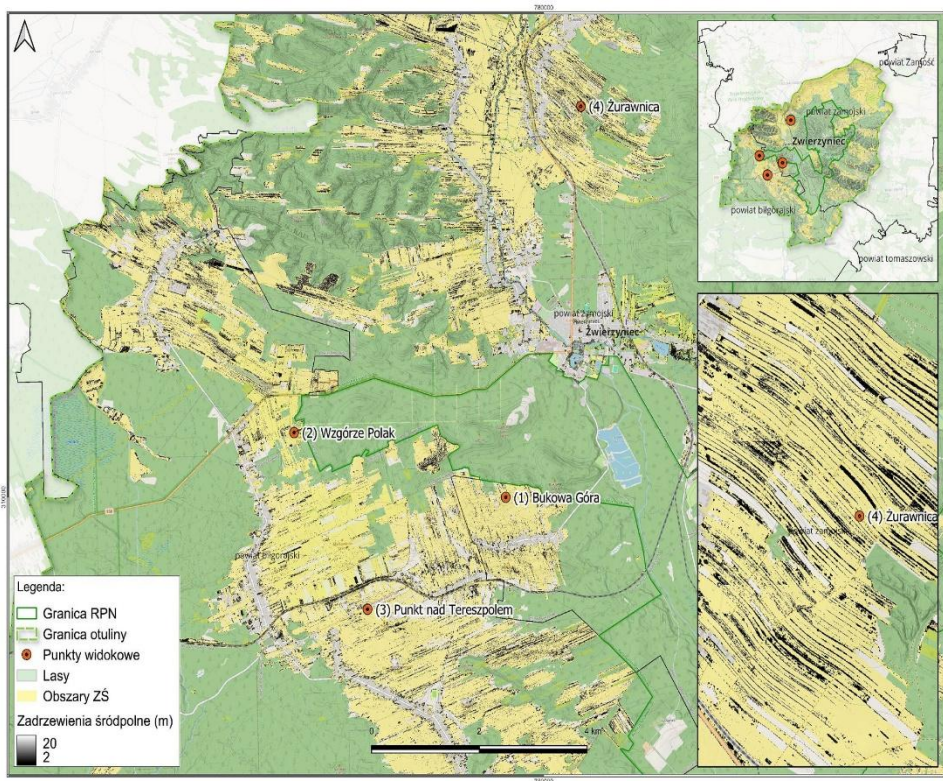
Na podstawie analizy zasięgu wektorowych warstw tematycznych BDOT ustalono, że obszary leśne w obrębie Parku i jego otuliny zajmują 28 086,28 ha (61,17% powierzchni), natomiast obszary nieleśne, związane z rolniczym użytkowaniem w formie: upraw na gruntach ornych, zadrzewień, roślinności trawiastej oraz terenów podmokłych, zajmują odpowiednio: 9958,28 ha, 32,79 ha, 4837,06 ha, 12,56 ha, co łącznie stanowi 32,32% powierzchni. W wyniku połączenia wyżej wymienionych warstw BDOT utworzono nową warstwę tematyczną Strefy ZŚ, jej przestrzenny zasięg przedstawiono na rycinie 3.



Ryc. 2. Krajobraz rolniczy z zadrzewieniami śródpolnymi: A) widok z punktu nr 1, B) widok z punktu nr 2, C) widok z punktu nr 3, D) widok z punktu nr 4
Fig. 2. Agricultural landscape with field coppices: A) view from point no. 1, B) view from point no. 2, C) view from point no. 3, D) view from point no. 4

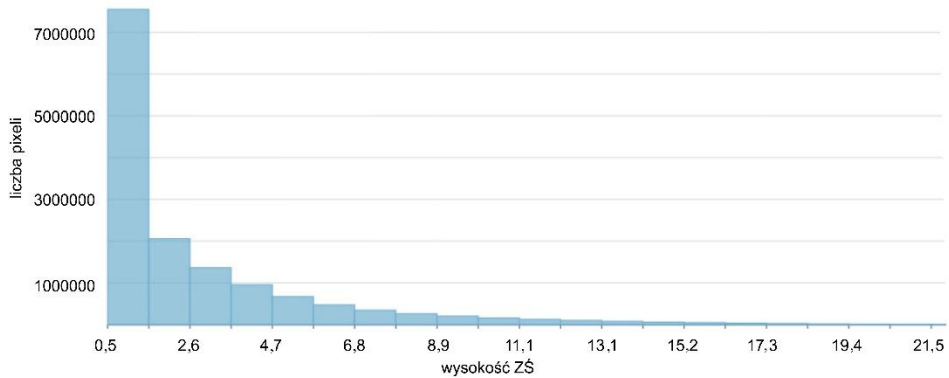
W wyniku filtracji chmury punktów 3D w granicach Strefy ZŚ wskazano obszary wegetacji średniej i wysokiej o łącznej powierzchni 1982,10 ha. Zidentyfikowane w ten sposób ZŚ tworzą dwa rodzaje układów przestrzennych, liniowe wzdłuż miedz odgradzających działki rolne o wydłużonym kształcie lub układy rozproszone w postaci nieregularnie występujących płatów zadrzewień i pojedynczych drzew. Forma układów liniowych, widoczna na ryc. 1, ryc. 2A, 2C oraz ryc. 3, może być traktowana jako wyróżnik krajobrazu [Niedźwiecka-Filipiak 2009] Roztocza, szczególnie w odniesieniu do Roztocza Szczebrzeszyńskiego.

Na podstawie histogramu wysokości ZŚ (ryc. 4) stwierdzono, że średnia wysokość ZŚ na analizowanym terenie wynosi 2,8 m, najliczniej reprezentowana jest wegetacja w przedziale wysokości od 0,5 do ok. 10 m, wyższe zadrzewienia mają marginalny udział. Leśny charakter RPN powoduje, że klasa ZŚ występuje praktycznie wyłącznie w otulinie Parku, gdzie zajmuje powierzchnię 1982,1 ha.



Ryc. 3. Struktura przestrzenna zadrzewień śródpolnych otuliny RPN
(część zachodnia objęta badaniami)

Fig. 3. Spatial structure of field coppices in the RPN buffer zone (West part of research area study)

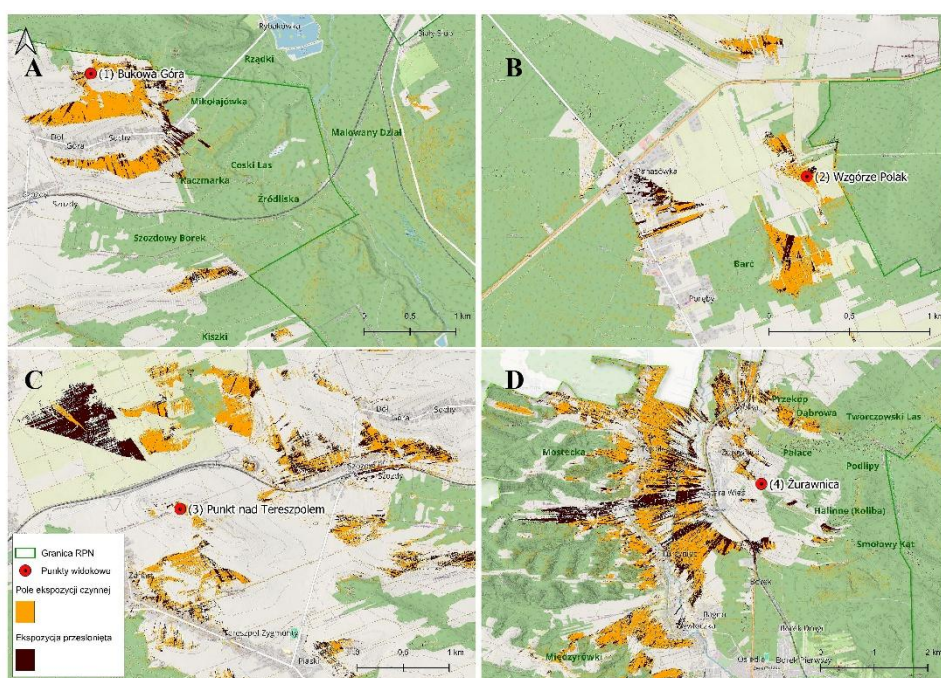


Ryc. 4. Struktura wysokościowa zidentyfikowanych ZŚ (histogram)
Fig. 4. Height structure of identified field coppices (histogram)

Pole ekspozycji czynnej punktów widokowych – wyniki analizy porównawczej wraz z rekomendacją do zarządzania krajobrazem rolniczym

Wielkość pola ekspozycji czynnej analizowana dla czterech punktów widokowych, mieściła się w przedziale od 66,52 do 583,30 ha.

Największe pole ekspozycji czynnej, a tym samym najbardziej rozległą panoramę widokową, można obserwować z punktu widokowego nr 4. Zasięgiem pole ekspozycji czynnej obejmuje dolinę rzeki Wieprz pomiędzy miejscowościami Wywłóczka, Turzyniec i Topólcza (ryc. 5A). Zadrzewienia śródpolne znajdujące się bezpośrednio w przedpolu widokowym punktu widokowego, pomimo relatywnie niewielkiej powierzchni i niskiej wysokości, powodują istotne przesłonięcie pola ekspozycji czynnej, wynoszące 43,2%. Wśród obszarów przesłoniętych znajdują się przede wszystkim tereny miejscowości Topólcza, w tym oddalone od punktu widokowego śródleśne płaty pól uprawnych na wyniesionych wierzchołkach (ryc. 5C).



Ryc. 5. Pole ekspozycji czynnej punktów widokowych wraz z efektem przesłonięcia przez ZŚ: A) punkt widokowy Bukowa Góra, B) punkt widokowy Wzgórze Polak, C) punkt widokowy Nad Tereszpołem, D) punkt widokowy Żurawnica
 Fig. 5. Viewshed and the effect of view obscuration by the field coppices : A) Bukowa Góra viewpoint, B) Wzgórze Polak viewpoint, C) Nad Tereszpołem viewpoint, D) Żurawnica viewpoint

Kolejnym punktem widokowym charakteryzującym się rozległym polem ekspozycji czynnej jest punkt nr 3. Panorama widokowa z tego miejsca obejmuje obszary szczytów Góry Marchwianego (323 m n.p.m), Wysokiej Góry (321 m n.p.m), Kamiennej Góry

(326 m n.p.m.). W wyniku przesłaniania widoku przez ZŚ z treści panoramy widokowej wyłączone zostały widoki na Kwaśną Górę (325 m n.p.m.) oraz Marcowiznę (319 m n.p.m.) – ryc. 5C. W ujęciu ogólnym ZŚ przesłaniają 47,16% pola ekspozycji czynnej punktu widokowego nr 3.

Efekt przesłaniania w mniejszym stopniu dotyczy punktów widokowych nr 1 i 2 (ryc. 5A i 5B), w których pole ekspozycji czynnej zredukowane zostało odpowiednio o 18,34% i 20,78%. Wynika to z faktu, że ZŚ znajdują się poza przedpołem widokowym i pierwszym planem panoramy, dodatkowo w przypadku punktu widokowego nr 2 czynnikiem ograniczającym efekt przesłaniania jest ukształtowanie terenu w formie wyraźnego obniżenia terenu tuż za przedpołem widokowym. Szczegółowe wartości opisujące powierzchnię pola ekspozycji czynnej oraz jej część przesłoniętą przez ZŚ przedstawiono w tabeli 1.

Na podstawie zmierzonych wartości przesłoniętego pola ekspozycji czynnej stwierdzono silny (punkty widokowe nr 3 i 4) oraz umiarkowany (punkty widokowe nr 1 i 2) wpływ ZŚ na możliwość obserwowania rozległych panoram widokowych. Efekt przesłaniania nasila się przede wszystkim w sytuacji, gdy ZŚ tworzone są bezpośrednio w przedpołu widokowym. Spostrzeżenie to pozwala sformułować zalecenie dotyczące wprowadzenia zabiegów ochrony czynnej zasobów widokowych krajobrazu poprzez redukcję ZŚ bezpośrednio w przedpołu widokowym. Zadrzewienia śródpolne wprowadzane w najbliższym sąsiedztwie punktów widokowych (obszar przedpoła widokowego) powinny mieć charakter wegetacji niskiej (wysokość do 1 m), co pozwoli na zachowanie walorów widokowych krajobrazu. Równocześnie, rozpoznanie i utrwalenie liniowych układów w krajobrazie rolniczym sprzyja harmonijnemu formowaniu ZŚ zlokalizowanych w dalszych planach panoram widokowych.

Tabela 1. Wielkość pola ekspozycji czynnej zmierzona w wariancie z ZŚ i bez ZŚ

Punkty widokowe	Wielkość pola ekspozycji czynnej		Różnica	
	z ZŚ (ha)	bez ZŚ (ha)	ha (viewshed)	%
1	140,53	166,31	25,78 (28,8)	18,34
2	66,52	80,34	13,82 (16,3)	20,78
3	272,70	401,30	128,6 (137,3)	47,16
4	583,30	835,37	252,07 (266,5)	43,21

DYSKUSJA

Na podstawie przygotowanych modeli geoinformacyjnych pola ekspozycji czynnej, wykazano, że ZŚ mogą istotnie wpływać na ograniczenie zasobów widokowych krajobrazu, jeśli zlokalizowane są w przedpołu widokowym. Przedstawione wyniki uzyskane zostały na podstawie modeli geoinformacyjnych oraz geoprzetwarzania metodą viewshed [Felleman 1979]. Dokładność tak opracowanego modelu przestrzennego zależy od rozdzielczości i aktualności danych wejściowych, samego algorytmu oraz przyjętych parametrów wejściowych (np. wysokość obserwatora, zasięg analizy). Użyte w pracy dane źródłowe w postaci trójwymiarowej chmury punktów, charakteryzują się wysoką dokładnością pozycyjną (15 cm) co pozwala na uzyskanie wiarygodnych numerycznych modeli

pokrycia terenu [Tukaj 2004], na podstawie których przygotowano analizy viewshed. Dynamiczna natura analizowanego zjawiska i procesy sukcesji wtórnej ZŚ powodują, że kluczowym aspektem wpływającym na dokładność wykonanych analiz jest aktualność danych źródłowych. Pomimo że cały obszar Polski pokryty jest danymi pomiarowymi LiDAR [ISOK 2012], miejscami pozyskanymi dla kilku okresów czasowych, to najnowsze tego typu dane zarejestrowane na obszarze RPN pochodzą z 2014 r. W przeciągu 10 lat (lata 2014–2024) struktura przestrzenna ZŚ uległa zmianie [Hościło 2004, Kowalska 2009], tym samym przedstawione wyniki dotyczące wielkości oraz przestrzennego zasięgu pola ekspozycji czynnej nie mogą być interpretowane jako aktualne – opisana skala zjawiska dotyczy stanu z 2014 r., wypracowane rekomendacje mają charakter uniwersalny.

Opisane w pracy ZŚ zidentyfikowane zostały autorskim sposobem interpretacji geodanych. Na podstawie BDOT wyznaczono obszary nieleśne związane z rolniczym użytkowaniem terenu i w takich granicach, w drodze filtracji chmury punktów 3D, wyznaczono obszary roślinności średniej i niskiej. Klasa ZŚ nie jest wyróżniana w ogólnodostępnych bazach danych (nie w formie powierzchniowej), co powoduje, że przyjęcie nieco innego sposobu klasyfikacji ZŚ, niż ten opisany w części 2.2, może skutkować uzyskaniem wyników wskazujących na inną skalę analizowanego zjawiska. Standaryzacja sposobu identyfikacji ZŚ pozostaje zadaniem do zrealizowania.

Algorytm viewshed, którym wyznaczono pole ekspozycji czynnej, jak każdy model używany w nauce, jest uproszczeniem rzeczywistości, tym samym jego zastosowanie wiąże się z pewnym błędem pomiarowym. Wieczorek i in. [2024] wskazują, że ogólna dokładność tak opracowanego modelu sięga 80%, tym samym omawiany w niniejszej pracy wpływ ZŚ na wielkość pola ekspozycji czynnej w momencie faktycznej obserwacji krajobrazu może okazać się mniejszy lub większy niż ten obliczony metodą viewshed. Przedstawienie wyników oceny dokładności modeli geoinformacyjnych użytych w niniejszych badaniach wymaga dostępu do możliwie aktualnych danych o ukształtowaniu i pokryciu terenu oraz serii pomiarów terenowych weryfikujących modele widoczności. Ponadto należy uwzględnić fakt, że obserwacja krajobrazu wiąże się z postrzeganiem obiektów jako większe lub mniejsze w zależności od odległości. Użyta w pracy metoda viewshed ma charakter binarny, tzn. dzieli analizowany obszar na widoczny i niewidoczny z pozycji obserwatora. To kolejne uproszczenie modelu geoinformacyjnego rzutuje na realny wpływ ZŚ na ekspozycję czynną punktów widokowych. Zniwelowanie efektu wpływu odległości na wielkość postrzeganych obiektów może być osiągnięte metodą modelowania rozmytego [Fisher 1992] lub modelowania widoczności metodą widoków ukośnych [Chmielewski i Grabowski 2023].

Z punktu widzenia potrzeby kształtowania centrów bioróżnorodności w obrębie krajobrazu przyrodniczo-kulturowego typu rolniczego [Chmielewski i in. 2015] zagadnienie potencjalnego konfliktu z zasobami widokowym tegoż krajobrazu nie było dotąd przedmiotem badań naukowych, tym samym trudno jest odnieść uzyskane wyniki do innych autorów. Opisany w pracy wpływ, określony jako silny i umiarkowany w zależności od topografii analizowanego punktu widokowego, może być traktowany jako przesłanka do świadomego kształtowania przestrzeni rolniczej – dobrze zaplanowane zadrzewienia mogą wzbogacić estetykę otoczenia, tworząc bardziej naturalne wrażenia wizualne.

Aby zachować zasoby widokowe, rekomenduje się pozostawienie przedpola widokowego wolnego od ZŚ, natomiast określenie fizycznych wymiarów takiej strefy powinno być ustalone indywidualnie dla analizowanego punktu widokowego np. w drodze modelowania metodą viewshed. W takiej analizie zaleca się uwzględnienie uwarunkowań topograficznych punktu widokowego oraz konkretnych treści panoramy widokowej będących przedmiotem ochrony. Z technicznego punktu widzenia, różne wysokości i różne układy

przestrzenne ZŚ mogą być rozpatrywane za pomocą rastrowych NMPT (grupy, kępy, układy liniowe wzdłuż miedzy, remizy, soliery lub szpalery), natomiast ustalenie ich przestrzennej formy i lokalizacji następuje indywidualnie dla każdego punktu widokowego w drodze konfrontacji priorytetów ochrony zasobów widokowych i wyników wielowariantowego modelowania metodą viewshed. Z tego powodu wydanie uniwersalnych wytycznych dotyczących wielkości strefy wolnej od ZŚ nie jest rozważane. Równocześnie podkreśla się, iż proces doboru ZŚ powinien uwzględniać nie tylko ich skład gatunkowy, ale również lokalizację i formę przestrzenną, zaprojektowaną w drodze analiz przestrzennych.

Warto zatem rozważyć równowagę między koniecznością ochrony pola ekspozycji czynnej punktów widokowych zlokalizowanych w krajobrazie rolniczym, a korzyściami ekologicznymi i estetycznymi, jakie niosą ze sobą ZŚ.

PODSUMOWANIE

Roztoczański Park Narodowy i jego otulina to obszar, w którym zadrzewienia śródpolne odgrywają istotną rolę zarówno w kształtowaniu bioróżnorodności biologicznej jak i struktury krajobrazu. Przeprowadzone analizy wykazały, że obecność tych zadrzewień zmniejsza pole ekspozycji czynnej punktów widokowych w zakresie od 18,3% do 43,2%. Choć zadrzewienia sprzyjają wzrostowi stabilności ekologicznej agrocenoz, mogą jednocześnie wpływać na percepcję krajobrazu, ograniczając jego walory widokowe. W związku z tym konieczne jest monitorowanie procesów sukcesji wtórnej oraz świadome planowanie nowych nasadzeń śródpolnych z zastosowaniem narzędzi geoinformacyjnych; pozwoli to na optymalne łączenie funkcji ekologicznych i krajobrazowych regionu.

PIŚMIENNICTWO

- Niedźwiecka-Filipiak I., 2009. Wyróżniki krajobrazu w architekturze wsi Polski Południowo-Zachodniej. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław, 1–228.
- PWN, 2024. Zadrzewienia śródpolne. W Encyklopedia PWN, <https://encyklopedia.pwn.pl> [dostęp 06.06.2024].
- Rozporządzenie Rady (EWG) nr 2078/92 z dnia 30 czerwca 1992 r. w sprawie metod produkcji rolniczej zgodnych z wymaganiami ochrony środowiska i utrzymania krajobrazu wiejskiego. Dz.U. L 215 z 30.7.1992, p. 85–90. <http://data.europa.eu/eli/reg/1992/2078/oj> [dostęp 06.06.2024].
- Rozporządzenie Komisji (WE) nr 746/96 z dnia 24 kwietnia 1996 r. ustanawiające szczegółowe zasady stosowania rozporządzenia Rady (EWG) nr 2078/92 w sprawie metod produkcji rolniczej zgodnych z wymaganiami ochrony środowiska i utrzymania krajobrazu wiejskiego. Dz.U. L 102 z 25.4.1996, p. 19–27. <http://data.europa.eu/eli/reg/1996/746/oj> [dostęp 06.06.2024].
- Rydzkowski L., Błazy S., 2002. Rola zadrzewień w programie zalesiania Polski. *Post. Nauk Rol.* 3, 131–145.
- Santos J.S., Dodonov P., Oshima J.F., Martello F., Santos A., Ferreira E.M., Silva-Neto C., Ribeiro M.C., Collevatti R.G., 2021. Landscape ecology in the Anthropocene: an overview for integrating agroecosystems and biodiversity conservation. *Persp. Ecol. Cons.* 19(1), 21–32. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.11.002>
- Schirpke U., Tasser E., Tappeiner U., 2013. Predicting scenic beauty of mountain regions. *Landscape and Urban Planning*, 111 (1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.11.010>

- Smith R., 1929. Tree crops: a permanent agriculture. Harcourt, Brace and Company, New York, 1–333.
- Symonides E., 2010. Znaczenie powiązań ekologicznych w krajobrazie rolniczym. Woda Śród. Obszary Wiej. 10(4), 249–263.
- Tukaj R., 2004. Dokładność opracowań z wykorzystaniem pomiaru metodą skaningu laserowego. Arch. Fotogram. Kartogr. Teledetekcji 15, 41–47.
- Wayssenhoff H., 2010. Zadrzewienia – stary sposób na nowe problemy. W: Bałazy S. (red.), Warunkowanie ochrony i restytucji zadrzewień na obszarach wiejskich. Poznań, 139–144.
- Wieczorek I., Chojnacka K., Wojtaszko M., Chmielewski S., 2024. Analiza widoczności algorytmem viewshed – czy można jej ufać. W: M. Babicz, B. Nowakowicz-Dębek, A. Gawryluk (red.), Wybrane zagadnienia z zakresu ochrony i zagrożeń środowiska, t. 4. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, Lublin. <https://doi.org/10.24326/mon.2024.13>
- Wilusz Z., 1962. Stan badań i perspektywy rozwoju zadrzewień w Polsce. Kosmos 8, 387–399.
- Wroniecka K., 2020. Zadrzewienia w krajobrazie rolniczym. Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie, Minikowo, 1–22.
- Zhao Y., Liu X., Wang Y., Zheng Z., Zheng S., Zhao D., Bai Y., 2021. UAV-based individual shrub aboveground biomass estimation calibrated against terrestrial LiDAR in a shrub-encroached grassland. Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf. 101(102358), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102358>

Źródło finansowania: projekt nr Nds-II/SP/0588/2023/01 pt. „Innowacyjne badania geobotaniczne mokradel Lubelszczyzny z wykorzystaniem metod teledetekcyjnych” jest realizowany od 24.10.2023 r. do 24.10.2026 r., finansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Edukacji i Nauki w ramach programu „Nauka dla Społeczeństwa II” w obszarze Nauka dla Innowacyjności.

Abstract. In the discourse agrocenoses biodiversity lost, the important role of field coppices is indicated as a landscape element that favours the formation of biodiversity. However, each change in the way of land use, both planned and occurring through secondary succession, affects the physiognomic resources of the landscape. Field coppices, as an element of the agricultural landscape, can form harmonious, linear arrangements accompanying multi-ribbon field beds. Still, at the same time, they can create tight viewing curtains limiting the field of active exposure of viewing points. The article examines the influence of field coppices functioning in the landscape on the size and spatial range of the field of active exposure of viewing points. The research is conducted using the example of the Roztocze National Park buffer zone using the geoprocessing method of spatial data. Based on the obtained results, it was found that in the buffer zone of the RPN, the area of mid-field coppice is 10003.6 ha, at the same time, in all four analyzed viewpoints significant changes were noted in the range of the active exposure area (a decrease in the area from 18.3% to 43.2%). The obtained results allow recommendations on how to minimise potential spatial conflicts between the need for biodiversity enhancement and new field coppices introduction landscape scenic resources preservation.

Keywords: field coppices, visual landscape resources, vantage points, viewshed, 3D-GIS

Otrzymano/Received: 24.10.2024
Zaakceptowano/Accepted: 11.12..2024
Opublikowano/Published: 18.03.2025