

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek

w zakresie oceny oddziaływania planowanych elektrowni wiatrowych na krajobraz, ze szczególnym uwzględnieniem powiązań widokowych

Autorzy:

dr inż. Rafał Wróżyński



dr Krzysztof Pyszny



04 kwietnia 2025 r.

Spis treści:

1.	Wprowadzenie	3
2.	Charakterystyka krajobrazu terenu analizy i jego sąsiedztwa	6
3.	Metodyka	10
4.	Scena 3D	11
5.	Analiza widoczności elektrowni wiatrowych	17
6.	Siła oddziaływania na krajobraz elektrowni wiatrowych	22
7.	Drogi ponadgminne w obszarach oddziaływania istniejących i planowanych elektrowni wiatrowych	35
8.	Analiza widoczności zabytków	37
9.	Ocena wpływu planowanych elektrowni wiatrowych na obiekty zabytkowe – wyznaczenie kolizji widokowych	50
10.	Podsumowanie	60
11.	Bibliografia	62

1. Wprowadzenie

Podstawą sporządzenia niniejszej analizy krajobrazowo-widokowej jest umowa z dnia 30 stycznia 2025 r. zawarta pomiędzy EuroWind Energy Sp. z o. o., a EnviMap Krzysztof Pyszny. Przedmiotem umowy jest sporządzenie studium krajobrazowego na potrzeby procedury sporządzania miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (mpzp) gminy Trzebiechów w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek.

Studium krajobrazowe opracowano zgodnie z zakresem pisma Lubuskiego Konserwatora Zabytków (znak. ZN.5150.50.2024) z dnia 28 czerwca 2024 roku odpowiadającego na zawiadomienie z dnia 07 czerwca 2024 r. o podjęciu przez Radę Gminy Trzebiechów, Uchwały nr II/03/2024 z dnia 20 maja 2024 r. w sprawie przestąpienia do sporządzenia mpzp Gminy Trzebiechów w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek.

Na potrzeby niniejszego opracowania przeprowadzono szereg analiz uwzględniających m.in. ocenę oddziaływania planowanych elektrowni wiatrowych na krajobraz, ze szczególnym uwzględnieniem powiązań widokowych. W dokumencie przeprowadzono szczegółową analizę wpływu planowanego zagospodarowania na szeroko rozumiany krajobraz kulturowy gminy oraz spodziewane zmiany w jej strukturze przestrzennej i kulturowej (np. wpływ na walory widokowe terenu i na inne elementy i obszary chronione, wpływ na charakter krajobrazowy poszczególnych obszarów, perspektywy, ekspozycję, ukształtowanie dominant widokowo-krajobrazowych.

Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto definicję krajobrazu, w kształcie w jakim została wprowadzona do polskich przepisów prawnych ustawą z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu (Dz. U. z 2015 r. poz. 774 ze zm.). Wyżej przywołana ustawa wprowadziła zmiany, m.in. w art. 2 ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, gdzie wprowadzono punkt 16e, w którym **krajobraz zdefiniowano jako postrzeganą przez ludzi przestrzeń, zawierającą elementy przyrodnicze lub wytwory cywilizacji, ukształtowane w wyniku działania czynników naturalnych lub działalności człowieka**. Wyżej przywołana definicja krajobrazu jest niemal bezpośrednim przeniesieniem definicji z Europejskiej Konwencji Krajobrazowej sporządzonej we Florencji dnia 20 października 2000 r. Chmielewski, Myga-Piątek i Solon (2015), biorąc pod uwagę zapisy Europejskiej Konwencji Krajobrazowej, ustawową definicję krajobrazu i współczesne osiągnięcia nauki o krajobrazie (w tym geografii i ekologii krajobrazu), do prac na typologią aktualnych krajobrazów Polski przyjęli jego rozszerzoną, opisową definicję, stwierdzając, że krajobraz:

- zajmuje wycinek przestrzeni i można go przedstawić na mapie lub w postaci modelu (2D i 3D);
- cechuje się określoną fizjonomią, którą można przedstawić na rysunku, fotografii, lub w postaci wizualizacji 3D;
- jest systemem dynamicznym, o sposobie funkcjonowania zależnym od zestawu jego części składowych, powiązań między nimi i rodzaju dominujących procesów;
- podlega ewolucji, czyli ma swoją historię (Richling i Solon, 2011).

Analiza obejmuje 9 planowanych elektrowni wiatrowych o całkowitej wysokości 260 m i średnicy rotora z łopatom 172 m.

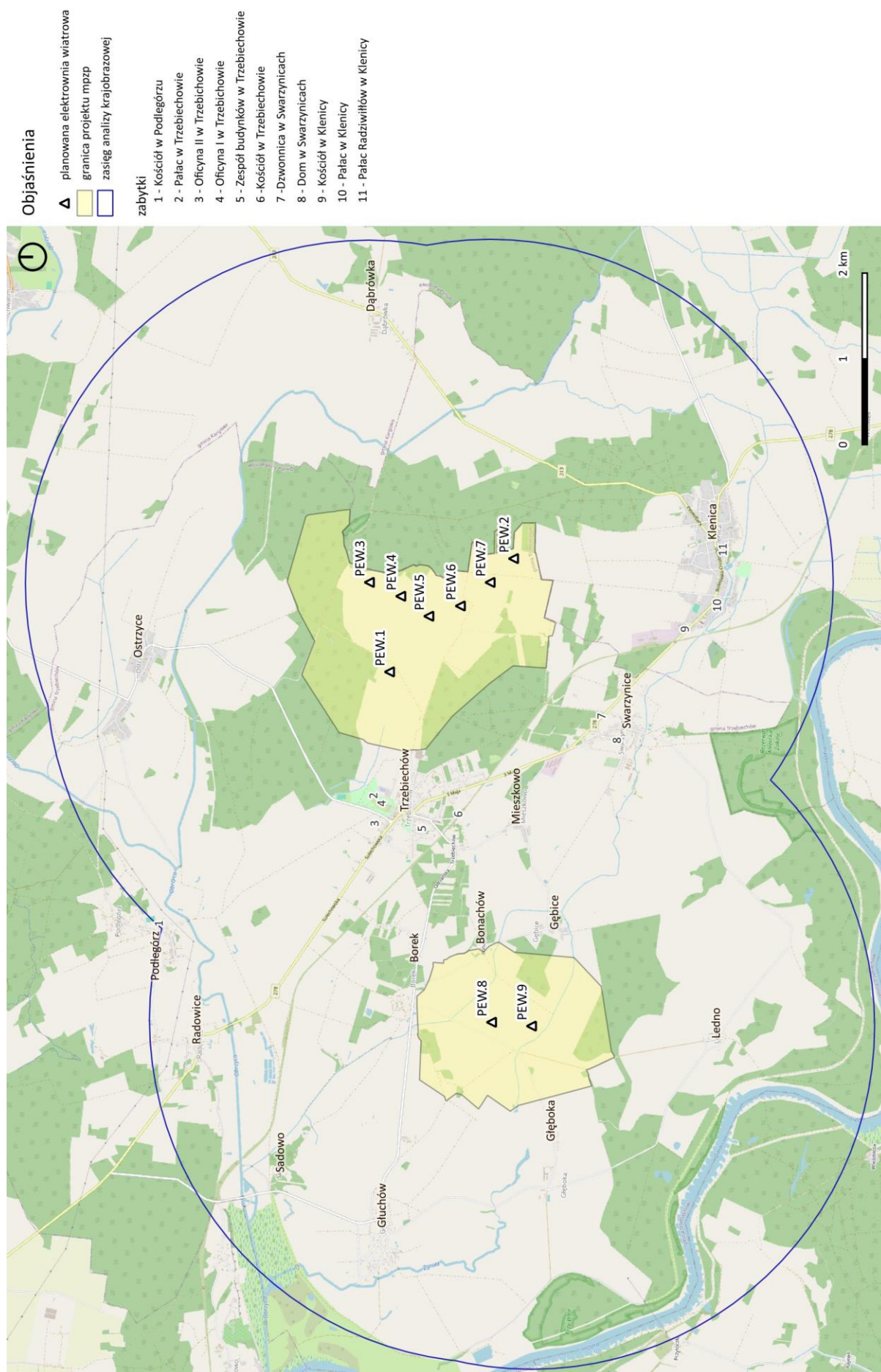
W niniejszym studium uwzględniono następujące zabytki:

- 1 – Kościół w Podlegórze
- 2 – Pałac w Trzebiechowie
- 3 – Oficyna II w Trzebiechowie
- 4 – Oficyna I w Trzebiechowie
- 5 – Zespół budynków w Trzebiechowie
- 6 – Kościół w Trzebiechowie
- 7 – Dzwonnica w Swarzynicach
- 8 – Dom w Swarzynicach
- 9 – Kościół w Klenicy
- 10 – Pałac w Klenicy
- 11 – Pałac Radziwiłłów w Klenicy

Lokalizacje analizowanych obiektów na tle obszaru, dla którego planuje się sporządzenie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek przedstawiono na Ryc. 1.

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 1. Lokalizacja obiektów zabytkowych

2. Charakterystyka krajobrazu terenu analizy i jego sąsiedztwa

Charakterystyki krajobrazu dokonano na podstawie wizji terenowej, analizy kartograficznej, analizy materiałów teledetekcyjnych oraz na podstawie Audytu krajobrazowego województwa lubuskiego, który został przyjęty przez Zarząd Województwa Lubuskiego, a następnie Uchwałą Nr IV/66/2024 Sejmiku Województwa Lubuskiego z dnia 28 października 2024 r. w sprawie audytu krajobrazowego województwa lubuskiego.

Odnosząc się do klasyfikacji typologicznej krajobrazów przedstawionej w rozporządzeniu w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych (Dz. U. 2019, poz. 394 ze zm.), krajobraz terenu, na którym planuje się lokalizację elektrowni wiatrowych zaklasyfikowano do grupy (B) krajobrazów przyrodniczo-kulturowych ukształtowanych w wyniku wspólnego działania procesów naturalnych oraz świadomych modyfikacji pokrycia terenu i struktury przestrzennej przez człowieka. Elektrownie wiatrowe planuje się zlokalizować w granicach krajobrazów wiejskich (6).

Wszystkie elektrownie wiatrowe zostały zlokalizowane w granicach krajobrazu wiejskiego podtyp z przewagą mozaikowo rozmieszczonych użytków rolnych tworzących pola średniej wielkości (6d). Tłem krajobrazowym są grunty wykorzystywane rolniczo obecnie (grunty orne, łąki i pastwiska) lub w przeszłości (ugory i odłogi). Poszczególne pola mogą być różnej wielkości, ale ilościowo dominują działki ułożone mozaikowo („szachownica pól”) o kształcie zbliżonym do prostokąta i powierzchni najczęściej powyżej 3 ha i poniżej 30 ha. W obrębie tak opisanego tła krajobrazowego mogą występować obszary zabudowane (wsie), charakteryzujące się różnym usytuowaniem, genezą, wielkością oraz typem morfologicznym, a także różnym stopniem zwartości lub rozproszenia, oraz mogą występować inne obiekty infrastruktury technicznej, np. **energetyki wiatrowej**. Udział innych form pokrycia terenu może być zmienny (lasy, nieużytki bagienne i inne, poza terenami zabudowanymi).

W obszarze analizy zgodnie z danymi z audytu krajobrazowego województwa lubuskiego wyznaczono 8 podtypów krajobrazu (Tab. 1) ich szczegółową charakterystykę wraz z powierzchniami przedstawiono w tabeli (Tab. 2).

Tab. 1. Podtypy krajobrazu i ich powierzchnie zlokalizowane w granicy obszaru analizy

Podtyp kod	Podtyp opis krajobrazu	Powierzchnia [km ²]
A1b	Systemy wód płynących	4,9
A2a	Bagiennie-łąkowe - głównie bezleśne, z udziałem ekstensywnie użytkowanych łąk	3,1
A3a	Leśne - z przewagą siedlisk borowych	7,4
A3b	Leśne - z przewagą siedlisk lasowych	5,8
A3c	Leśne - z przewagą siedlisk łęgowych, bagiennych i olsowych	10,8
B6d	Wiejskie - z przewagą mozaikowo rozmieszczonych użytków rolnych tworzących pola średniej wielkości	60,9
B6e	Wiejskie - z przewagą wielkoobszarowych pól łąk i pastwisk	6,6
B8c	Miejscowości o zwartej, wielorzędowej zabudowie o charakterze wiejskim	2,4
SUMA		102,0

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek

Tab. 2. Charakterystyka podtypów krajobrazu zlokalizowanych w granicy obszaru analizy

ID krajobrazu	Kod krajobrazu	Podtyp kod	Podtyp opis krajobrazu	Krajobraz priorytetowy	Typ rzeźby	Powierzchnia [km ²]
1308	08-315.62-2	A1b	Systemy wód płynących	TAK	G – krajobrazy dolin	4,93
1058	08-315.62-4	A2a	Bagiennie-ląkowe – głównie bezleśne, z udziałem ekstensywnie użytkowanych łąk	NIE	G – krajobrazy dolin	1,74
1358	08-315.62-5	A2a		NIE	G – krajobrazy dolin	1,40
1716	08-315.62-20	A3a	Leśne – z przewagą siedlisk borowych	NIE	B – krajobrazy faliste	0,26
1031	08-315.42-50	A3a		NIE	B – krajobrazy faliste	0,50
221	08-315.62-13	A3a		NIE	B – krajobrazy faliste	4,47
152	08-315.62-10	A3a		NIE	A – krajobrazy równinne	0,02
139	08-315.62-7	A3a		NIE	B – krajobrazy faliste	0,42
141	08-315.62-9	A3a		NIE	B – krajobrazy faliste	1,76
1359	08-315.62-19	A3a		NIE	B – krajobrazy faliste	0,01
1059	08-315.42-95	A3b	Leśne – z przewagą siedlisk lasowych	NIE	C – krajobrazy pagórkowate	0,19
490	08-315.62-26	A3b		NIE	B – krajobrazy faliste	5,64
320	08-315.62-28	A3c	Leśne – z przewagą siedlisk łągowych, bagiennych i olsowych	NIE	G – krajobrazy dolin	2,38
1493	08-315.62-31	A3c		TAK	A – krajobrazy równinne	7,23
1274	08-315.62-30	A3c		NIE	A – krajobrazy równinne	1,17
1556	08-315.62-44	B6d	Wiejskie – z przewagą mozaikowo rozmieszczonych użytków rolnych tworzących pola średniej wielkości	TAK	A – krajobrazy równinne	0,89
821	08-315.62-38	B6d		NIE	A – krajobrazy równinne	1,63
1732	08-315.62-47	B6d		TAK	A – krajobrazy równinne	58,38
820	08-315.62-49	B6e	Wiejskie – z przewagą wielkoobszarowych pól łąk i pastwisk	NIE	A – krajobrazy równinne	1,17
823	08-315.62-51	B6e		NIE	B – krajobrazy faliste	1,05
822	08-315.62-50	B6e		NIE	A – krajobrazy równinne	1,63
972	08-315.62-53	B6e		NIE	A – krajobrazy równinne	2,80
904	08-315.62-63	B8c	Miejscowości o zwartej, wielorzędowej zabudowie o charakterze wiejskim	TAK	B – krajobrazy faliste	1,40
780	08-315.62-62	B8c		NIE	B – krajobrazy faliste	0,98

W granicach analizy zlokalizowana jest miejscowość Trzebiechów i Klenica, której krajobraz został zaklasyfikowany do podtypu 8c krajobrazy podmiejskie i osadnicze miejscowości o zwartej, wielorzędowej zabudowie o charakterze wiejskim.

Na rycinie Ryc. 2 przedstawiono lokalizację planowanych elektrowni wiatrowych na tle granic podtypów krajobrazu wyznaczonych w audycie krajobrazowym województwa lubuskiego.

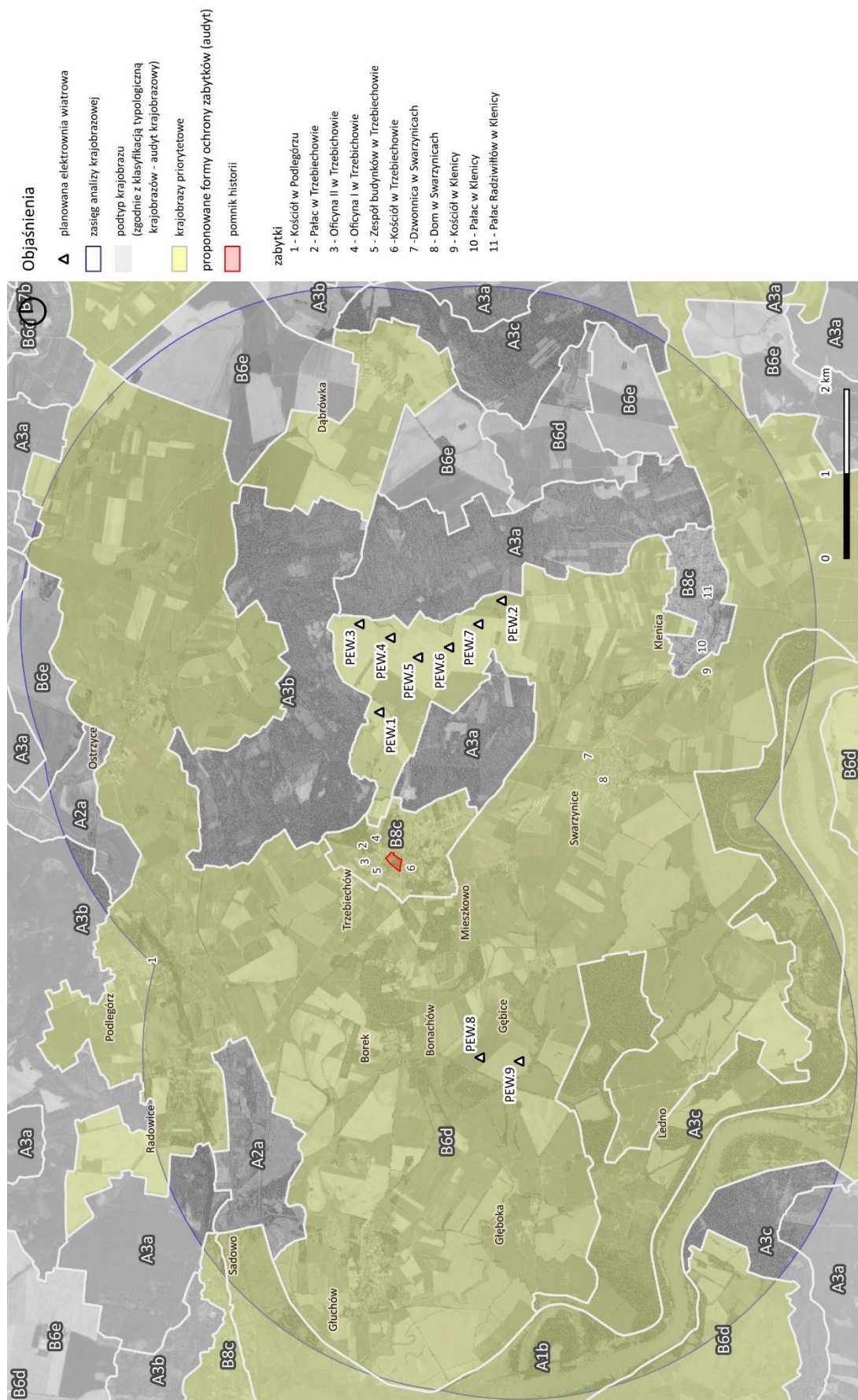
Typ rzeźby terenu zgodnie z wyżej przywołanym rozporządzeniem we większości zaklasyfikowano do terenów o krajobrazie równinnym rozumianym jako rozległe tereny płaskie lub prawie całkowicie poziome (nachylenie do 3°) i krajobrazie falistym rozumianym jako rozległe tereny charakteryzujące się łagodnymi, niewielkimi deniwelacjami terenu o względnych wysokościach do kilku metrów.

Planowane elektrownie zlokalizowane są w granicy krajobrazu priorytetowego (id krajobrazu: 1732, kod 08-315.62-47). Krajobraz priorytetowy wyznaczono w oparciu o ocenę ekspercką. Jako zagrożenia dla krajobrazu priorytetowego wskazano, Zaburzenie struktury miejskich i wiejskich zabytkowych układów przestrzennych przez nowe inwestycje, Niszczenie cennych wartości historycznych, fizjonomicznych, przyrodniczych i architektonicznych przypadkową i nieestetyczną zabudową i infrastrukturą, odory - oddziaływanie składowisk, zakładów przemysłowych, obiektów hodowli przemysłowej itp.

Podkreślić należy, że zasięg widoczności planowanej farmy wiatrowej obejmuje również krajobraz priorytetowy m. Trzebiechów (id krajobrazu: 904, kod 08-315.62-63), który został wyznaczony ze względu na unikatowość, w granicach Trzebiechowa zaproponowano utworzenie pomnika historii, który obejmowałby zespół dawnego Sanatorium z parkiem w Trzebiechowie, jest to obszar o powierzchni około 2,1 ha. Jako zagrożenia dla krajobrazu priorytetowego wskazano, niszczenie cennych wartości historycznych, fizjonomicznych, przyrodniczych i architektonicznych przypadkową i nieestetyczną zabudową i infrastrukturą.

Studium krajobrazowe

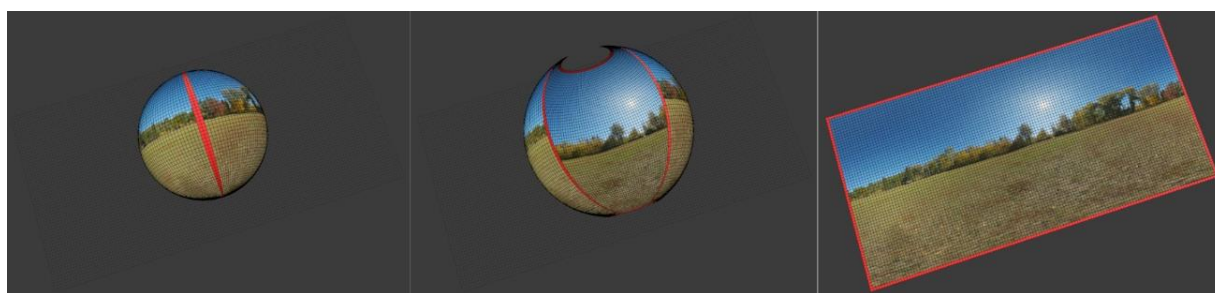
opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 2. Lokalizacja planowanej farmy wiatrowej na tle granic podtypów krajobrazów wyznaczonych w audycie krajobrazowym województwa lubuskiego

3. Metodyka

Analiza oddziaływania planowanej farmy wiatrowej na krajobraz w kontekście obiektów zabytkowych przeprowadzona została przy pomocy zmodyfikowanej do tego celu metody QLA360 (*Quantified Landscape Assessment*). Metoda QLA360 (Wróżyński i in. 2020) jest ilościową metodą oceny krajobrazu oraz oceny oddziaływania przedsięwzięć na krajobraz, wykorzystującą potencjał narzędzi GIS, grafiki 3D, cyfrowych baz danych wysokościowych w postaci chmur punktów LIDAR, bazy BDOT10k oraz obrazów panoramicznych 360°. Głównym celem metody jest opracowanie w pełni trójwymiarowej sceny 3D, realistycznie oddającej warunki terenowe, umieszczenie w niej cyfrowego obserwatora i analiza widzianego przez niego widoku. Analiza krajobrazu otaczającego wirtualnego obserwatora dokonywana jest poprzez opis jego widoku jako panoramy obejmującej pełny, 360° zasięg widzenia przekształconej w płaski obraz (Ryc. 3).



Ryc. 3. Schemat przekształcenia sfery w obraz płaski

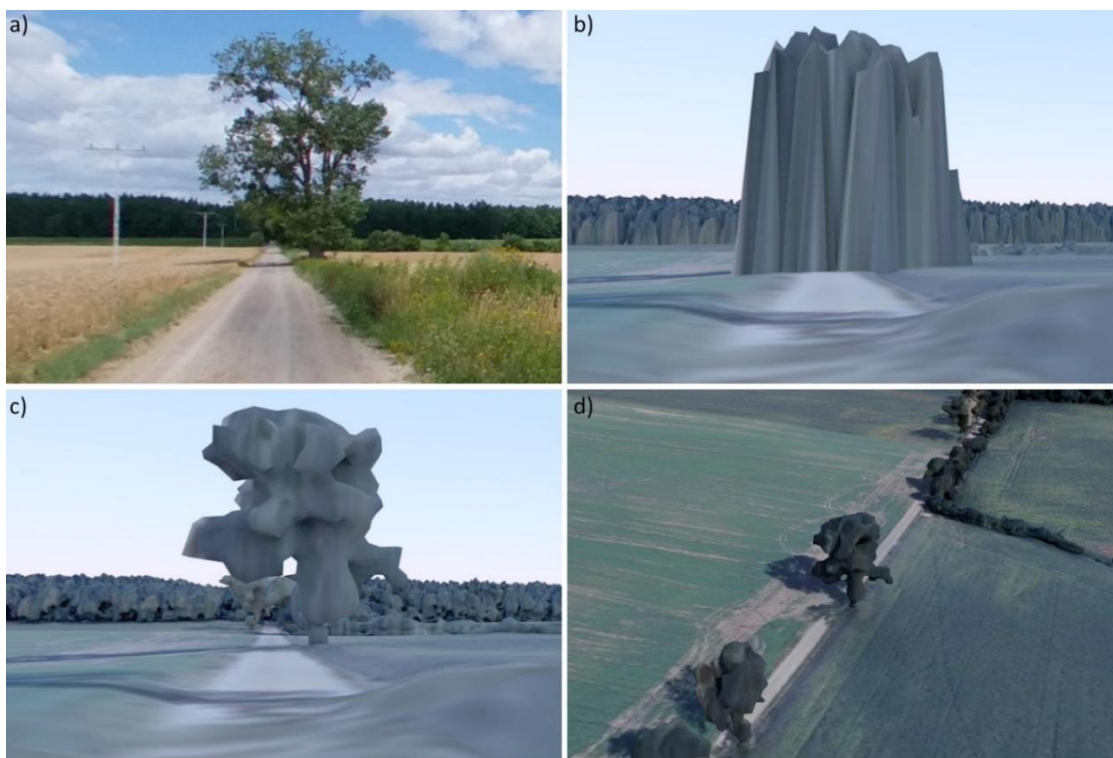
Pierwszym etapem analizy krajobrazowej jest budowa sceny 3D, na podstawie danych LIDAR, BDOT10K, istniejących oraz planowanych elektrowni wiatrowych oraz występujących na danym obszarze zabytków. Następnie dokonywana jest klasyfikacja elementów krajobrazu na trójwymiarowym modelu. Dla wyznaczonych lokalizacji wirtualnych obserwatorów generowany jest obraz panoramiczny 360°, który przedstawia widok obserwatora. W celu wyeliminowania zniekształceń wynikających z przekształcenia widoku 360° do obrazu płaskiego, dokonywana jest konwersja do obrazów w projekcji sinusoidalnej (zachowującej powierzchnie – tzw. *Equal-Area projection*). Wszystkie obiekty widoczne dla obserwatora mają unikalną barwę RGB, więc analiza ilości pikseli o danych barwach pozwala na ilościową ocenę krajobrazu widocznego dla obserwatora oraz pozwala na analizę zajętości pola widzenia przez poszczególne obiekty.

4. Scena 3D

Celem metody QLA360 jest analiza krajobrazu z perspektywy człowieka. Oznacza to konieczność uwzględnienia w analizach trzeciego wymiaru, często pomijanego w analizach krajobrazowych. Do analiz widoczności w metodzie QLA360 wykorzystywane są programy i narzędzia grafiki trójwymiarowej, które pozwalają na pełne analizy trójwymiarowe w odróżnieniu od narzędzi GIS, które do analiz widoczności bazują na uproszczonych, 2,5D modelach. Modele 2,5D to modele, w których każdy punkt na powierzchni ma tylko jedną współrzędną wysokościową. Oznacza to, że każdy punkt musi być widoczny z góry, więc model nie uwzględnia obiektów m.in. pod koronami drzew, pod wiaduktami czy mostami.

Kompletna trójwymiarowa scena 3D, będąca podstawą analiz krajobrazowych, składa się z trzech komponentów: modelu terenu, modeli budynków i modeli roślinności (drzewa i krzewy). Modele terenu powstają w oparciu o dane pochodzące z lotniczego skaningu laserowego LIDAR, czyli z najbardziej dostępnych danych o topografii terenu. W standardzie II, dotyczącym obszarów większych miast, dokładność wysokościowa wynosi 0,1 m, a w standardzie I, obejmującym pozostałe obszary 0,15 m. Model terenu uzupełniany jest o informacje o pokryciu terenu z bazy danych obiektów topograficznych (BDOT10K). Modele budynków w standardzie LOD2 (uwzględniające geometrię dachów) są pozyskiwane z ogólnodostępnej bazy za pośrednictwem serwisu Geoportal. Modele te są dostępne tylko dla 10 województw, dlatego na pozostałych obszarach tworzone są modele uproszczone, bazujące na danych LIDAR. Proces polega na opracowaniu nieregularnej siatki trójkątów (model TIN) reprezentującej powierzchnie dachów z przefiltrowanych chmur punktów, a następnie wyciągnięciu ich w dół, do powierzchni teren, w celu utworzenia trójwymiarowych brył.

Wprowadzenie do analizy trójwymiarowych modeli roślinności stanowi istotny krok w kierunku zwiększenia precyzji oraz wiarygodności wyników analiz krajobrazowych. W literaturze naukowej powszechnie spotykane są metody wyznaczania widoczności, które albo całkowicie pomijają roślinność, albo uwzględniają ją w formie modeli 2,5D. Drzewa w modelu 2,5D są prezentowane jako nieprzejryste ściany. Takie modele są powszechnie stosowane w analizach GIS ze względu na wydajność, prostotę obliczeń czy łatwość prezentacji wyników na mapach. W analizach krajobrazowych jednak, stosowanie uproszczonych modeli 2,5D znacznie obniża jakość analiz oraz może prowadzić do znaczących błędów. Różnica pomiędzy modelami 2,5D, a 3D drzewa oraz wpływ tych modeli na reprezentację widoczności z perspektywy człowieka została przedstawiona na Ryc. 4.



Ryc. 4. Różnica pomiędzy reprezentacją 2,5D, a 3D drzewa, a) fotografia referencyjna drzewa, b) model 2,5D, c) model 3D, d) wizualizacja 3D

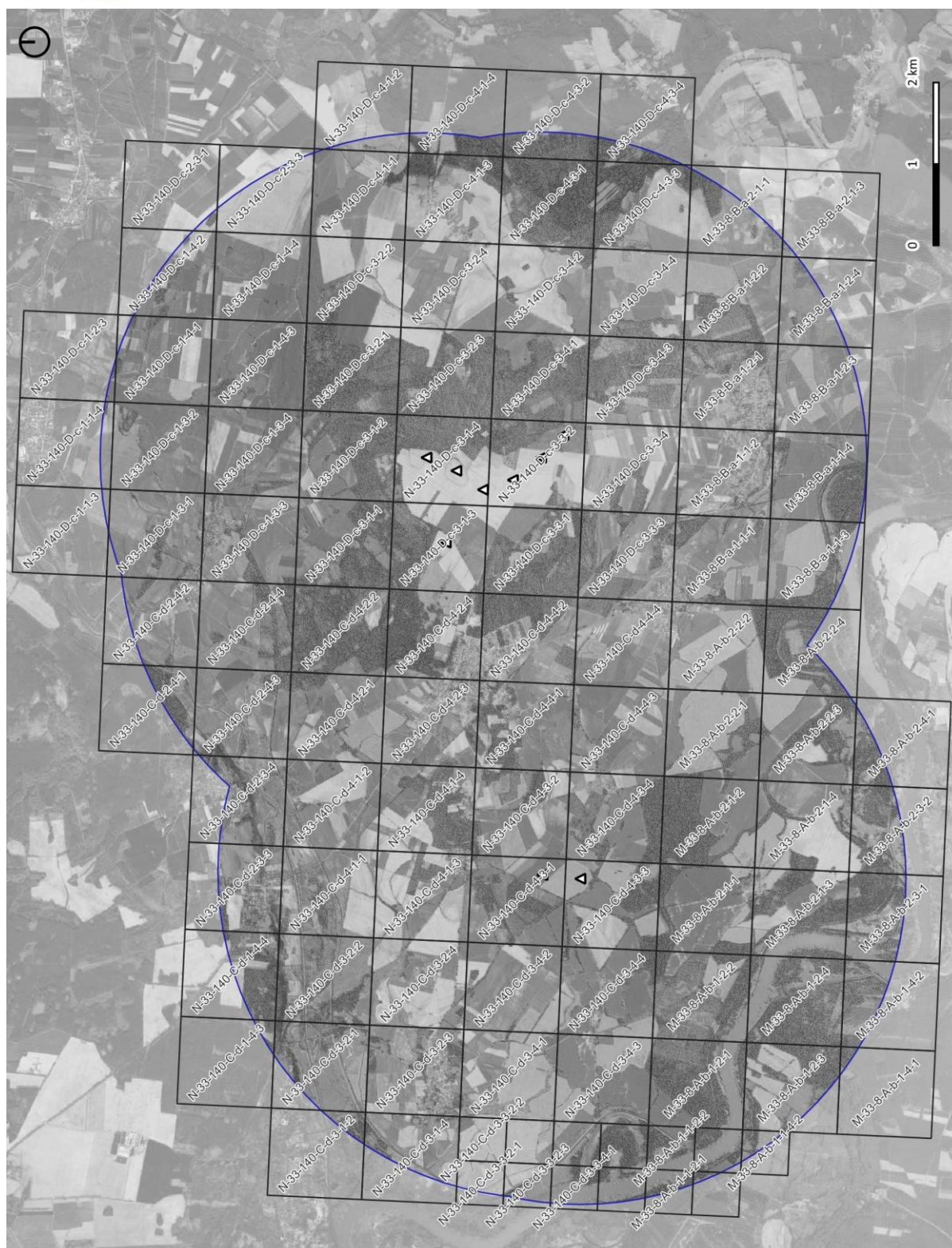
Do utworzenia sceny 3D wykorzystano łącznie 111 arkuszy danych LIDAR co zapewniło pełne pokrycie analizowanego obszaru, wyznaczonego poprzez 4 km bufor od lokalizacji planowanych elektrowni wiatrowych (Ryc. 5). Dane w postaci chmur punktów .laz zostały pozyskane za pośrednictwem serwisu Geoportal (geoportal.gov.pl). Lotniczy skaniny laserowy wykonany był w 2020 roku. Chmury punktów charakteryzują się gęstością wynoszącą 4 i 12 pkt/m². Średni błąd wysokościowy nie przekracza 0,15 m. Dane zawierają informację o położeniu punktów w przestrzeni trójwymiarowej XYZ, oraz, między innymi, dane o intensywności odbicia, ilości i numerze odbić oraz klasie nadanej zgodnie ze standardem 1.2, opublikowanym w 2008 roku przez American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS, 2008). Zgodnie ze Standardem, każdy punkt ma przypisaną jedną z następujących klas:

- punkty przetwarzane, ale niesklasyfikowane,
- punkty leżące na gruncie,
- punkty reprezentujące niską roślinność, tj. w zakresie 0-0,40 m,
- punkty reprezentujące średnią roślinność, tj. w zakresie 0,40-2,00 m,
- punkty reprezentujące wysoką roślinność, tj. w zakresie powyżej 2,00 m,
- punkty reprezentujące budynki, budowle oraz obiekty inżynierskie,
- szum,
- punkty reprezentujące obszary wód,
- punkty z obszarów wielokrotnego pokrycia.

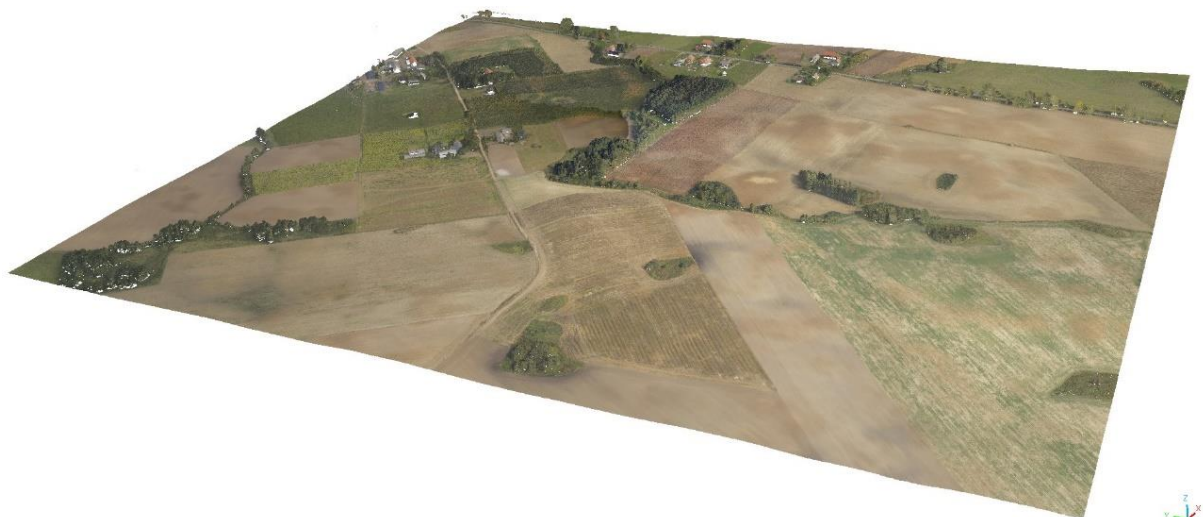
Przykładowy arkusz danych LIDAR przedstawiono na Ryc. 6.

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek

Δ planowana elektrownia wiatrowa
 arkusz LiDAR
 zasięg analizy krajobrazowej



Ryc. 5. Skorowidz danych LIDAR



Ryc. 6. Arkusz danych LIDAR

Chmury punktów LIDAR zostały połączone, przycięte do obszaru badań i rozdzielone według klas. Trójwymiarowy model powierzchni terenu powstał na podstawie interpolacji punktów sklasyfikowanych jako „punkty leżące na gruncie”. Do modelu powierzchni terenu przypisano informacje o pokryciu terenu w oparciu o dane BDOT10k. W następnym etapie dokonano rekonstrukcji obiektów wystających takich jak budynki, drzewa oraz roślinność średnia (do 2 m wysokości) z postaci chmury punktów do siatki poligonów oraz dodano je do utworzonego wcześniej modelu terenu. Jednocześnie opracowano modele 3D planowanych oraz istniejących elektrowni wiatrowych. Scena 3D uzupełniona została o tekstury opracowane na podstawie ortofotomapy dzięki czemu powstała fotorealistyczna, trójwymiarowa scena (Ryc. 7, Ryc. 8, Ryc. 9), która jest w pełni interaktywna i pozwala na swobodną eksplorację cyfrowego świata również z perspektywy człowieka.



Ryc. 7. Model 3D analizowanego obszaru – przed realizacją przedsięwzięcia

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 8. Model 3D analizowanego obszaru – po realizacji przedsięwzięcia

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 9. Model 3D, widok z perspektywy człowieka

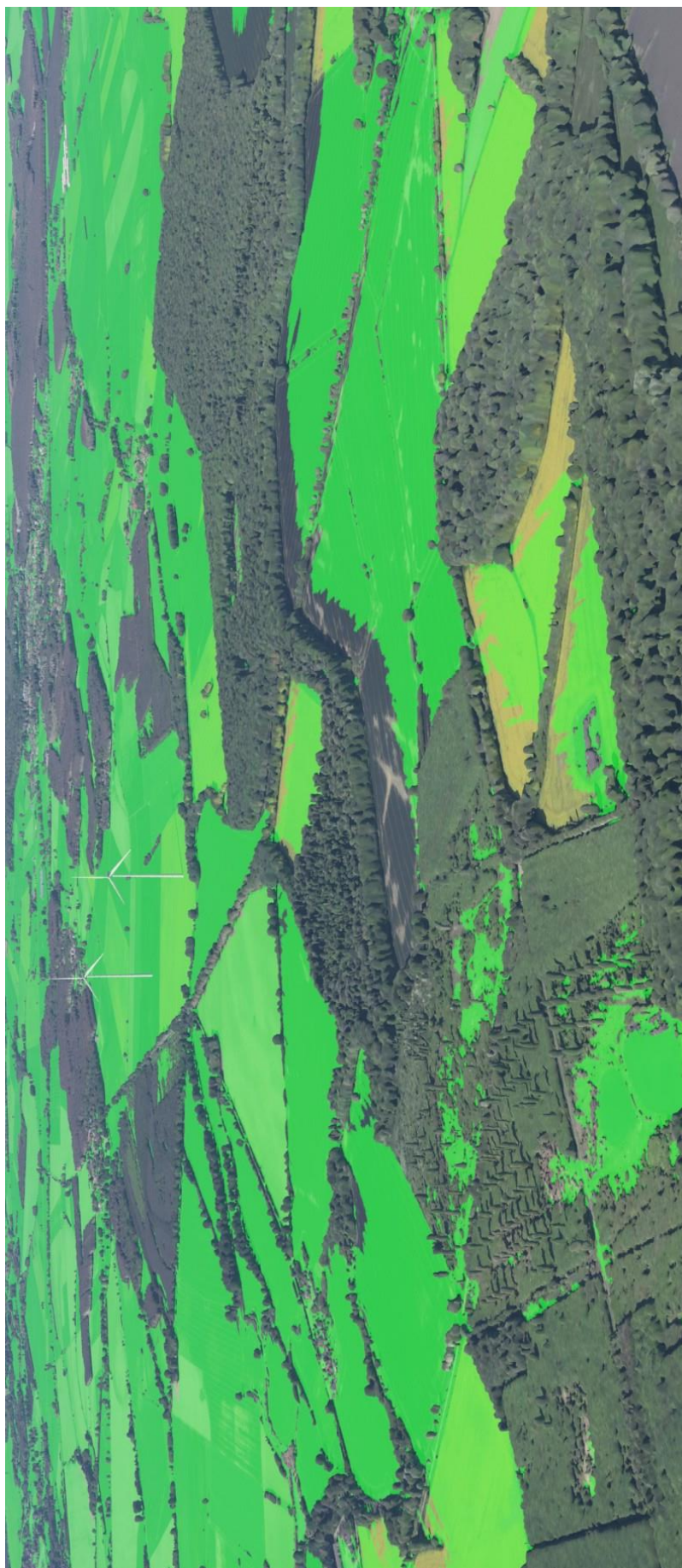
5. Analiza widoczności elektrowni wiatrowych

Narzędzia GIS wykorzystywane do wyznaczania zasięgów widoczności bazują na algorytmach line-of-sight, które badają obecność przeszkód pomiędzy analizowanym obiektem a obserwatorem. Obliczenia przeprowadzane są na uproszczonych 2,5D numerycznych modelach pokrycia terenu (NMPT) co sprawia, że wyniki obarczone są błędem i nie odzwierciedlają w pełni perspektywy człowieka. Kolejną wadą podejścia GIS jest możliwość analizy wyłącznie obiektów punktowych. Oznacza to konieczność przedstawienia, często złożonych geometrycznie, obiektów jako zestawu punktów. Wprowadza to kolejne niedokładności w modelowaniu stref widoczności i nie rozróżnia widoków frontalnych i bocznych (Wróżyński i in. 2016). Analizy GIS mogą być wykonywane na jednym NMPT, co oznacza że rozdzielczość całego modelu musi być dostosowana do najmniejszego elementu, który będzie determinował jego dokładność. Przyjmuje się, że w analizach widoczności powinny być wykorzystywane modele o rozdzielczości 1 m, co sprawia, że dla dużych powierzchni przeprowadzenie tak dokładnych analiz nie jest możliwe ze względu na niewystarczające moce obliczeniowe komputerów. W celu przeprowadzenia analiz przyjmuje się mniej dokładne rozdzielczości co ma duży wpływ na jakość analiz.

W metodzie QLA360 zastosowano podejście, które niweluje wady wyznaczania widoczności w systemach GIS poprzez wykorzystanie narzędzi do modelowania grafiki 3D. Przede wszystkim do analiz wykorzystywany jest w pełni trójwymiarowy model pokrycia terenu (3D NMPT). Do wyznaczenia zasięgu widoczności wykorzystuje się symulowane promienie emitowane przez całą powierzchnię analizowanego obiektu. Uniwersalność narzędzi pozwala na łączenie różnych modeli, dzięki czemu możliwe jest połączenie zoptymalizowanego modelu terenu z wysokorozdzielczymi modelami budynków i roślinności, co umożliwia wyznaczenie dokładnych stref widoczności nawet na dużych obszarach. Trójwymiarowa analiza widoczności została przeprowadzona dla planowanych elektrowni wiatrowych o całkowitej wysokości 300 m (Ryc. 10). Modele 3D elektrowni wiatrowych zostały usytuowane względem kierunku zachodniego, czyli dominującego na badanym obszarze kierunku wiatru. Metoda QLA360 zapewnia kompatybilność wyników z systemami GIS, co umożliwia dalsze analizy wyników (Ryc. 11).

Studium krajobrazowe

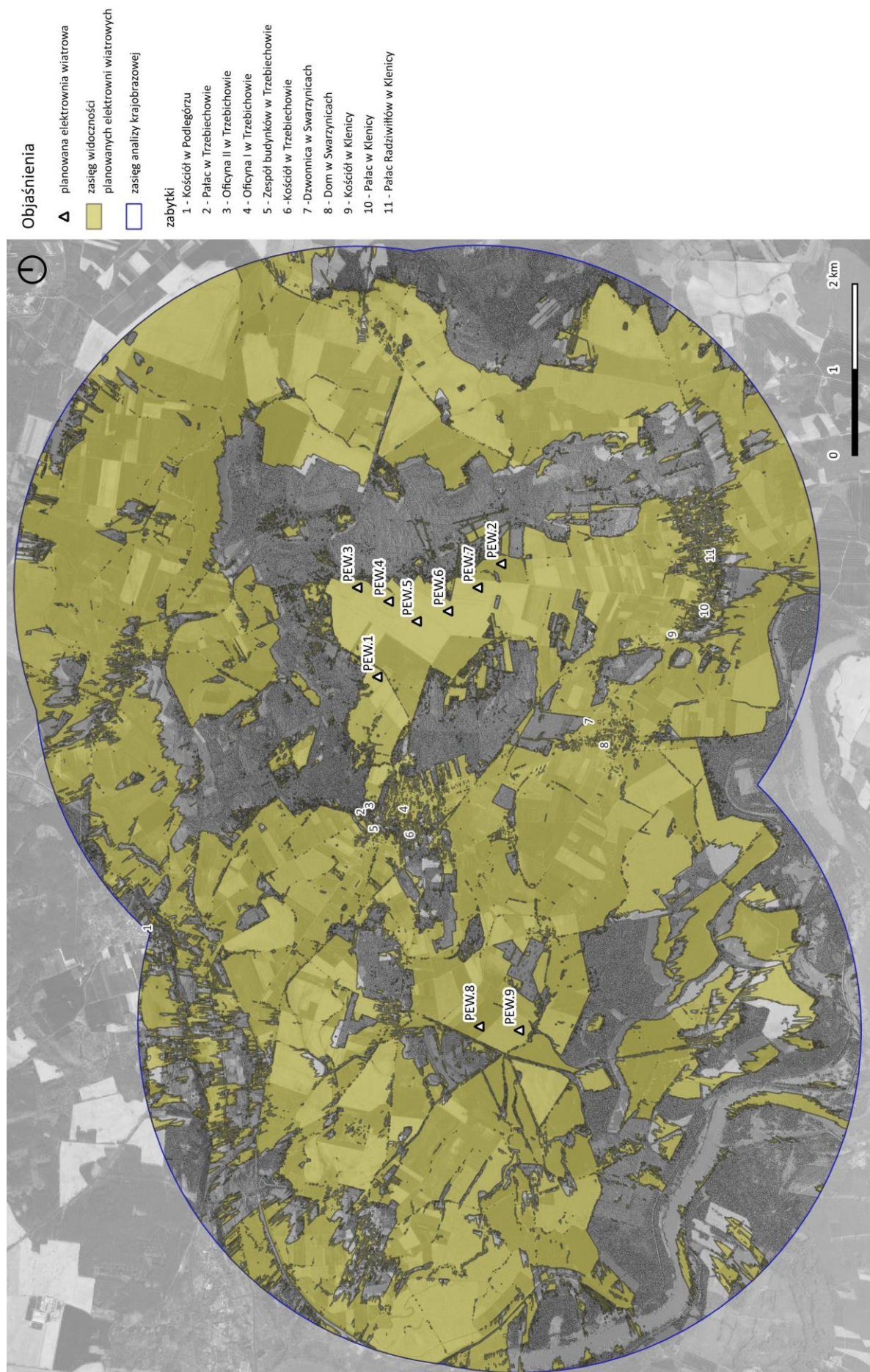
opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 10. Fragment trójwymiarowej analizy widoczności planowanych elektrowni wiatrowych

Studium krajobrazowe

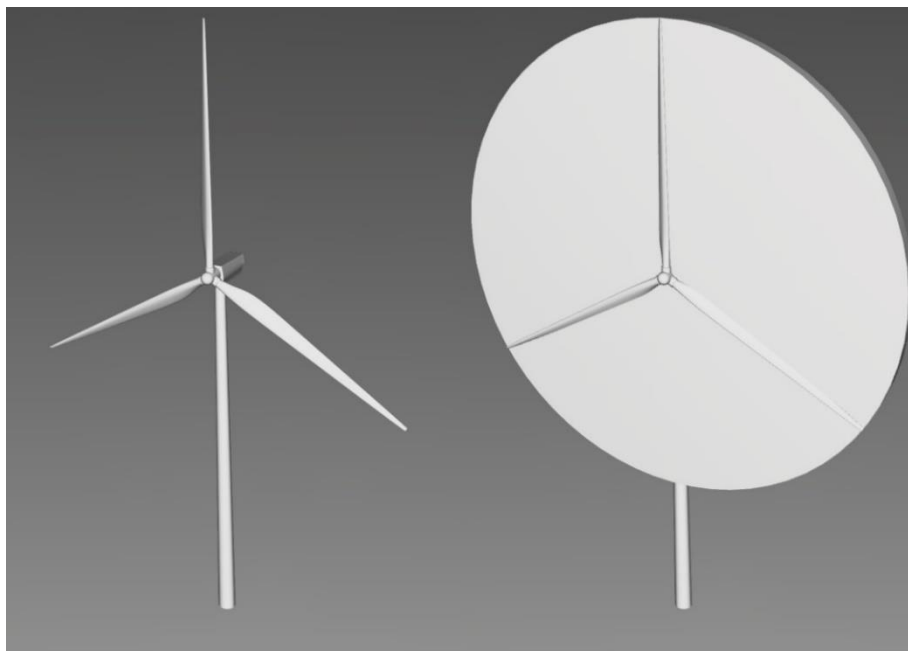
opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 11. Zasięg widoczności planowanych elektrowni wiatrowych

Całkowity zasięg widoczności wszystkich planowanych elektrowni wiatrowych wynosi niecałe 60 km² (59,32km²), co stanowi około 58,11% powierzchni analizy (102,08km²). Zasięg widoczności obejmuje wszystkie obszary, z których nawet niewielki fragment elektrowni wiatrowej może być zauważony. Należy zatem stwierdzić, że samo wyznaczenie zasięgu widoczności, choć jest warunkiem koniecznym w analizach krajobrazowych, nie jest warunkiem wystarczającym. Zasięg widoczności pokazuje obszary, z których analizowany obiekt może być teoretycznie widoczny ze względu na brak przeszkód terenowych pomiędzy obiektem, a każdym punktem terenu. Zakres przestrzenny analiz widoczności określany jest manualnie, co może wpłynąć na znaczne wypaczenie wyników. W przypadku prowadzenia analiz w zbyt małym buforze, siła oddziaływania na krajobraz może być niedoszacowana, natomiast zwiększanie zasięgu analiz zawsze będzie powodowało zwiększenie powierzchni widoczności, co często jest nieuzasadnione i może wprowadzać w błąd znacznie zawyżając oddziaływanie przedsięwzięć na krajobraz. Wykorzystanie metody QLA360 eliminuje ten problem poprzez obliczenie procentowej zajętości elektrowni wiatrowej w całkowitym 360° widoku obserwatora.

Analiza procentowej widoczności elektrowni wiatrowych w pełnym 360° widoku odbywa się na podstawie utworzonego wcześniej 3D NMPT. Proces polega na umieszczeniu w modelu wirtualnego obserwatora i wykonaniu obrazu panoramicznego 360° przedstawiającego widziany przez niego obraz. W następnym etapie na obrazie liczona jest procentowa powierzchnia zajmowana przez elektrownię wiatrową w panoramie. Obracające się łopaty wirników zostały przedstawione jako koło (Ryc. 12).

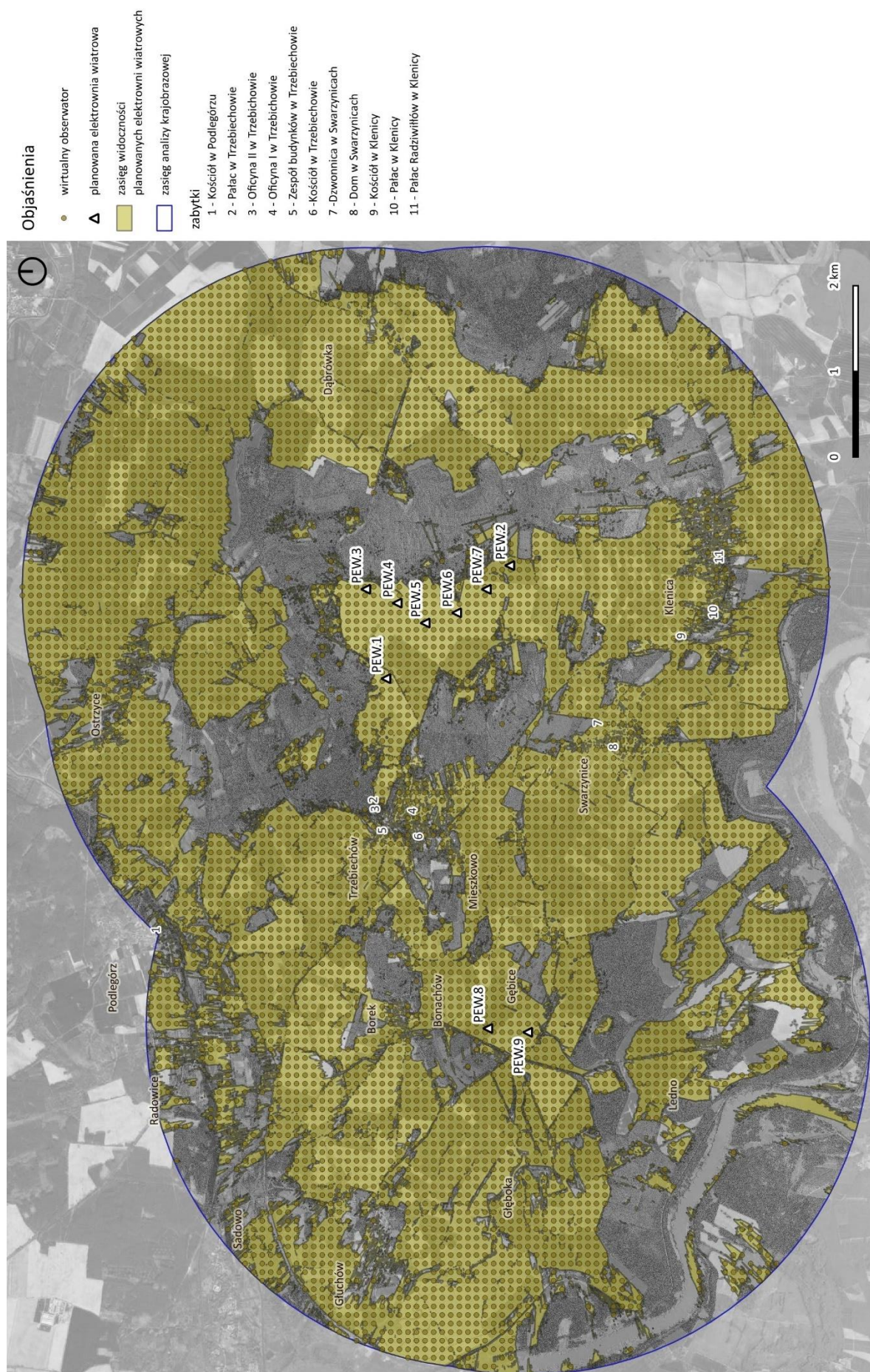


Ryc. 12. Model 3D elektrowni wiatrowej

Analiza została przeprowadzona dla 6095 wirtualnych obserwatorów zlokalizowanych w siatce 100 m na obszarach objętych zasięgiem widoczności (Ryc. 13). Dla każdego z nich wygenerowany został obraz panoramiczny oraz obliczone zostały zajętości pola widzenia przez planowane i istniejące elektrownie wiatrowe.

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek

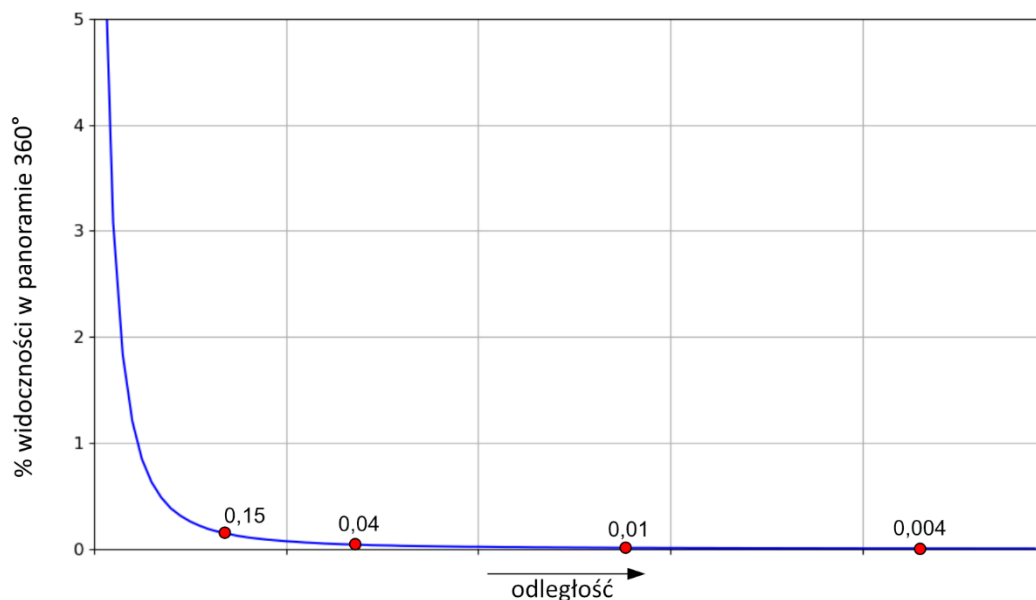


Ryc. 13. Lokalizacja wirtualnych obserwatorów

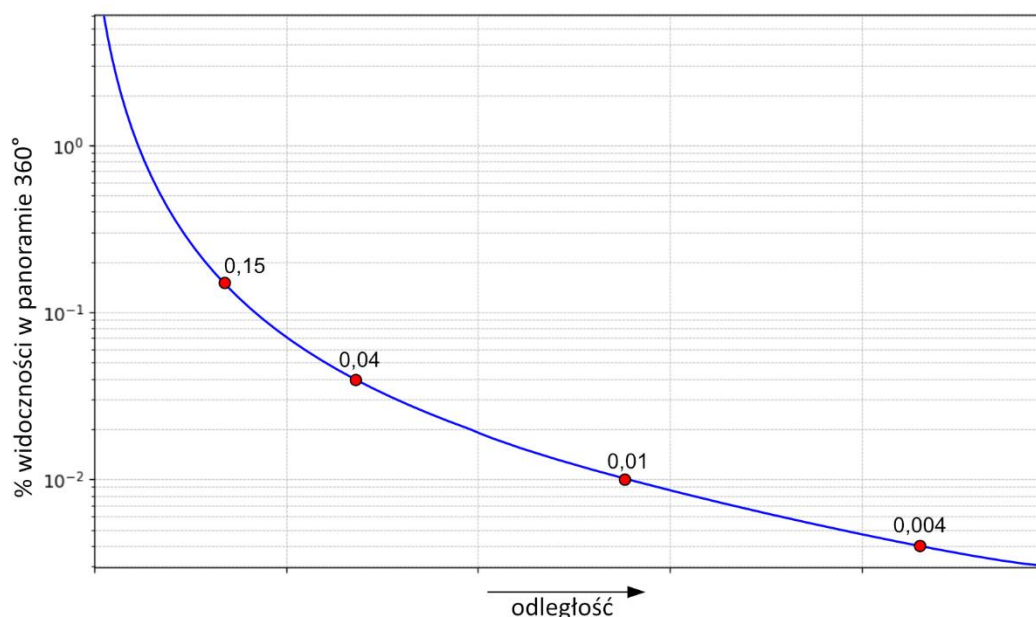
6. Siła oddziaływania na krajobraz elektrowni wiatrowych

W następnym etapie analiz obliczona została siła oddziaływania na krajobraz, na podstawie procentowej zajętości pola widzenia obserwatora przez elektrownie wiatrowe. Pięciostopniowa skala siły oddziaływania na krajobraz (duża, istotna, umiarkowana, mała, bardzo mała) została opracowana na podstawie charakterystyki krzywej zależności pomiędzy procentową widocznością obiektu w panoramie 360° a odległością od obiektu. Krzywa została wyznaczona na podstawie danych uzyskanych poprzez obliczenie procentowego udziału w panoramach 360° obiektu testowego stanowiącego kwadrat o boku 25 m w 10 metrowych interwałach na długości 1000 m.

Krzywa przypomina kształt funkcji wykładniczej malejącej, gdzie początkowy gwałtowny spadek staje się coraz bardziej łagodny, aż do osiągnięcia niemal stałego poziomu w końcowej części. Krzywa rozpoczyna się od wysokich wartości Y, co przedstawia duży udział widoczności obiektu w panoramie 360° w bliskiej odległości, szybko spadając w początkowych etapach. W miarę zbliżania się do wartości 0,15%, krzywa zaczyna się wypłaszczać, spadając w bardziej łagodnym tempie aż do wartości ok. 0,04%. Kiedy zbliża się do wartości 0,01%, spadek staje się jeszcze bardziej subtelny. W końcowych etapach, kiedy zbliża się do wartości 0,004%, krzywa staje się niemal płaska, a spadek jest minimalny (Ryc. 14). W celu wyraźniejszego zobrazowania przebiegu krzywej, wykres przedstawiony został również w skali logarytmicznej (Ryc. 15).



Ryc. 14. Zależność pomiędzy procentową zajętością obiektu w widoku obserwatora a odległością



Ryc. 15. Zależność pomiędzy procentową zajętością obiektu w widoku obserwatora a odległością, przedstawiona w skali logarytmicznej

Wartości wyznaczone za pomocą analizy przebiegu krzywej oraz na podstawie analizy wygenerowanych panoram 360° posłużyły do wyznaczenia pięciostopniowej skali oddziaływania na krajobraz (Tab. 3). Kształt krzywej jest uniwersalny. Dla innych obiektów o różnych powierzchniach, kształt krzywej jest taki sam z systematycznym przesunięciem na osi odległości. Oznacza to, że wyznaczone zakresy siły oddziaływania są uniwersalne i mogą być stosowane dla każdego rodzaju przedsięwzięcia. Należy zauważyć, że wartości mniejsze niż 0,004% oznaczają, że wpływ obiektu na krajobraz jest na tyle mały, że należy go uznać za pomijalny, a nie, że obiekt jest całkowicie niewidoczny.

Dla łatwiejszego zobrazowania i ułatwienia interpretacji wyników obliczono, że kwadrat o boku 1 m widziany z odległości 2,8 m zajmuje 1% całego widoku w panoramie 360°.

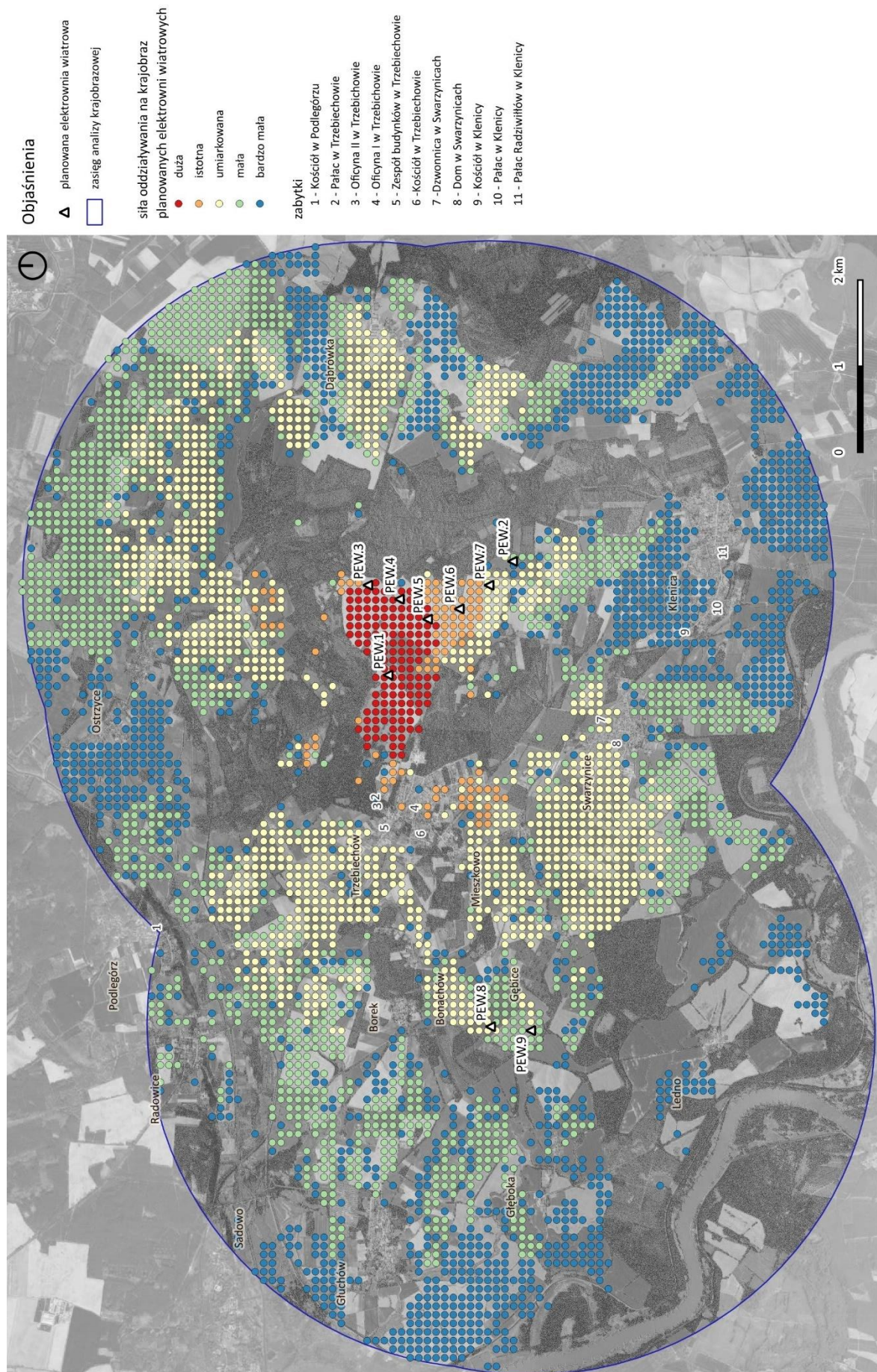
Tab. 3. Siła oddziaływania na krajobraz

Udział w panoramie 360 [%]	Siła oddziaływania na krajobraz
$\geq 0,15$	Duża
$(0,04 - 0,15>$	Istotna
$(0,010 - 0,040>$	Umiarkowana
$(0,004 - 0,010>$	Mała
$\leq 0,004$	Bardzo mała

W pierwszym etapie analiz na rycinach (Ryc. 16 – Ryc. 24) przedstawiono wyniki analizy QLA360 dla poszczególnych elektrowni wiatrowych, co pozwala na ocenę siły oddziaływania na krajobraz każdej planowanej elektrowni wiatrowej z osobna.

Studium krajobrazowe

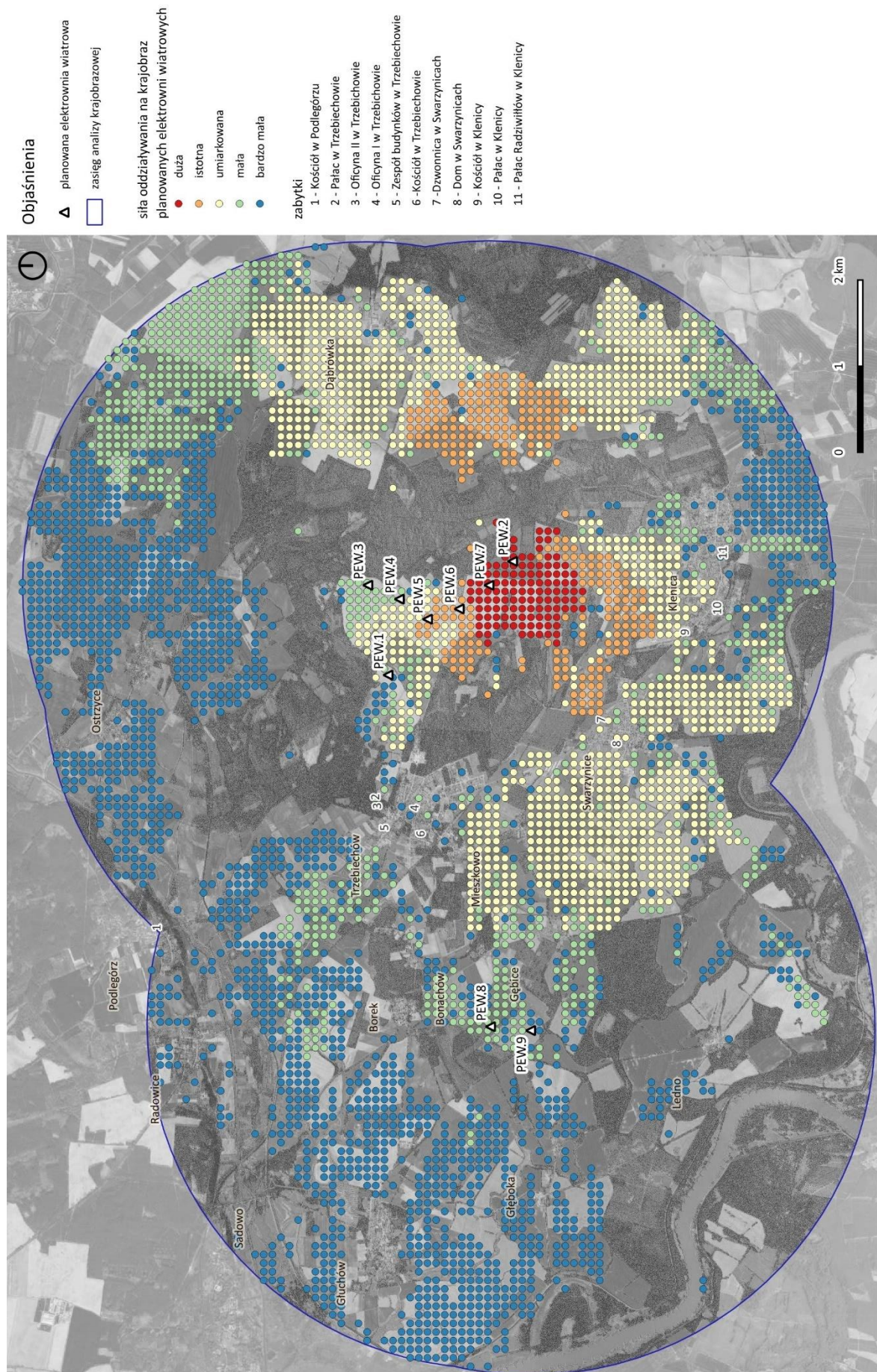
opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 16. Siła oddziaływania planowanej elektrowni PEW.1

Studium krajobrazowe

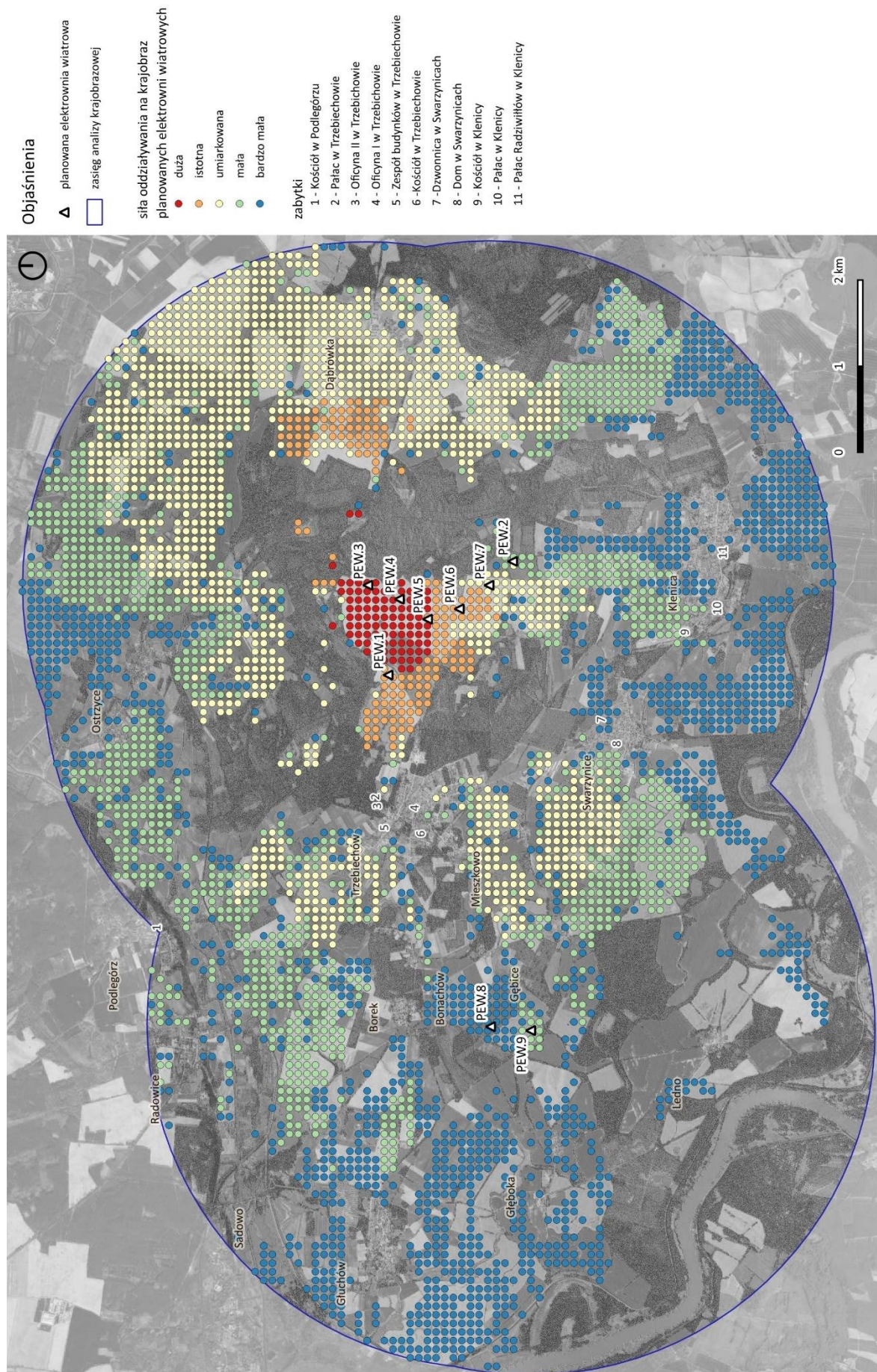
opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 17. Siła oddziaływania planowanej elektrowni PEW.2

Studium krajobrazowe

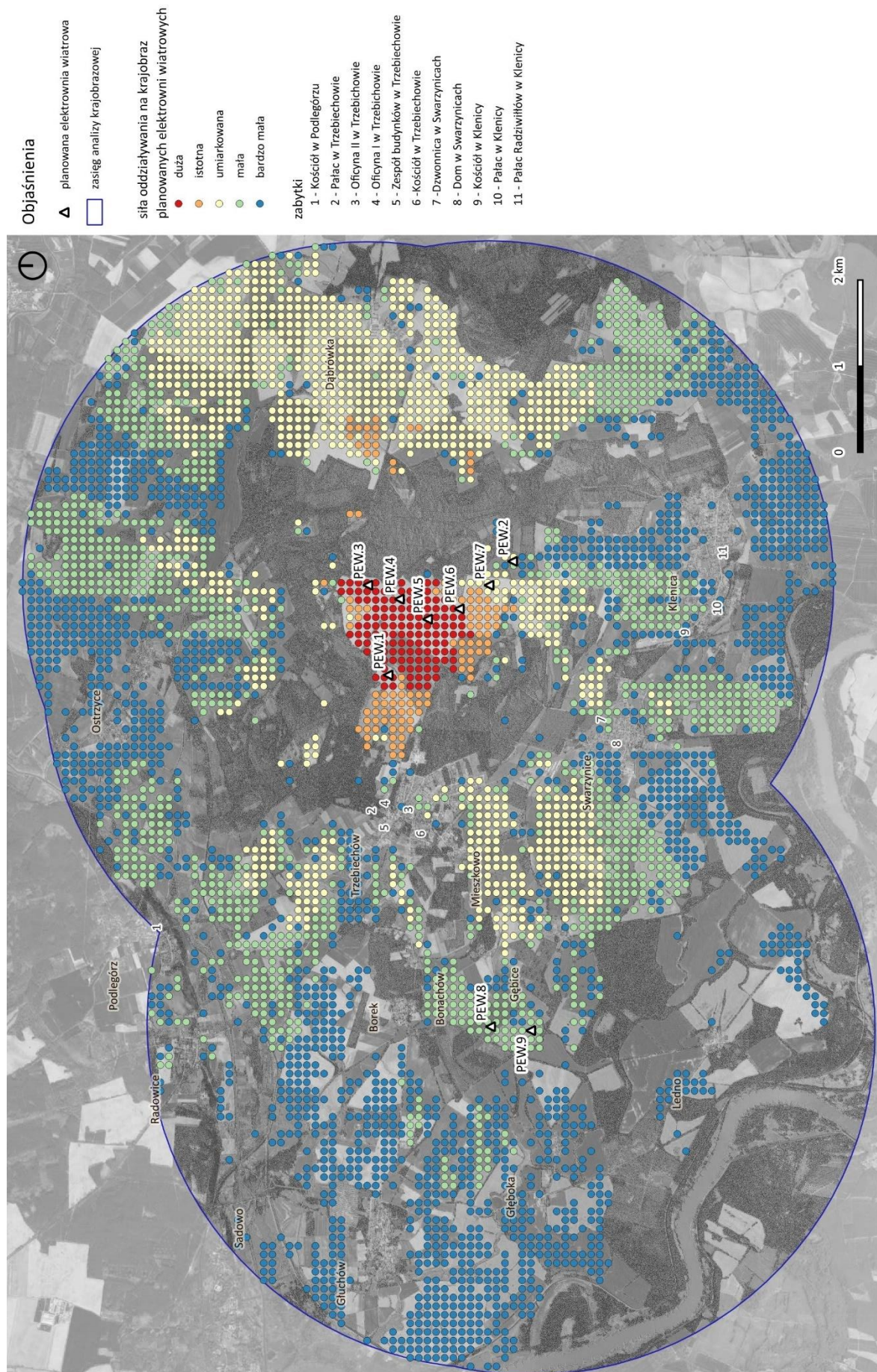
opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 18. Siła oddziaływania planowanej elektrowni PEW.3

Studium krajobrazowe

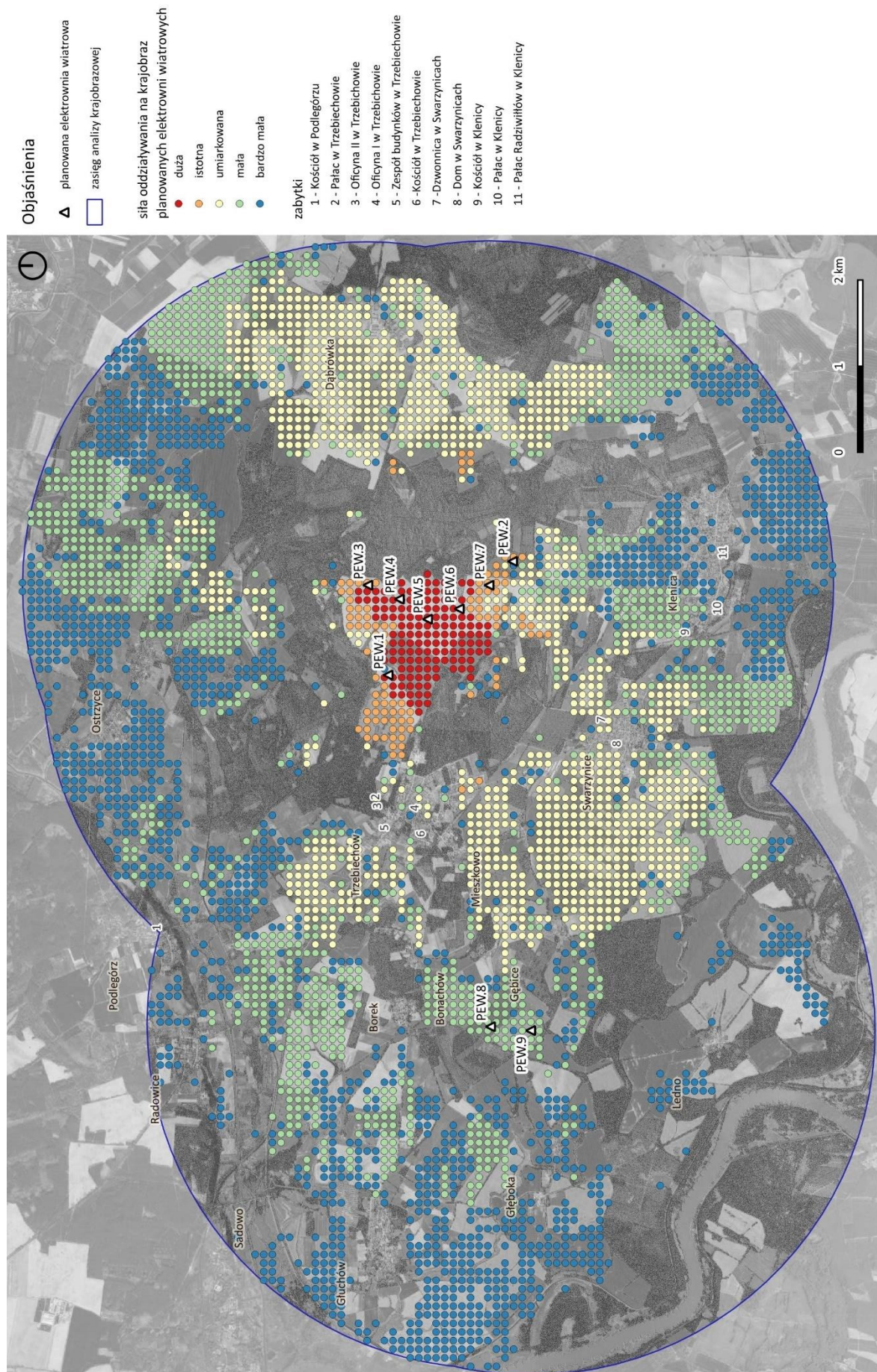
opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 19. Siła oddziaływania planowanej elektrowni PEW.4

Studium krajobrazowe

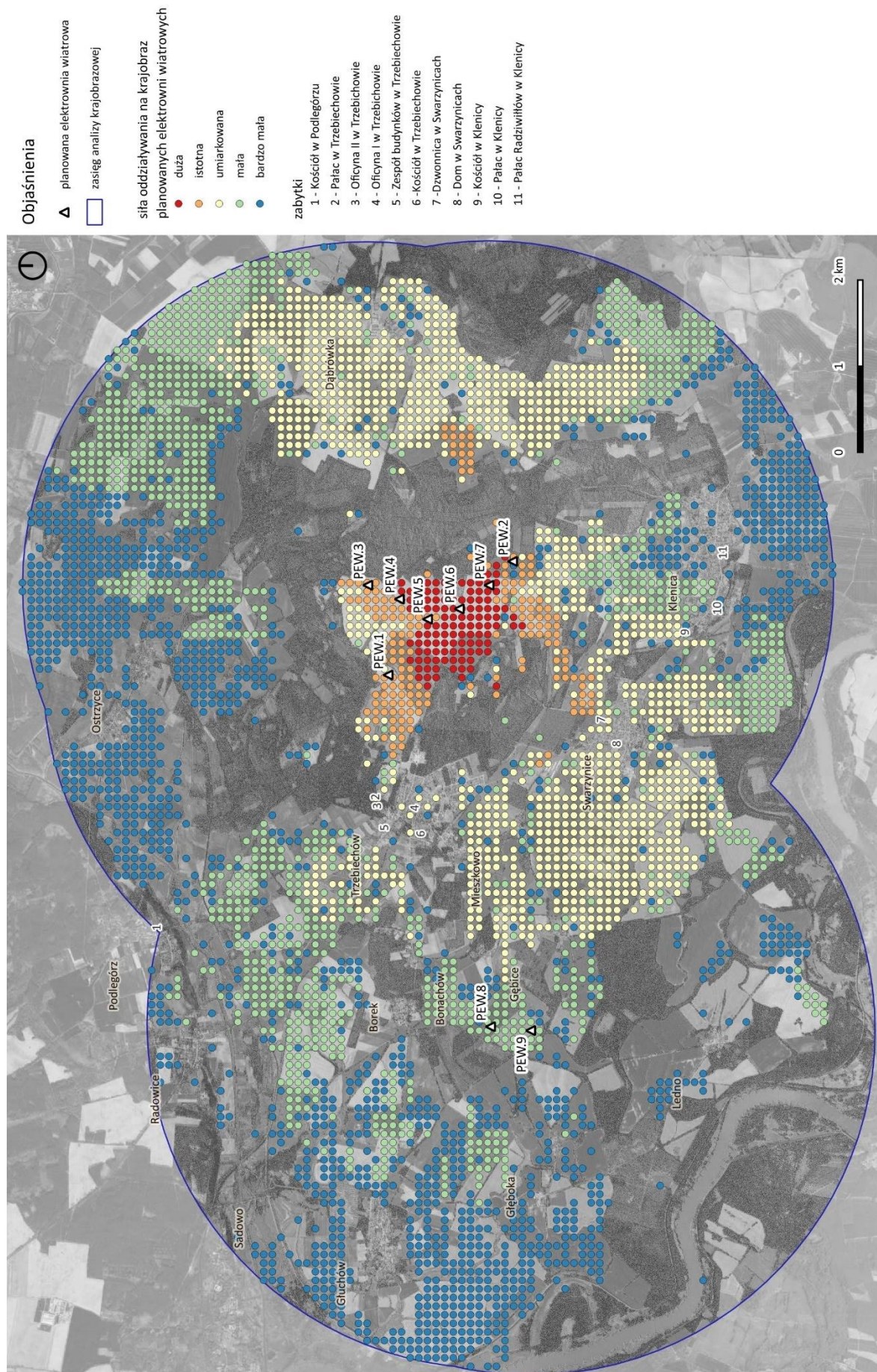
opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 20. Siła oddziaływania planowanej elektrowni PEW.5

Studium krajobrazowe

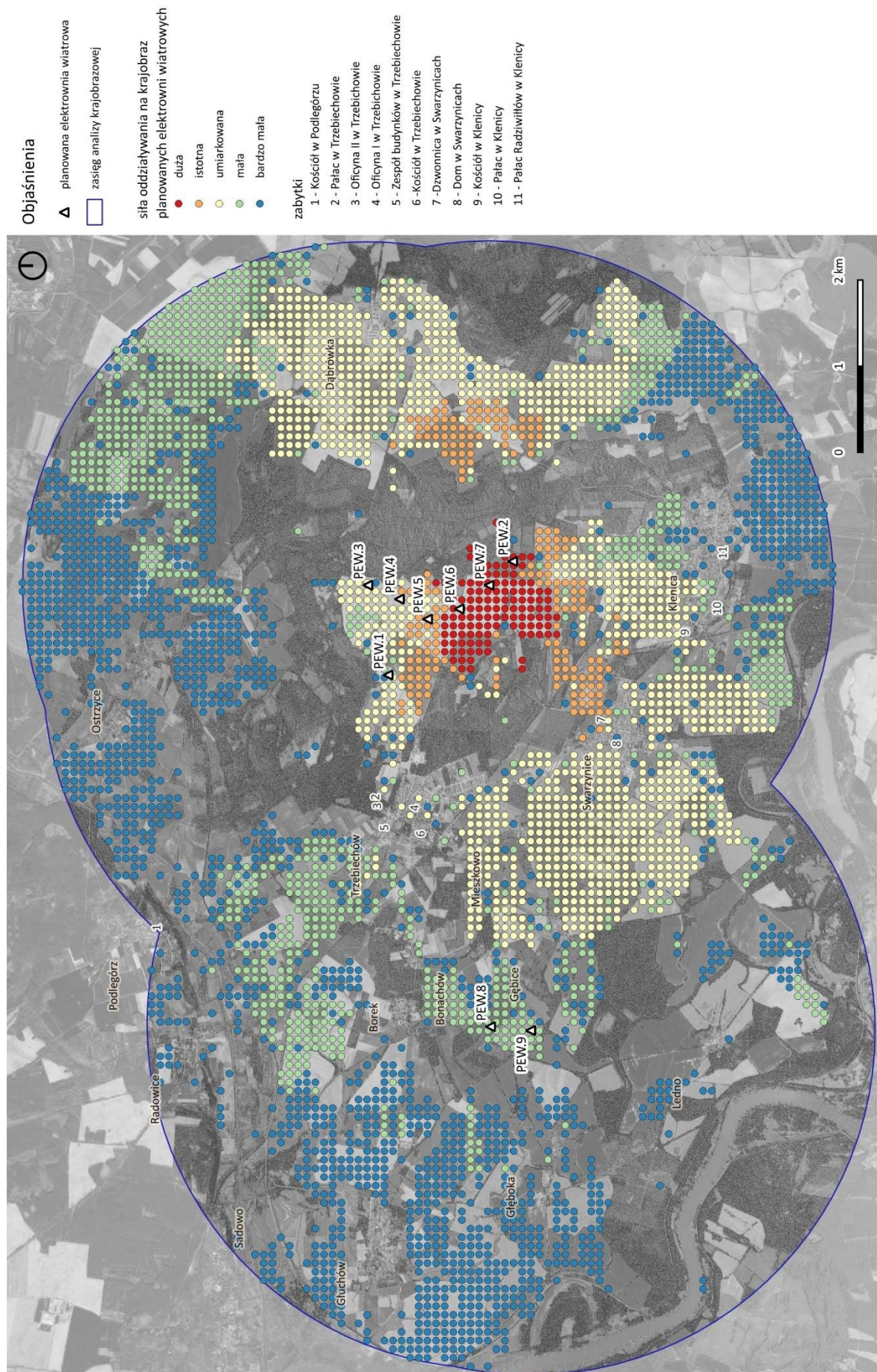
opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 21. Siła oddziaływania planowanej elektrowni PEW.6

Studium krajobrazowe

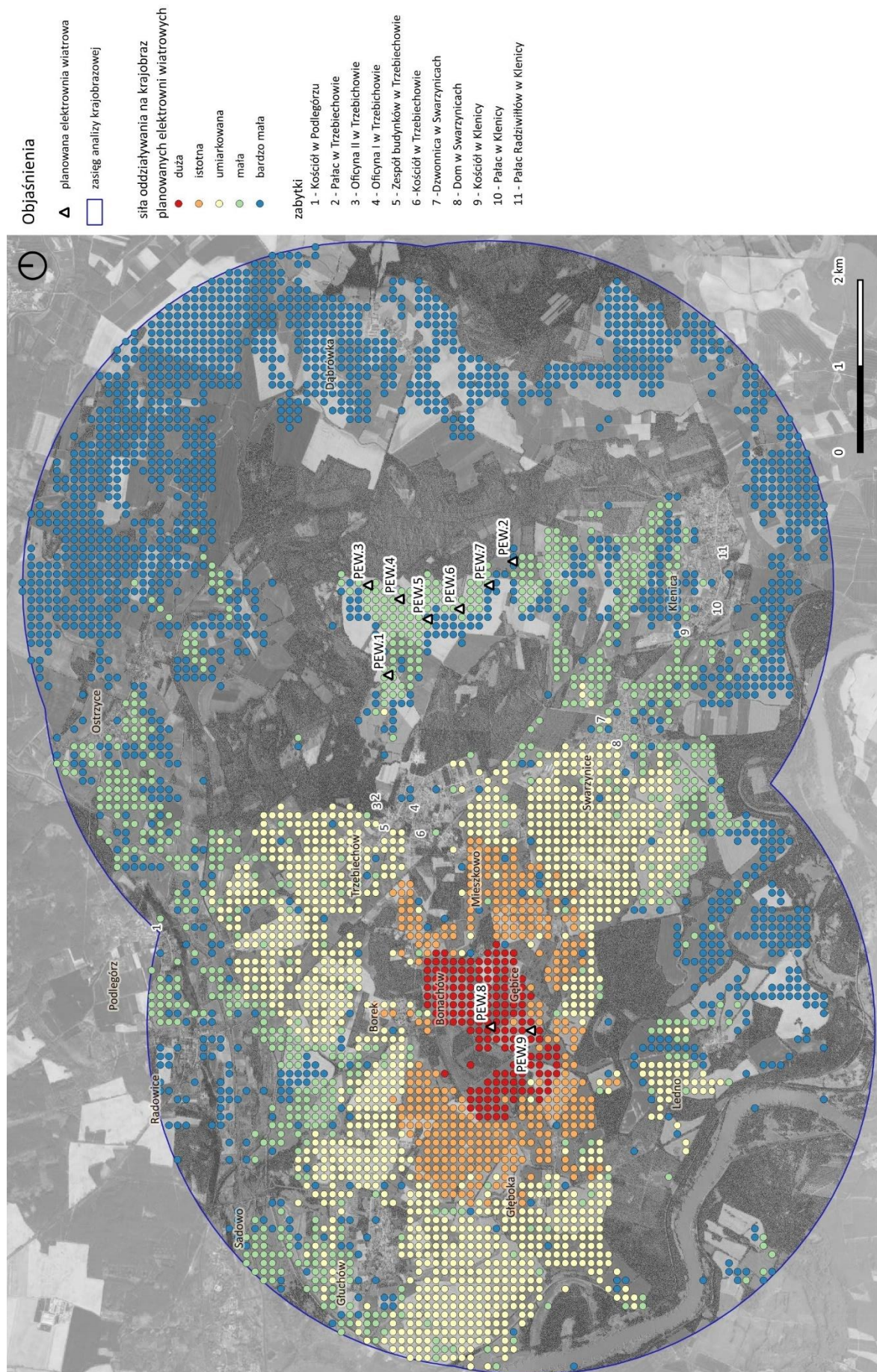
opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 22. Siła oddziaływania planowanej elektrowni PEW.7

Studium krajobrazowe

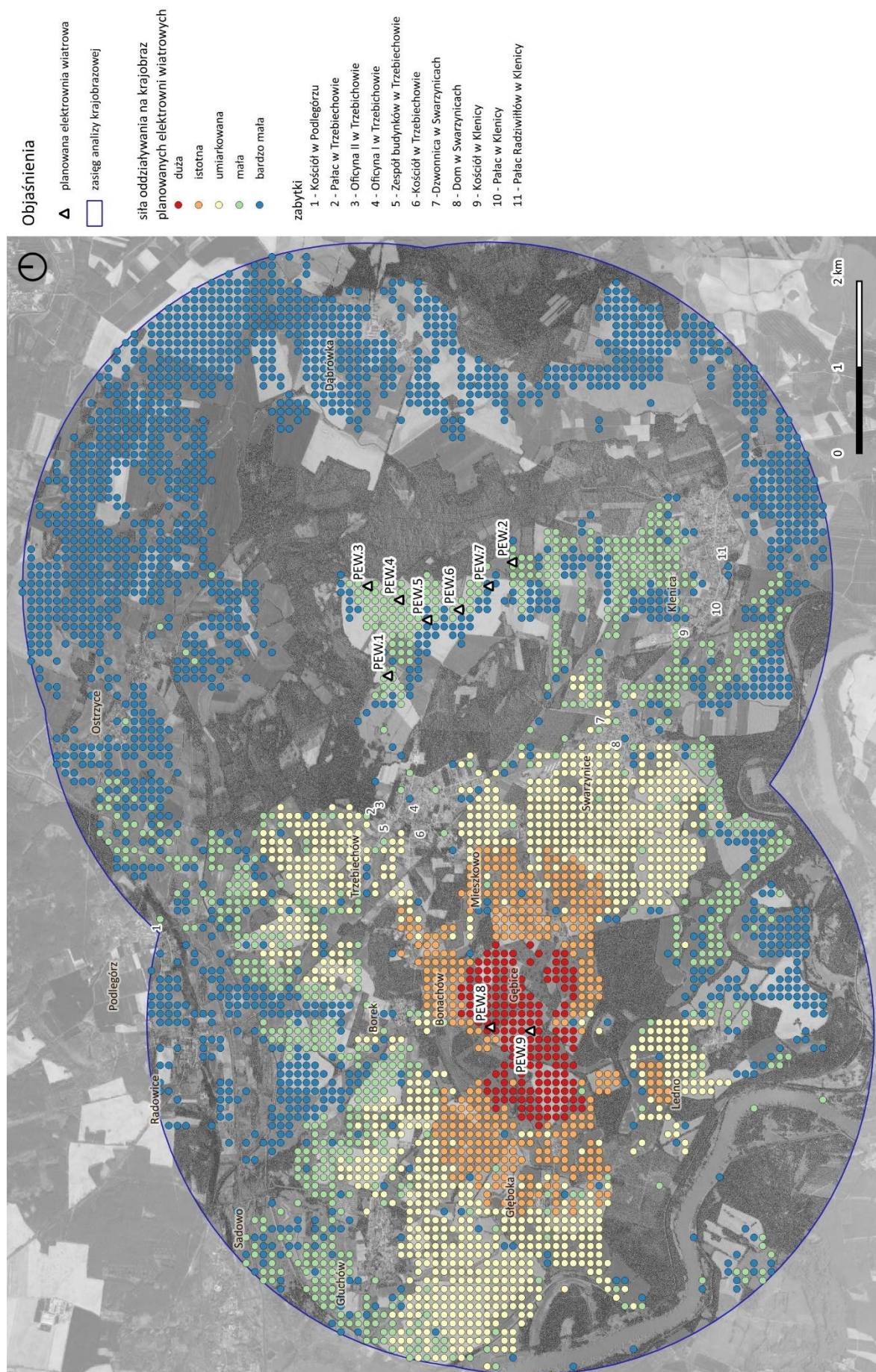
opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 23. Siła oddziaływania planowanej elektrowni PEW.8

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 24. Siła oddziaływania planowanej elektrowni PEW.9

Obliczenia siły oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na krajobraz przeprowadzone zostały przy założeniu braku wpływu warunków atmosferycznych, czyli w warunkach najbardziej niekorzystnych. Należy więc zauważyć, że realny wpływ oddziaływania wizualnego będzie mniejszy niż obliczony.

Na Ryc. 25 przedstawiono skumulowaną siłę oddziaływania wszystkich planowanych elektrowni wiatrowych.

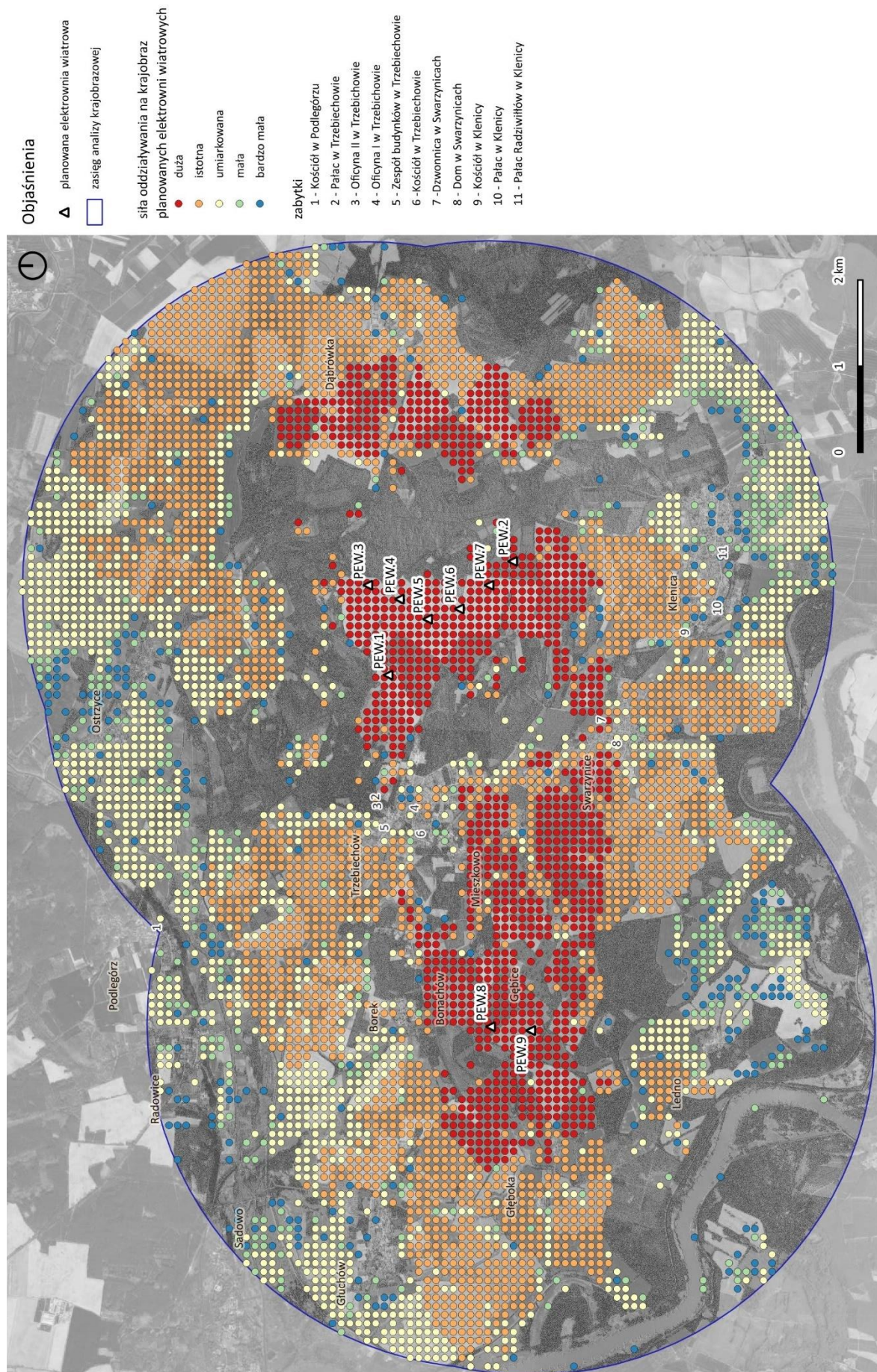
Powierzchnia widoczności planowanych elektrowni wiatrowych wynosi 59,32 km² (Tab. 5). Duża siła oddziaływania została obliczona na obszarze 11,91 km². Oddziaływanie istotne wystąpi na obszarze 24,24 km², a umiarkowane na powierzchni 15,63 km².

Tab. 4. Zestawienie powierzchni, na których wystąpi oddziaływanie planowanej farmy wiatrowej

Siła oddziaływania na krajobraz	Powierzchnia [km ²]
Duża	11,91
Istotna	24,24
Umiarkowana	15,63
Mała	4,09
Brak/Bardzo mała	3,45
suma	59,32

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 25. Skumulowana siła oddziaływania planowanych elektrowni wiatrowych

7. Drogi ponadgminne w obszarach oddziaływania istniejących i planowanych elektrowni wiatrowych

Na Ryc. 26 zobrazowano wyniki siły oddziaływania na krajobraz elektrowni wiatrowych dla obserwatorów zlokalizowanych na drogach ponadgminnych, czyli w miejscach o potencjalnie największej ekspozycji biernej.

W tabeli poniżej (Tab. 5) zestawiono długości dróg ponadgminnych, w obszarach oddziaływania planowanej farmy wiatrowej.

Tab. 5. Zestawienie powierzchni, na których wystąpi oddziaływanie planowanej farmy wiatrowej

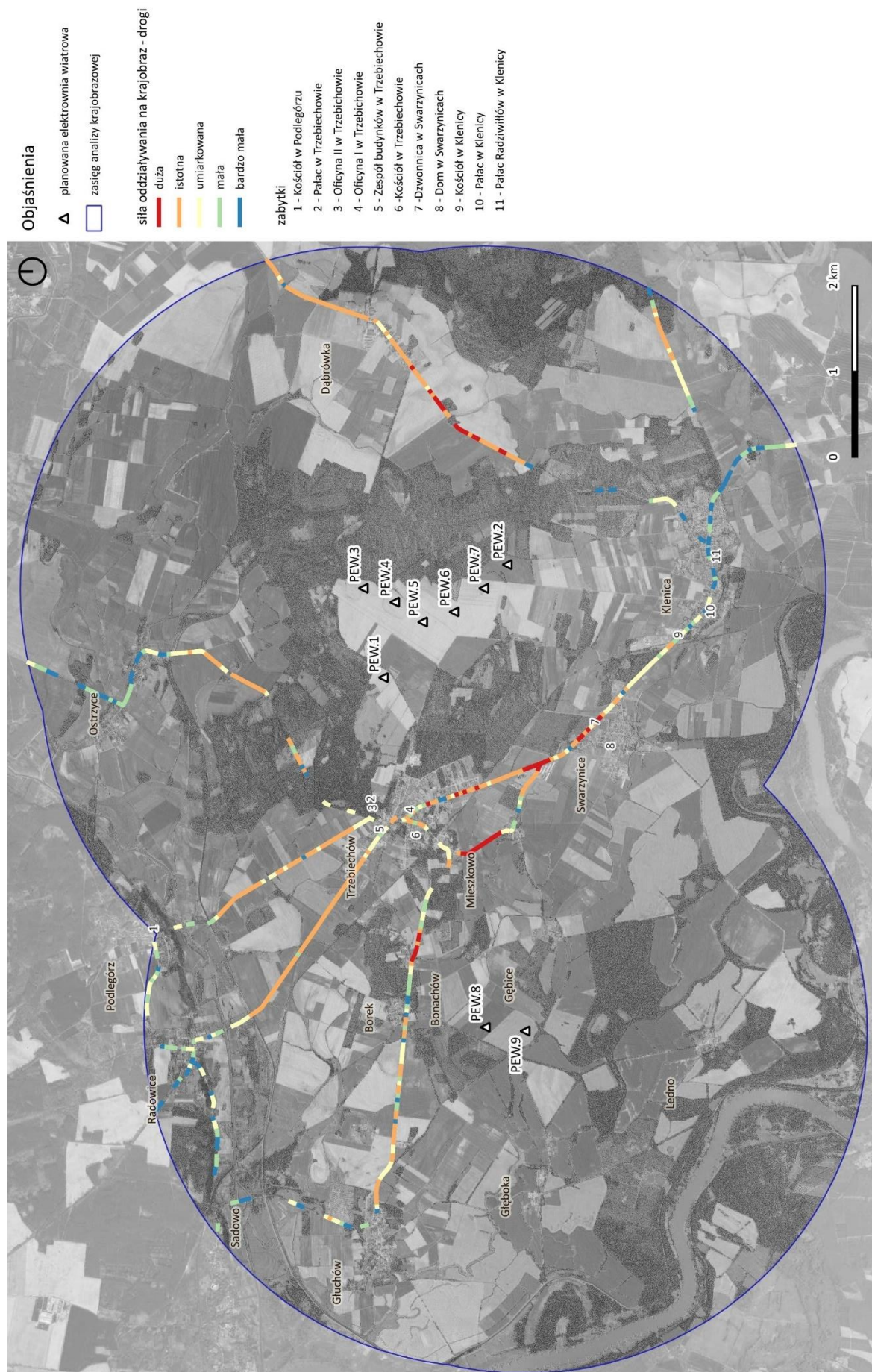
Siła oddziaływania na krajobraz	Długość dróg [km]
Duża	2,39
Istotna	11,20
Umiarkowana	6,73
Mała	4,25
Brak/Bardzo mała	3,53
suma	28,10

W obszarze analizy zlokalizowanych jest 44,52 km dróg ponadgminnych. Planowane elektrownie wiatrowe będą widoczne z 28,10 km dróg ponadgminnych.

Zestawienie długości dróg w obszarach oddziaływania istniejących i planowanych elektrowni wiatrowych wskazuje, że na długości 2,39 km wystąpi duża siła oddziaływania na krajobraz, na 11,2 km istotną siłą oddziaływania, a na długości 6,73 km umiarkowana siła oddziaływania.

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



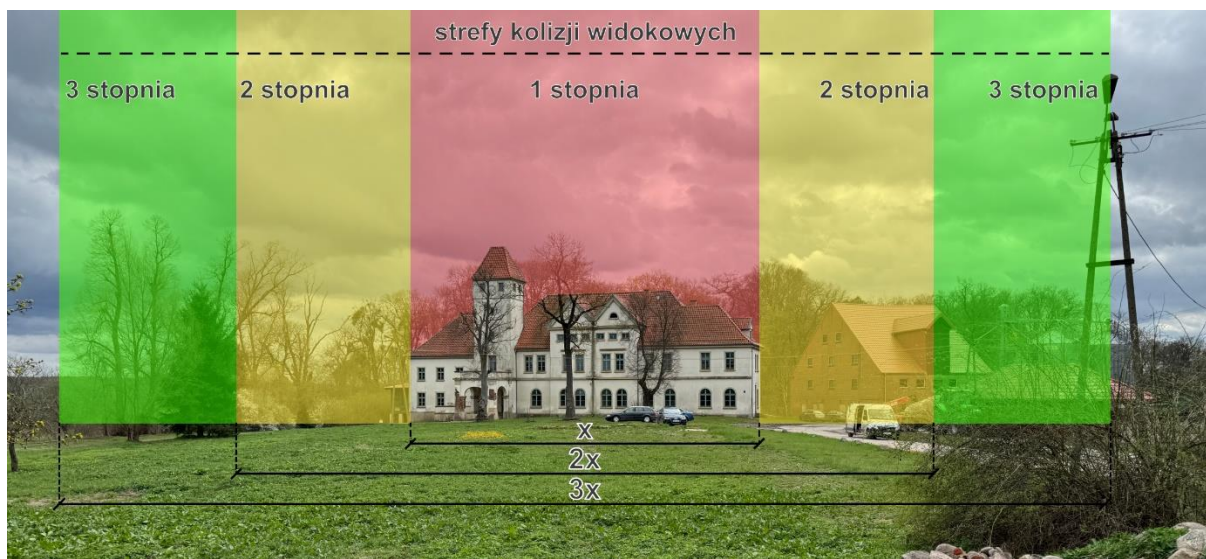
Ryc. 26. Skumulowana siła oddziaływania planowanych elektrowni wiatrowych z dróg ponadgminnych

8. Analiza widoczności zabytków

Szczegółowe analizy widoczności zostały przeprowadzone dla zabytkowych budynków i obiektów znajdujących się w granicach obszaru badań. Analiza QLA360 wykonana została dla wirtualnych obserwatorów zlokalizowanych w siatce o boku 50 m w buforze 1 km od następujących zabytków:

- 1 - Kościół w Podlegórze
- 2 - Pałac w Trzebiechowie
- 3 - Oficyna II w Trzebiechowie
- 4 - Oficyna I w Trzebiechowie
- 5 - Zespół budynków w Trzebiechowie
- 6 - Kościół w Trzebiechowie
- 7 - Dzwonnica w Swarzynicach
- 8 - Dom w Swarzynicach
- 9 - Kościół w Klenicy
- 10 - Pałac w Klenicy
- 11 - Pałac Radziwiłłów w Klenicy

W kolejnym kroku wyznaczono indywidualnie dla każdego zabytku możliwość wystąpienia kolizji widokowych między zabytkiem, a elektrowniami wiatrowymi. Analiza przeprowadzona została dla obserwatorów umieszczonych co 20 m na drogach ponadgminnych, w odległości do 1000 m od zabytków. Podstawą do analizy kolizji widokowych jest opracowana dzięki metodzie QLA360 Scena 3D. Kolizje widokowe zostały podzielone na 3 stopnie (Ryc. 27). Kolizja pierwszego stopnia występuje, gdy elektrownia wiatrowa lub jej część znajdzie się bezpośrednio w tle zabytku. Kolizja drugiego i trzeciego stopnia występuje, gdy elektrownia wiatrowa lub jej część znajduje się w tle zabytku powiększonego odpowiednio dwu- i trzykrotnie. Zastosowane podejście automatycznie uzależnia wielkość strefy ochrony od wielkości zabytku oraz uwzględnia perspektywę człowieka. Dla obserwatorów znajdujących się bliżej zabytku, czyli w miejscu o potencjalnie większej ekspozycji zabytku, strefa ochrony jest większa, w porównaniu z obserwatorami znajdującymi się w dalszej odległości.



Ryc. 27. Schemat wyznaczania stopnia kolizji widokowych

Potencjalne kolizje widokowe wyznaczono dla każdego zabytku. Na poniższych rycinach (Ryc. 28 –Ryc. 38) przedstawiono wyniki analiz QLA360 w postaci stref widoczności zabytków oraz ich siły wizualnego oddziaływania. Ponadto wskazano punkty, w których może wystąpić kolizja widokowa pomiędzy zabytkiem, a planowanymi elektrowniami wiatrowymi. Poniżej zaprezentowane wyniki mogą być przydatne przy wyznaczaniu stref ochrony zabytków, ponieważ wskazują kierunki, z których ekspozycja zabytków jest największa, równocześnie pozwalają stwierdzić w jaki strefie oddziaływania zabytku może wystąpić kolizja widokowa.

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



potencjalne miejsca kolizji widokowej

- 1 stopnia (bezpośrednia)
- 2 stopnia
- 3 stopnia
- brak kolizji widokowej

▲ planowana elektrownia wiatrowa

zasięg widoczności zabytku

— droga ponadgminna

zabytek

1 - Kościół w Podlegórz

siła oddziaływania zabytku

- duża
- istotna
- umiarkowana
- mała
- bardzo mała

0 250 500 m

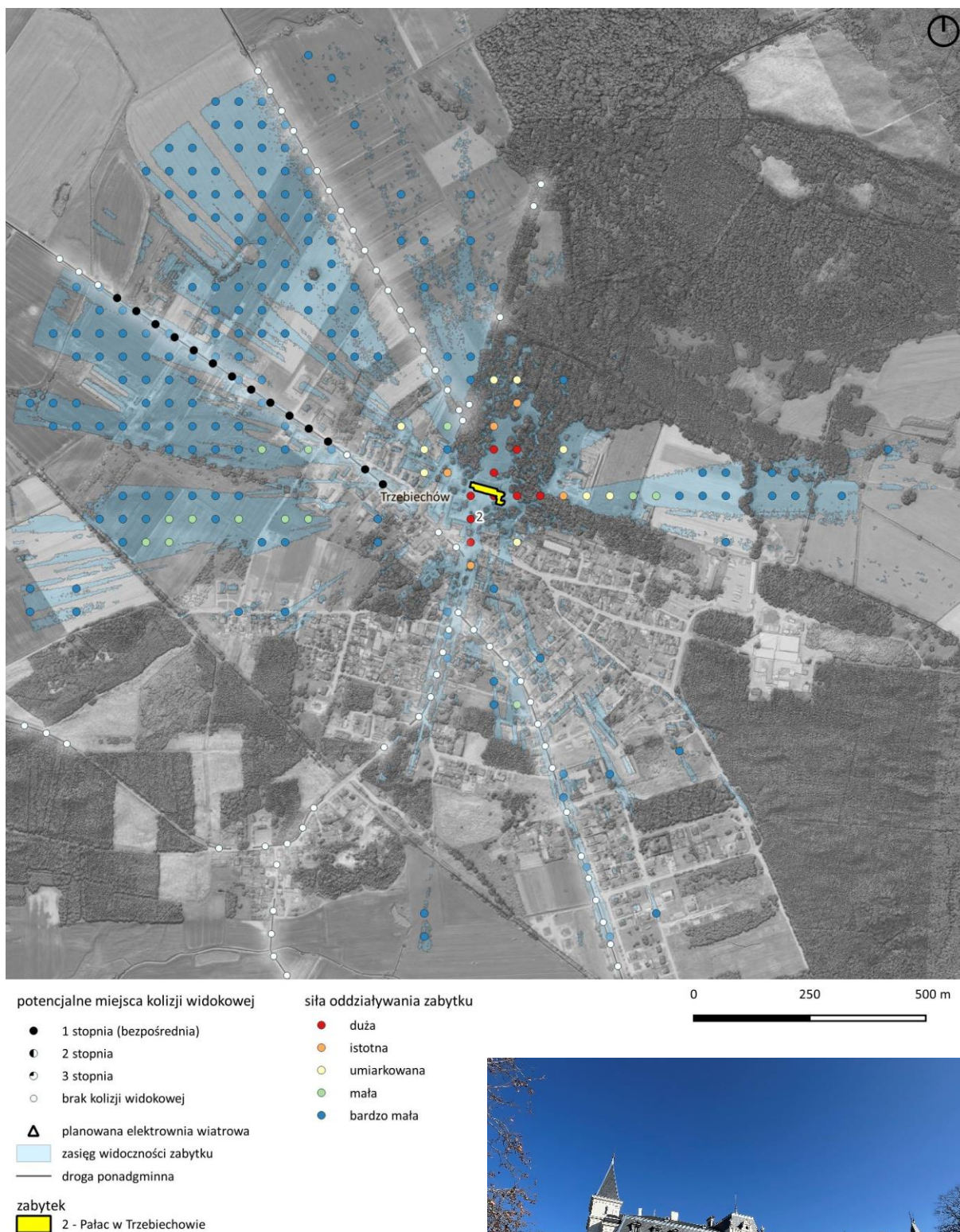


Przeanalizowano 31 punktów zlokalizowanych na drogach ponadgminnych, nie zidentyfikowano kolizji widokowych.

Ryc. 28. Siła oddziaływania wizualnego kościoła w Podlegórz (1) oraz analiza potencjalnych kolizji widokowych

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



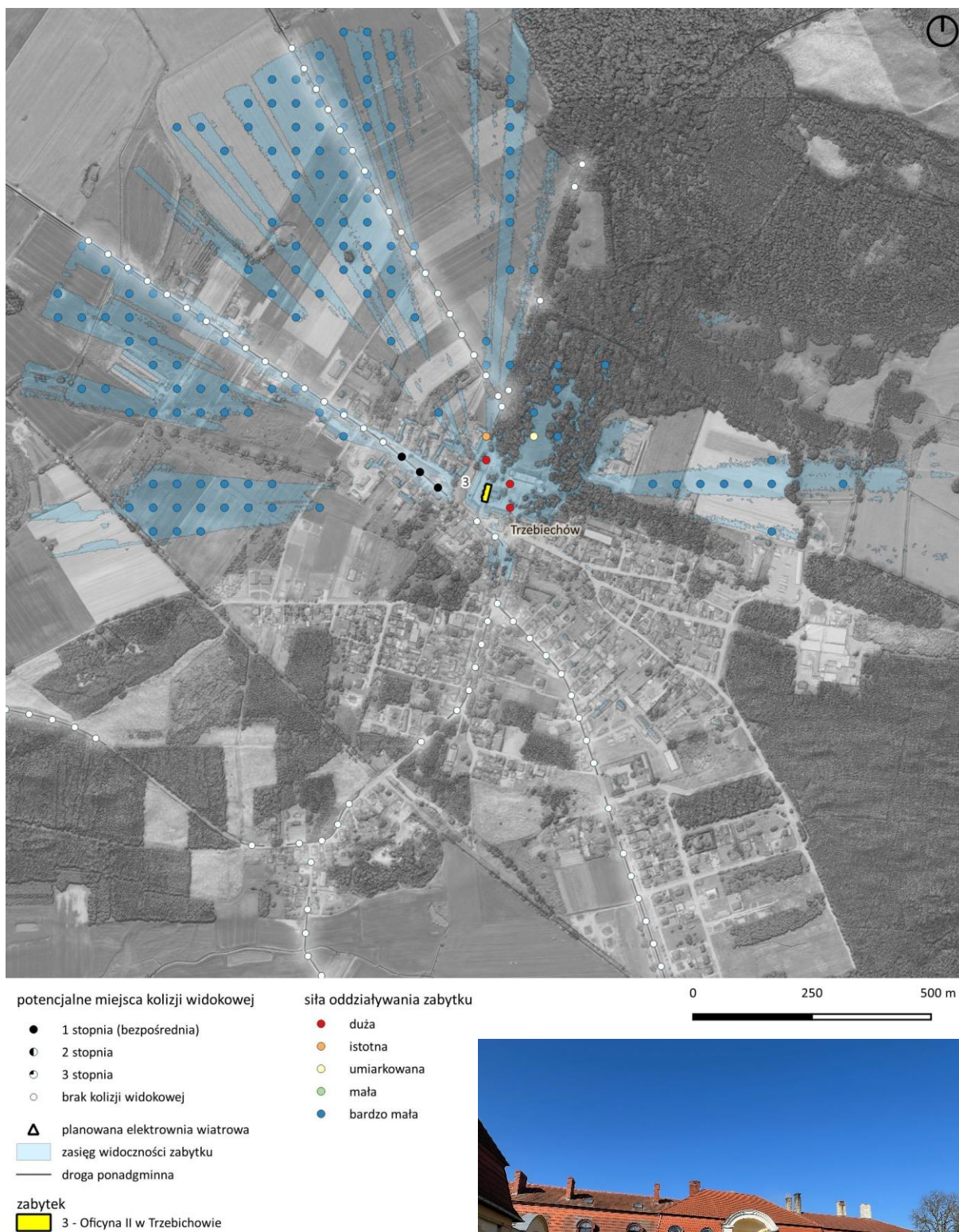
Przeanalizowano 71 punktów zlokalizowanych na drogach ponadgminnych, zidentyfikowano 15 kolizji widokowych pierwszego stopnia (bezpośrednich)



Ryc. 29. Siła oddziaływania wizualnego pałacu w Trzebiechowie (2) oraz analiza potencjalnych kolizji widokowych

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



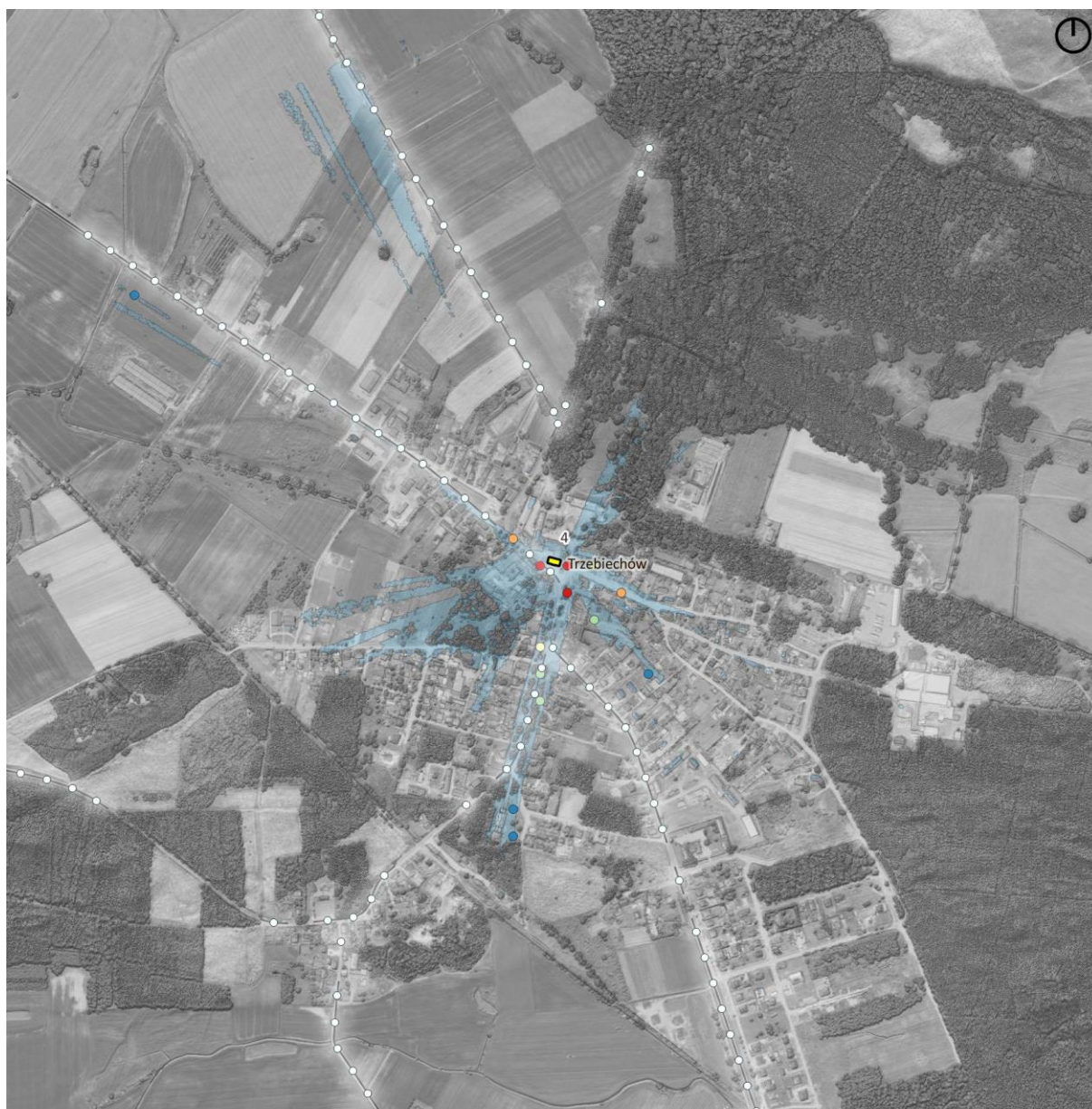
Przeanalizowano 74 punkty zlokalizowanych na drogach ponadgminnych, zidentyfikowano 3 kolizje widokowe pierwszego stopnia (bezpośrednie).



Ryc. 30. Siła oddziaływania wizualnego oficyny II w Trzebiechowie (3) oraz analiza potencjalnych kolizji widokowych

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



potencjalne miejsca kolizji widokowej

- 1 stopnia (bezpośrednia)
- 2 stopnia
- 3 stopnia
- brak kolizji widokowej

▲ planowana elektrownia wiatrowa

■ zasięg widoczności zabytku

— droga ponadgminna

zabytek

■ 4 - Oficyna I w Trzebiechowie

siła oddziaływania zabytku

- duża
- istotna
- umiarkowana
- mała
- bardzo mała

0 250 500 m



Przeanalizowano 74 punkty zlokalizowane na drogach ponadgminnych, nie zidentyfikowano żadnych kolizji widokowych.

Ryc. 31. Siła oddziaływania wizualnego oficyny I w Trzebiechowie (4) oraz analiza potencjalnych kolizji widokowych

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



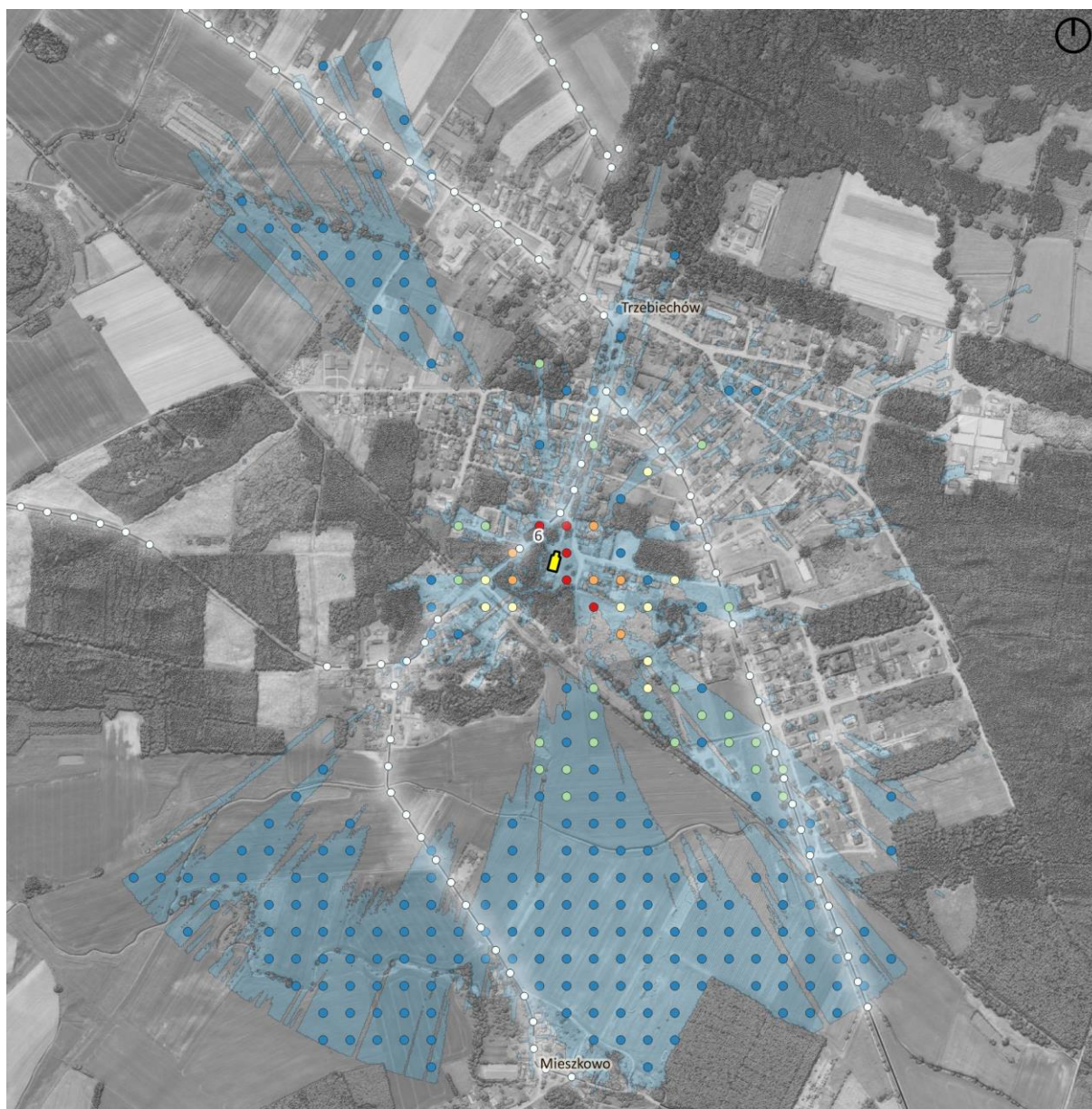
Przeanalizowano 81 punktów zlokalizowanych na drogach ponadgminnych, nie zidentyfikowano żadnych kolizji widokowych.



Ryc. 32. Siła oddziaływania wizualnego zespół budynków w Trzebiechowie (5) oraz analiza potencjalnych kolizji widokowych

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



potencjalne miejsca kolizji widokowej

- 1 stopnia (bezpośrednia)
- 2 stopnia
- 3 stopnia
- brak kolizji widokowej

▲ planowana elektrownia wiatrowa

zasięg widoczności zabytku

— droga ponadgminna

zabytek

6 - Kościół w Trzebiechowie

siła oddziaływania zabytku

- duża
- istotna
- umiarkowana
- mała
- bardzo mała

0 250 500 m

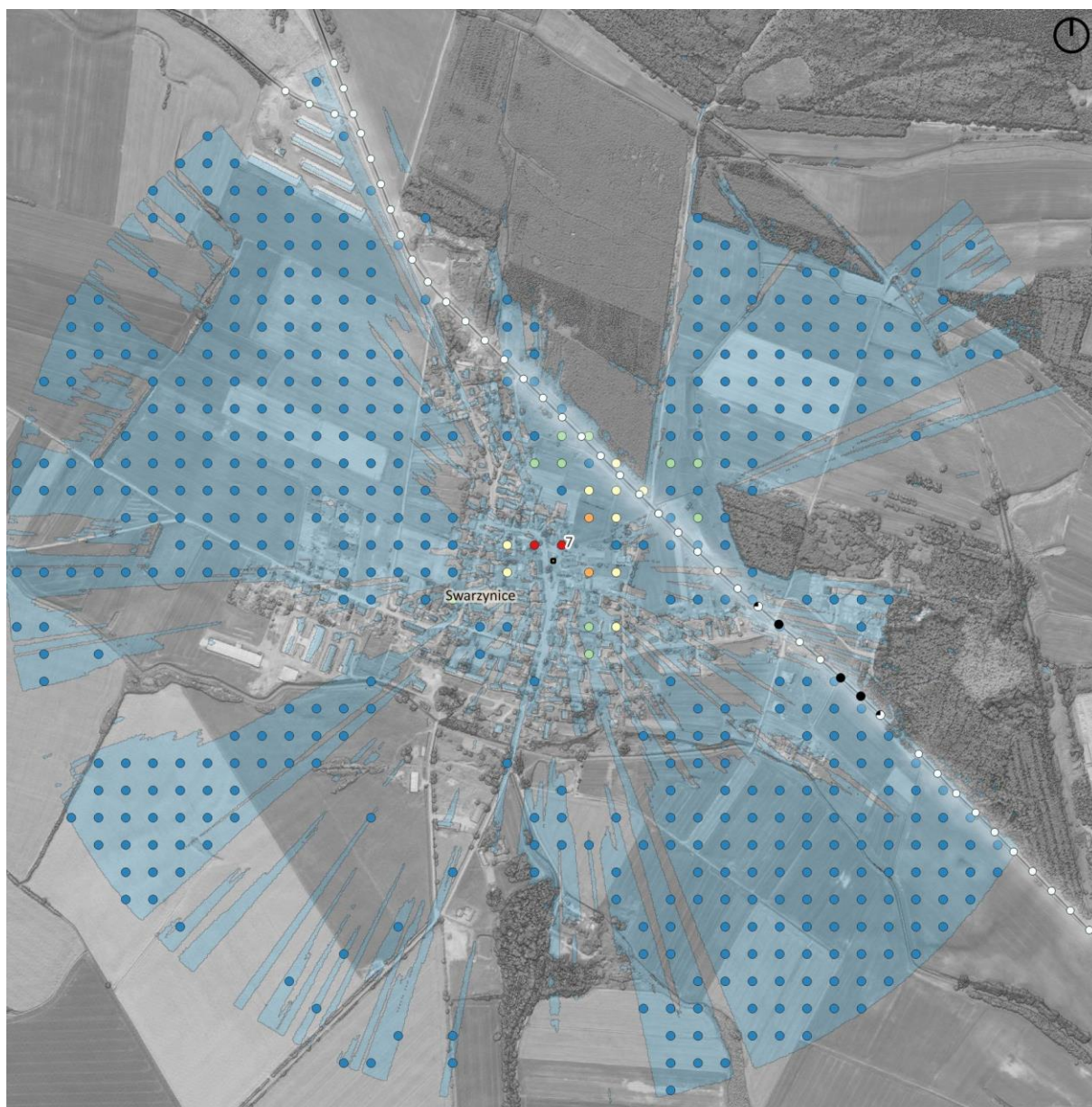


Przeanalizowano 82 punkty zlokalizowane na drogach ponadgminnych, nie zidentyfikowano żadnych kolizji widokowych.

Ryc. 33. Siła oddziaływania wizualnego kościoła w Trzebiechowie (6) oraz analiza potencjalnych kolizji widokowych

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



potencjalne miejsca kolizji widokowej

- 1 stopnia (bezpośrednia)
- 2 stopnia
- 3 stopnia
- brak kolizji widokowej

▲ planowana elektrownia wiatrowa

zasięg widoczności zabytku

— droga ponadgminna

zabytek

7 - Dzwonnica w Swarzynicach

siła oddziaływania zabytku

- duża
- istotna
- umiarkowana
- mała
- bardzo mała

0 250 500 m



Przeanalizowano 42 punkty zlokalizowanych na drogach ponadgminnych, zidentyfikowano 3 kolizje widokowe pierwszego stopnia (bezpośrednie) i dwie kolizje trzeciego stopnia.

Ryc. 34. Siła oddziaływania wizualnego dzwonnicy w Swarzynicach (7) oraz analiza potencjalnych kolizji widokowych

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



potencjalne miejsca kolizji widokowej

- 1 stopnia (bezpośrednia)
- 2 stopnia
- 3 stopnia
- brak kolizji widokowej

▲ planowana elektrownia wiatrowa

zasięg widoczności zabytku

— droga ponadgminna

zabytek

8 - Dom w Swarzynicach

siła oddziaływania zabytku

- duża
- istotna
- umiarkowana
- mała
- bardzo mała

0 250 500 m

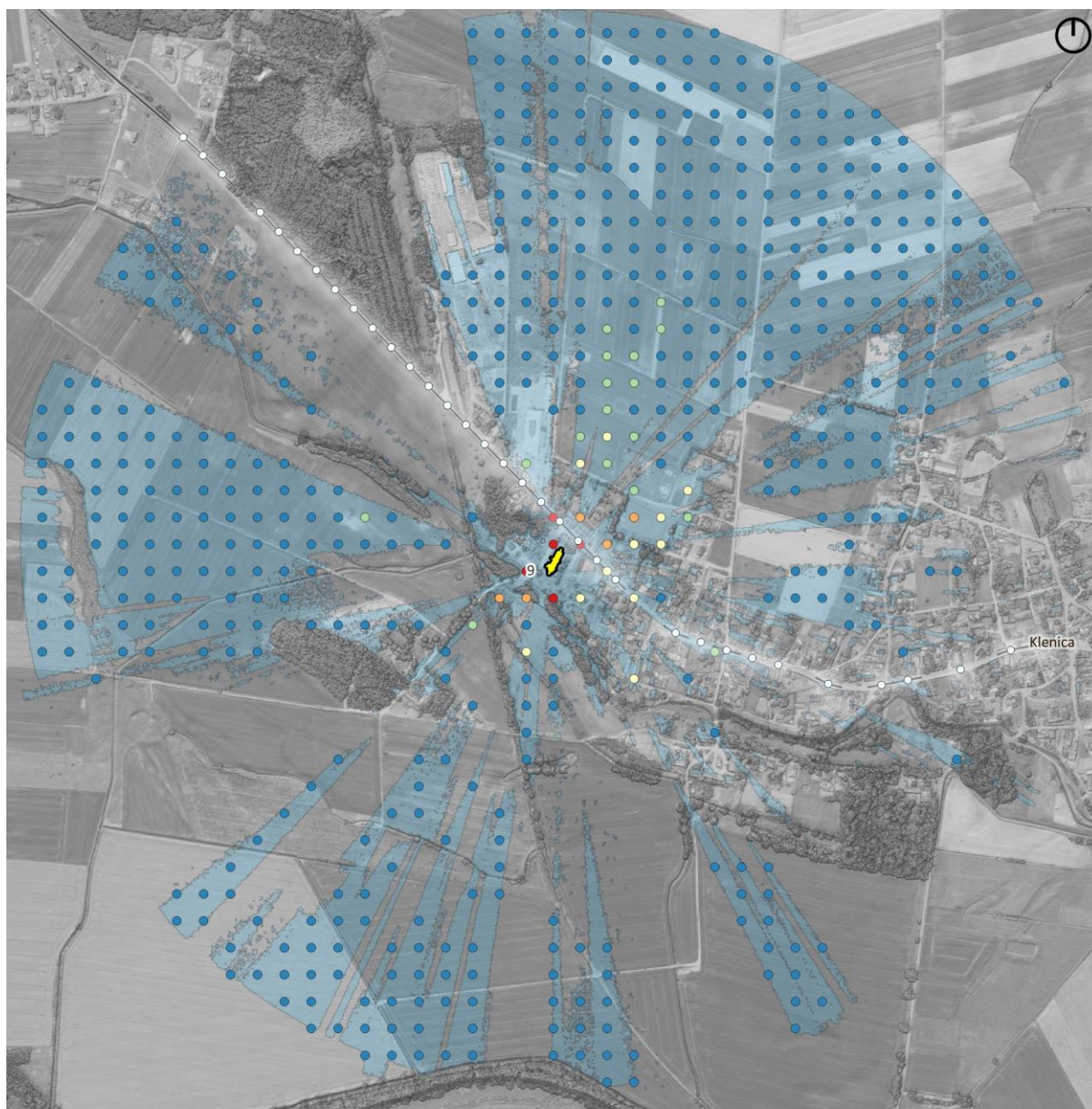


Przeanalizowano 48 punktów zlokalizowanych na drogach ponadgminnych, nie zidentyfikowano żadnych kolizji widokowych.

Ryc. 35. Siła oddziaływania wizualnego domu w Swarzynicach (8) oraz analiza potencjalnych kolizji widokowych

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



potencjalne miejsca kolizji widokowej

- 1 stopnia (bezpośrednia)
- 2 stopnia
- 3 stopnia
- brak kolizji widokowej

▲ planowana elektrownia wiatrowa

■ zasięg widoczności zabytku

— droga ponadgminna

zabytek

■ 9 - Kościół w Klenicy

siła oddziaływania zabytku

- duża
- istotna
- umiarkowana
- mała
- bardzo mała

0 250 500 m



Przeanalizowano 33 punkty zlokalizowane na drogach ponadgminnych, nie zidentyfikowano żadnych kolizji widokowych.

Ryc. 36. Siła oddziaływania wizualnego kościoła w Klenicy (9) oraz analiza potencjalnych kolizji widokowych

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



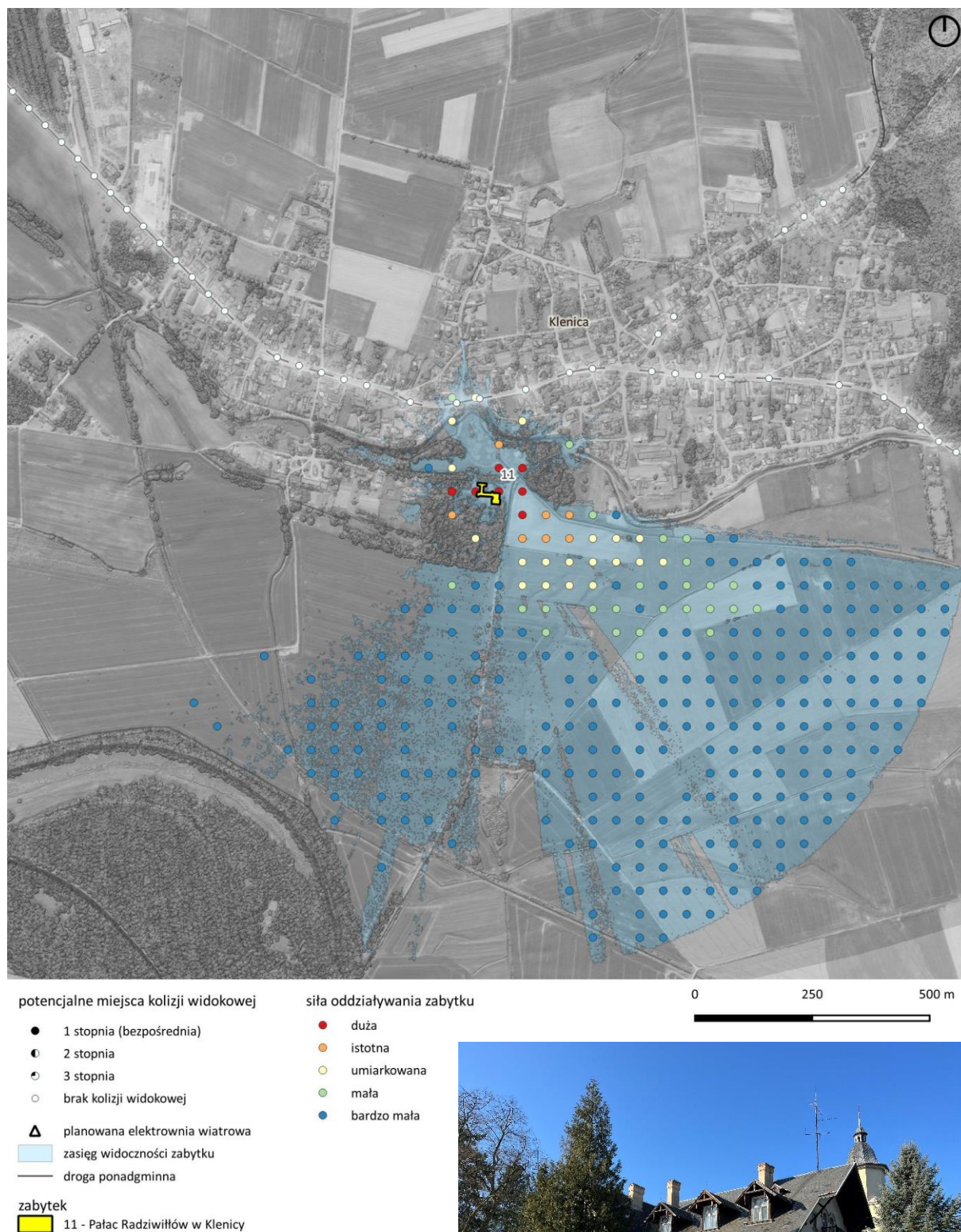
Przeanalizowano 31 punktów zlokalizowanych na drogach ponadgminnych, nie zidentyfikowano żadnych kolizji widokowych.



Ryc. 37. Siła oddziaływania wizualnego pałacu w Klenicy (10) oraz analiza potencjalnych kolizji widokowych

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Przeanalizowano 36 punktów zlokalizowanych na drogach ponadgminnych, nie zidentyfikowano żadnych kolizji widokowych.



Ryc. 38. Siła oddziaływania wizualnego pałacu Radziwiłłów w Klenicy (11) oraz analiza potencjalnych kolizji widokowych

9. Ocena wpływu planowanych elektrowni wiatrowych na obiekty zabytkowe – wyznaczenie kolizji widokowych

Analiza ryzyka wystąpienia kolizji widokowych została przeprowadzona łącznie dla 217 obserwatorów. Potencjalna bezpośrednie kolizja widokowa pomiędzy zabytkiem a wieżą elektrowni wiatrowej pierwszego stopnia wystąpi w 18 punktach (w 3 punktach wystąpi równocześnie kolizja z pałacem w Trzebiechowie i oficyną II w Trzebiechowie), co stanowi około 8,3% wszystkich przeanalizowanych punktów, kolizja widokowa drugiego stopnia nie wystąpi, a trzeciego stopnia wystąpi tylko w dwóch punktach.

Kolizje wystąpią w największym zakresie z pałacem w Trzebiechowie (2). Liczbę kolizji pomiędzy zabytkiem, a planowaną elektrownią wiatrową przedstawiono w Tab. 6.

Tab. 6. Kolizje widokowe pomiędzy zabytkiem, a planowaną elektrownią wiatrową

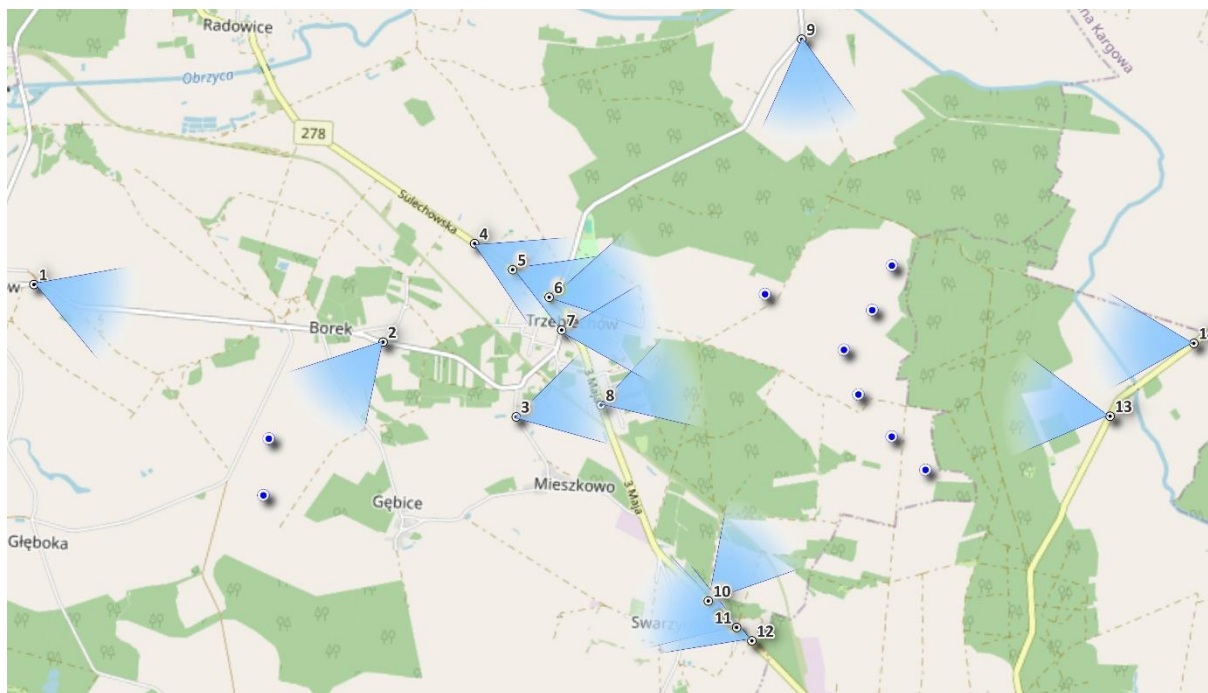
Nr	Zabytek	Punkty analizy	Liczba potencjalnych kolizji widokowych 1 stopnia	Liczba potencjalnych kolizji widokowych 2 stopnia	Liczba potencjalnych kolizji widokowych 3 stopnia	Liczba potencjalnych kolizji widokowych SUMA	% udział punktów, w których potencjalnie wystąpi kolizja widokowa
1	Kościół w Podlegórze	31	0	0	0	0	0
2	Pałac w Trzebiechowie	71	15	0	0	15	21,1
3	Oficina II w Trzebiechowie	74	3	0	0	3	4,0
4	Oficina I w Trzebiechowie	74	0	0	0	0	0
5	Zespół budynków w Trzebiechowie	81	0	0	0	0	0
6	Kościół w Trzebiechowie	82	0	0	0	0	0
7	Dzwonnica w Swarzynicach	42	3	0	2	5	11,9
8	Dom w Swarzynicach	48	0	0	0	0	0
9	Kościół w Klenicy	33	0	0	0	0	0
10	Pałac w Klenicy	31	0	0	0	0	0
11	Pałac Radziwiłłów w Klenicy	36	0	0	0	0	0

Analizę oddziaływania planowanych elektrowni wiatrowych przeprowadzono również w odniesieniu do sylwet miejscowości. Widoki na sylwety miejscowości w formie wizualizacji przedstawiono w formie interaktywnego wirtualnego spaceru.

Wizualizacje planowanych elektrowni wiatrowych przedstawiono w formie interaktywnego wirtualnego spaceru dołączonego w formie elektronicznej do opracowania oraz udostępniono na stronie:

<https://envimap.pl/VT/Trzebiechow76384/>

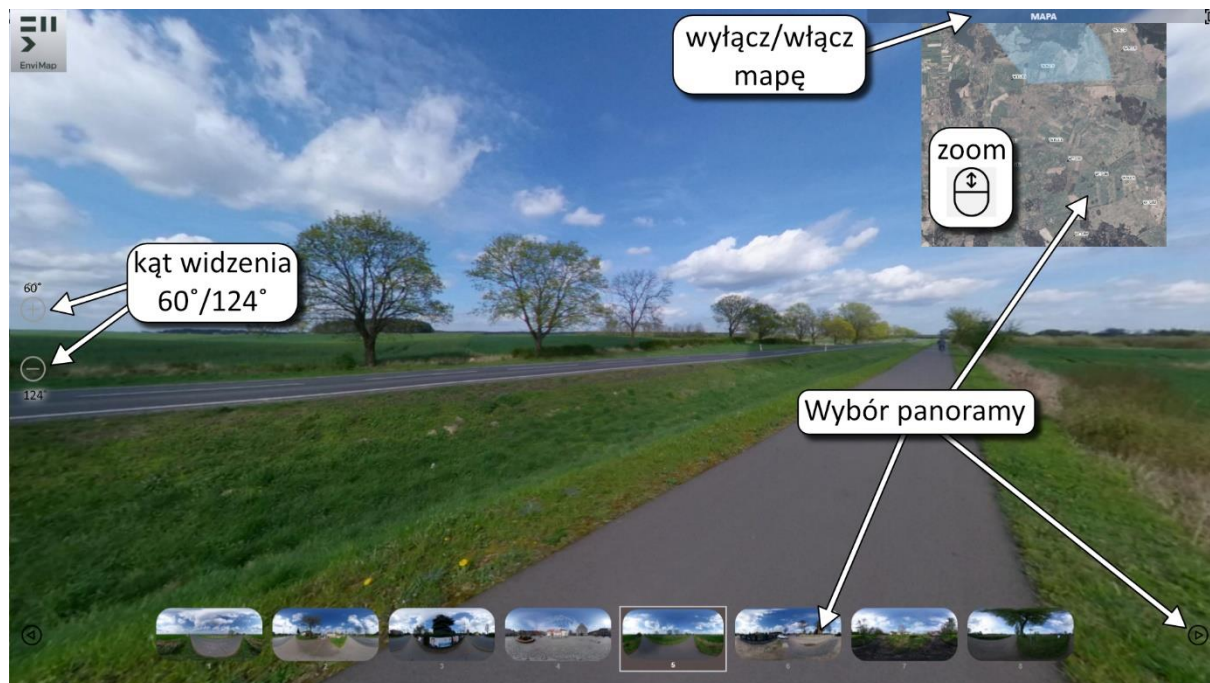
Na wizualizacjach przedstawiających planowane przedsięwzięcie (panoramach 360°) przedstawiono widoki z drogi pomiędzy miejscowościami Głuchów i Borek (punkt 1), widoki z drogi pomiędzy miejscowościami Borek i Trzebiechów (punkt 2), widoki z ul. Krańcowej łączącej Mieszkowo z Trzebiechowem (punkt 3), widoki z drogi wojewódzkiej nr 278 łączącej Radowice z Trzebiechowem (punkty 4, 5 i 6), widok z ul. Lipowej w Trzebiechowie na wysokości skrzyżowania z ul. 3 Maja na osi widokowej pomiędzy pałacem i kościołem (punkt 7), z ul. 3 Maja w Trzebiechowie na wysokości skrzyżowania z ul. Ptasiej (punkt 8), z drogi pomiędzy m. Ostrzyce i Trzebiechów (punkt 9), z drogi wojewódzkiej nr 278 w miejscowości Swarzynice (punkty 10, 11, 12), z drogi wojewódzkiej nr 313 pomiędzy miejscowością Dąbrówka i Klenica. Lokalizacja wszystkich wizualizacji przedstawiona została na Ryc. 39.



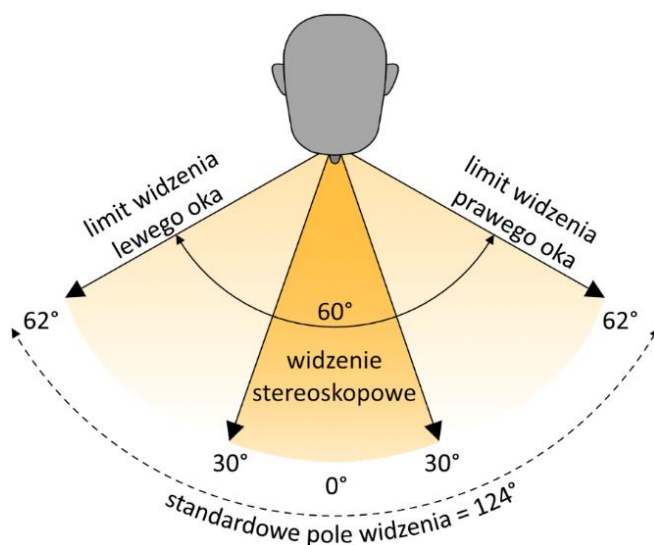
Ryc. 39. Lokalizacja fotografii 360°

Wirtualny spacer stanowi interaktywną aplikację, będącą jednocześnie dokumentacją fotograficzną oraz wizualizacją planowanego przedsięwzięcia. Fotografie wykonane w technice 360° pozwalają na swobodną eksplorację pełnego widoku z perspektywy obserwatora, podobnie jak w serwisie Google Street View. Wszystkie panoramy przedstawiają zarówno stan obecny, jak i wizualizację zrealizowanego przedsięwzięcia. Aplikacja pozwala na zmianę kąta pola widzenia pomiędzy 124° a 60° (Ryc. 40). Kąt 124° zawiera standardowy zakres pola widzenia człowieka, jednak umieszczenie całego widoku na

ekranie komputera sprawia, że obiekty wydają się mniejsze i położone dalej niż w rzeczywistości. Widok 60° przedstawia węższy zakres widoku, obrazujący widzenie stereoskopowe, ale zachowuje proporcje bardziej zbliżone do rzeczywistych (Ryc. 41). Na rycinach (Ryc. 42-55) przedstawiono fragmenty panoram 360° z widokiem na analizowane zabytki (kąt widzenia 60°).



Ryc. 40. Interfejs wirtualnego spaceru



Ryc. 41. Zasięg pola widzenia człowieka (zm. za Panero i Zelnik, 1979)

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 42. Lokalizacja nr 1, fragment panoramy 360°



Ryc. 43. Lokalizacja nr 2, fragment panoramy 360°

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 44. Lokalizacja nr 3, fragment panoramy 360°



Ryc. 45. Lokalizacja nr 4, fragment panoramy 360°

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 46. Lokalizacja nr 5, fragment panoramy 360°



Ryc. 47. Lokalizacja nr 6, fragment panoramy 360°

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 48. Lokalizacja nr 7, fragment panoramy 360°



Ryc. 49. Lokalizacja nr 8, fragment panoramy 360°

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 50. Lokalizacja nr 9, fragment panoramy 360°



Ryc. 51. Lokalizacja nr 10, fragment panoramy 360°

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 52. Lokalizacja nr 11, fragment panoramy 360°



Ryc. 53. Lokalizacja nr 12, fragment panoramy 360°

Studium krajobrazowe

opracowane na potrzeby sporządzania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Trzebiechów
w zakresie lokalizacji elektrowni wiatrowych w rejonie miejscowości Trzebiechów i Borek



Ryc. 54. Lokalizacja nr 13, fragment panoramy 360°



Ryc. 55. Lokalizacja nr 14, fragment panoramy 360°

10. Podsumowanie

Na potrzeby niniejszego opracowania przeprowadzono szereg analiz uwzględniających m.in. ocenę oddziaływania planowanych elektrowni wiatrowych na krajobraz, ze szczególnym uwzględnieniem powiązań widokowych, tj. wpływu wież elektrowni wiatrowych na ekspozycję sylwet zabytkowych układów przestrzennych miasta i wsi, analizę ekspozycji obiektów podlegających ochronie konserwatorskiej.

Zasięg widoczności wszystkich planowanych elektrowni wiatrowych wynosi niecałe 60 km² (59,32km²), co stanowi około 58,11% powierzchni analizy (102,08km²). Duża siła oddziaływania została obliczona na obszarze 11,91 km². Oddziaływanie istotne wystąpi na obszarze 24,24 km², a umiarkowane na powierzchni 15,63 km².

W obszarze analizy zlokalizowanych jest 44,52 km dróg ponadgminnych. Planowane elektrownie wiatrowe będą widoczne z 28,10 km dróg ponadgminnych.

Zestawienie długości dróg w obszarach oddziaływania istniejących i planowanych elektrowni wiatrowych wskazuje, że na długości 2,39 km wystąpi duża siła oddziaływania na krajobraz, na 11,2 km istotna siła oddziaływania, a na długości 6,73 km umiarkowana siła oddziaływania.

Planowane elektrownie wiatrowe zlokalizowane będą w granicach krajobrazu priorytetowego wyznaczonego w audycie krajobrazowym województwa lubuskiego, na podstawie przeprowadzonych analizy nie stwierdzono, by realizacja farmy wiatrowej przyczyniła się do pogłębienia zdiagnozowanych zagrożeń dla krajobrazu. Ponadto należy podkreślić, że pomiędzy planowaną farmą wiatrową, a planowanym pomnikiem historii (zespół dawnego Sanatorium z parkiem w Trzebiechowie) nie znaleziono relacji widokowych, które w istotny sposób byłyby zagrożone w wyniku budowy zespołu elektrowni wiatrowych.

Na podstawie analiz przeprowadzonych za pomocą metody QLA360 wyznaczono strefy ekspozycji zabytków, uwzględniające siłę ich wizualnego oddziaływania. Szczegółowo przeanalizowano widoki planowanych elektrowni wiatrowych dla wyznaczonych metodycznie 217 punktów zlokalizowanych w odległości do 1 km od zabytku na drogach ponadgminnych. Zidentyfikowano miejsca potencjalnej kolizji widokowej zabytków z planowanymi elektrowniami wiatrowymi w trzystopniowej skali.

Analiza obejmowała 9 planowanych elektrowni wiatrowych o całkowitej wysokości 260m i średnicy rotora z łopatkami 172m.

Kolizje bezpośrednie, które wystąpią na fragmencie drogi wojewódzkiej nr 278, będą dostrzegalne przez kierowców przemieszczających się w kierunku Trzebiechowa, droga wojewódzka nr 278 zlokalizowana jest poza obszarem istotnego oddziaływania widokowego.

W przypadku kolizji z Oficyną II w Trzebiechowie, którą stwierdzono tylko na krótkim odcinku ul. Sulechowskiej w Trzebiechowie i dotyczy tylko fragmentu dachu (a nie całego budynku). Kolizja stwierdzona została poza obszarem istotnego oddziaływania widokowego.

Zidentyfikowano również kilka punktów (5) zlokalizowanych wzdłuż drogi wojewódzkiej 278, jadąc w kierunku Trzebiechowa z dzwonnicy w Swarzynicach, jak powyższe również i te kolizje stwierdzone zostały poza obszarem istotnego oddziaływania widokowego.

Podkreślić należy, że nie wszystkie punkty pozostające w relacji widokowej z elektrownią wiatrową mają tę samą wagę. Synteza informacji o zasięgu widoczności, sile oddziaływania na krajobraz oraz o walorach krajobrazu pozwalają wskazać obszary istotnego oddziaływania widokowego.

Najbardziej wrażliwym widokowo obszarem czyli obszarem istotnego oddziaływania widokowego jest oś widokowa pomiędzy kościołem w Trzebiechowie, a pałacem w Trzebeichowie, zakomponowany wzdłuż alei lipowej w Trzebeichowie (panoram nr 7 w wirtualnym spacerze). Planowana budowa zespołu elektrowni wiatrowych nie będzie oddziaływać na tę oś widokową.

Elektrownie wiatrowe stanowią wysokie dominanty, które zawsze charakteryzują się dużym oddziaływaniem na krajobraz. Zasięgi widoczności, zwłaszcza na terenach nizinnych są rozległe, co sprawia, że kolizje widokowe z zabytkami są nieuniknione. W omawianym przypadku nie jest inaczej i obiektywne wyniki uzyskane metodą QLA360 wskazują na znaczne obszary widoczności planowanych elektrowni oraz ich duży wpływ na krajobraz, który wystąpi głównie na terenach użytkowanych rolniczo.

Podsumowując ocenia się, że realizacja planowanego zespołu elektrowni wiatrowych uwzględni ochronę krajobrazu rozumianą przez Europejską Konwencję Krajobrazową sporządzoną we Florencji dnia 20 października 2000 r. (Dz. U. z 2006 r. Nr 14, poz. 98) jako działania na rzecz zachowania i utrzymywania ważnych lub charakterystycznych cech krajobrazu tak, aby ukierunkować i harmonizować zmiany, które wynikają z procesów społecznych, gospodarczych i środowiskowych.

11. Bibliografia

- Chmielewski, T.J., Myga-Piątek, U., Solon, J. (2015). Typologia aktualnych krajobrazów Polski. *Przegląd Geograficzny*, 87, 3, 377–408.
- Panero, J., Zelnik, M. 1979. *Human Dimension & Interior Space: A Source Book of Design Reference Standards*. New York: Watson-Guptill.
- Richling A., Solon J. 2011. *Ekologia krajobrazu*. PWN.
- ASPRS Las Specification. 2008. Available online:
https://www.asprs.org/a/society/committees/standards/asprs_las_format_v12.pdf.
- Pyszny K., Wróżyński R. (2023). Ilościowe metody i narzędzia stosowane w ocenach oddziaływania przedsięwzięć na krajobraz. W: *Wyzwania i narzędzia w ochronie krajobrazu*, red. Lisek D., ZPKWW, Poznań.
- Wróżyński R., Pyszny K., Wróżyńska M. (2024). Reaching beyond GIS for comprehensive 3D visibility analysis. *Landscape and Urban Planning* Volume 247, July 2024, 105074.
- Wróżyński R., Pyszny K., Sojka M. 2020. Quantitative Landscape Assessment Using LiDAR and Rendered 360 Panoramic Images. *Remote Sens.* 2020, 12(3), 386.
- Wróżyński R., Sojka M., Pyszny K., 2016. The application of GIS and 3D graphic software to visual impact assessment of wind turbines. *Renewable Energy*, Vol 96, Part A, 2016, s. 625–635.
- Wróżyński R., Pyszny K. (2023). QLA360 – zaawansowana metoda analiz krajobrazowych. W: *Wyzwania i narzędzia w ochronie krajobrazu*, red. Lisek D., ZPKWW, Poznań.