



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**  
**WYDZIAŁ GEODEZJI GÓRNICZEJ I INŻYNIERII ŚRODOWISKA**

**KATEDRA FOTOGRAMETRII, TELEDETEKCJI ŚRODOWISKA I INŻYNIERII  
PRZESTRZENNEJ**

## Projekt inżynierski

*Zastosowanie technik teledetekcyjnych i narzędzi GIS  
w wyznaczeniu lokalizacji inwestycji wraz z wizualizacją  
optymalnego wyniku*

*The use of remote sensing techniques and GIS tools in  
determining the investment location along with the visualization  
of optimal result*

Autor:  
Kierunek studiów:  
Opiekun pracy:

*Dominika Maria Kłak*  
Geodezja i Kartografia  
*dr inż. Ewa Głowienka*

**Kraków, 2020**

## OŚWIADCZENIA STUDENTA

Kraków, dnia 29.12.2020 r.

Dominika Maria Kłak  
*Imiona i nazwisko studenta*

Geodezja i Kartografia, pierwszego stopnia, stacjonarne, ogólnoakademicki  
*Kierunek, poziom, forma studiów i profil*

Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska  
*Nazwa Wydziału*

dr inż. Ewa Głowienka  
*Imiona i nazwisko opiekuna pracy dyplomowej*

### **ja niżej podpisany(-a) oświadczam, że:**

jako twórca / ~~współtwórca~~<sup>\*</sup> pracy dyplomowej inżynierskiej / licencjackiej / magisterskiej<sup>\*</sup> pt.

### **Zastosowanie technik teledetekcyjnych i narzędzi GIS w wyznaczeniu lokalizacji inwestycji wraz z wizualizacją optymalnego wyniku**

1. **uprzedzony(-a) o odpowiedzialności karnej** na podstawie art. 115 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (t.j. Dz.U. z 2018 r. poz. 1191, z późn. zm.): „Kto przywłaszcza sobie autorstwo albo wprowadza w błąd co do autorstwa całości lub części cudzego utworu albo artystycznego wykonania, podlega grzywnie, karze ograniczenia wolności albo pozbawienia wolności do lat 3. Tej samej karze podlega, kto rozpowszechnia bez podania nazwiska lub pseudonimu twórcy cudzy utwór w wersji oryginalnej albo w postaci opracowania, artystyczne wykonanie albo publicznie zniekształca taki utwór, artystyczne wykonanie, fonogram, wideogram lub nadanie.”, **a także uprzedzony(-a) o odpowiedzialności dyscyplinarnej** na podstawie art. 307 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) „Student podlega odpowiedzialności dyscyplinarnej za naruszenie przepisów obowiązujących w uczelni oraz za czyn uchybiający godności studenta.” **niniejszą pracę dyplomową wykonałem(-am) osobiście i samodzielnie i nie korzystałem(-am) ze źródeł innych niż wymienione w pracy;**
2. praca dyplomowa jest wynikiem mojej twórczości i nie narusza praw autorskich innych osób;
3. wersja elektroniczna przedłożonej w wersji papierowej pracy dyplomowej jest wersją ostateczną, która będzie przedstawiona komisji przeprowadzającej egzamin dyplomowy;
4. praca dyplomowa nie zawiera informacji podlegających ochronie na podstawie przepisów o ochronie informacji niejawnych ani nie jest pracą dyplomową, której przedmiot jest objęty tajemnicą prawnie chronioną;
5. [ NIE ]\*\* udzielam nieodpłatnie Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie licencji niewyłącznej, bez ograniczeń czasowych, terytorialnych i ilościowych na udostępnienie mojej pracy dyplomowej w sieci Internet za pośrednictwem Repozytorium AGH.

.....  
*czytelny podpis studenta*

### **Jednocześnie Uczelnia informuje, że:**

1. zgodnie z art. 15a ww. ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych uczelni przysługuje pierwszeństwo w opublikowaniu pracy dyplomowej studenta. Jeżeli uczelnia nie opublikowała pracy dyplomowej w terminie 6 miesięcy od dnia jej obrony, autor może ją opublikować, chyba że praca jest częścią utworu zbiorowego. Ponadto uczelnia jako podmiot, o którym mowa w art. 7 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.), może korzystać bez wynagrodzenia i bez konieczności uzyskania zgody autora z utworu stworzonego przez studenta w wyniku wykonywania obowiązków związanych z odbywaniem studiów, udostępniać utwór ministrowi właściwemu do spraw szkolnictwa wyższego i nauki oraz korzystać z utworów znajdujących się w prowadzonych przez niego bazach danych, w celu sprawdzania z wykorzystaniem Jednolitego Systemu Antyplagiatowego. Minister właściwy do spraw szkolnictwa wyższego i nauki może korzystać z prac dyplomowych znajdujących się w prowadzonych przez niego bazach danych w zakresie niezbędnym do zapewnienia prawidłowego utrzymania i rozwoju tych baz oraz współpracujących z nimi systemów informatycznych;
2. w świetle art. 342 ust. 3 pkt 5 i art. 347 ust. 1 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce minister właściwy do spraw szkolnictwa wyższego i nauki prowadzi bazę danych zwaną repozytorium pisemnych prac dyplomowych, która obejmuje: tytuł i treść pracy dyplomowej; imiona i nazwisko autora pracy dyplomowej; numer PESEL autora pracy dyplomowej, a w przypadku jego braku – numer dokumentu potwierdzającego tożsamość oraz nazwę państwa, które go wydało; imiona i nazwisko promotora pracy dyplomowej, numer PESEL, a w przypadku jego braku – numer dokumentu potwierdzającego tożsamość oraz nazwę państwa, które go wydało; imiona i nazwisko recenzenta pracy dyplomowej, numer PESEL, a w przypadku jego braku – numer dokumentu potwierdzającego tożsamość oraz nazwę państwa, które go wydało; nazwę uczelni; datę zdania egzaminu dyplomowego; kierunek, poziom i profil studiów. Ponadto, zgodnie z art. 347 ust. 2-5 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce ww. dane wprowadzają do Zintegrowanego Systemu Informacji o Szkolnictwie Wyższym i Nauce POL-on (System POL-on) rektorzy. Dostęp do danych przysługuje promotorowi pracy dyplomowej oraz Polskiej Komisji Akredytacyjnej, a także ministrowi w zakresie niezbędnym do prawidłowego utrzymania i rozwoju repozytorium oraz systemów informatycznych współpracujących z tym repozytorium. Rektor wprowadza treść pracy dyplomowej do repozytorium niezwłocznie po zdaniu przez studenta egzaminu dyplomowego. W repozytorium nie zamieszcza się prac zawierających informacje podlegające ochronie na podstawie przepisów o ochronie informacji niejawnych.

\* - niepotrzebne skreślić;

\*\* - należy wpisać TAK w przypadku wyrażenia zgody na udostępnienie pracy dyplomowej, NIE – w przypadku braku zgody; nieuzupełnione pole oznacza brak zgody na udostępnienie pracy.

Kraków, dnia 15.12.2020 r.

Dominika Maria Kłak  
*Imiona i nazwisko studenta*

Dr inż. Ewa Głowienka  
*Imiona i nazwisko opiekuna pracy dyplomowej*

Zastosowanie technik teledetekcyjnych i narzędzi GIS w wyznaczeniu lokalizacji inwestycji wraz z wizualizacją optymalnego wyniku  
*Tytuł pracy dyplomowej w języku polskim*

The use of remote sensing techniques and GIS tools in determining the investment location along with the visualization of optimal result  
*Tytuł pracy dyplomowej w języku angielskim*

## STRESZCZENIE

Za cel pracy postawiono wyznaczenie optymalnej lokalizacji inwestycji portu lotniczego na terytorium Polski, poza obszarami wpływów funkcjonujących obiektów. Wielokryterialny model decyzyjny oparto o analizy z wykorzystaniem narzędzi geoprzetwarzania i systemów teledetekcyjnych w programach typu GIS. Zastosowano przestrzenne dane wektorowe źródeł Państwowego Rejestru Granic i Nazw Geograficznych, Bazy Danych Obiektów Ogólnogeograficznych oraz Topograficznych, serwisu OpenStreetMap, a także rastrowe produkty skanowania Radarowej Misji Topograficznej Promu Kosmicznego – SRTM, czy zdjęcia satelitarne Landsat 8. Kolejnym etapom pracy towarzyszyły analizy poparte zdobytą wiedzą techniczną. Wynik końcowy zwizualizowano w postaci kompozycji mapowej.

## SUMMARY

The purpose of the study was to determine optimal location of the aerial port investment on the territory of Poland, beyond areas of close proximity to the functioning facilities. The multi-criteria decision model was based on analyzes by geoprocessing tools and remote sensing systems in GIS programs. The spatial, vectorial data from sources such as State Register of Boundary and Geographical Names, National Database of General-geographic and Topographic Objects, OpenStreetMap service as well as raster scanning products from Shuttle Radar Topography Mission – SRTM or satellite imagery Landsat 8 were used. The next stages of the project were considered and reinforced by acquired technical knowledge. The final result was visualized in the shape of map layout.

## Spis treści

Wstęp.....	6
1. Podstawy teoretyczne – opis przedmiotu badań .....	7
1.1. Porty lotnicze w Polsce.....	7
1.2. Rozwój krajowego transportu lotniczego .....	8
1.3. Obszary ciążenia portów lotniczych i likwidacja izolacji regionów .....	12
1.4. Podlasie – geograficzne centrum Europy .....	13
1.5. Charakterystyka administracyjna województwa podlaskiego .....	14
1.6. Analiza parametrów istniejących portów lotniczych w Polsce .....	15
1.7. Opis obszaru poddanego analizie .....	18
2. Materiały i metodyka .....	22
2.1. Dane i ich źródła.....	22
2.2. Import danych.....	23
2.3. Wstępna obróbka danych – odniesienie przestrzenne .....	23
2.4. Podział czynników kwalifikujących .....	24
2.5. Kryterium lokalizacyjne .....	24
2.6. Przebieg i technika analizy .....	26
2.6.1. Obraz Landsat 8 .....	30
2.6.2. WMS .....	31
2.6.3. Analiza widoczności – ArcScene .....	32
2.7. Wykorzystane narzędzia GIS .....	34
3. Wyniki projektu.....	35
Podsumowanie i wnioski.....	39
Literatura .....	41
Spis tabel .....	45
Spis rysunków .....	46

## Wstęp

Polskę, podobnie jak inne państwa członkowskie Unii Europejskiej, obowiązuje wspólnotowa polityka transportowa. Stanowi ona filar rozwoju gospodarczego. Wraz z postępowaniem globalizacji i wdrażaniem koncepcji „otwartego nieba” odnotowano wzmożony popyt na usługi ruchu powietrznego. Demonopolizacja rynku i ekspansja tanich linii lotniczych dodatkowo potęgują wspomniane zjawisko. Przesłanką do zapewnienia przewozu osób i ładunku, a więc przepustowości portów lotniczych, na wysokim poziomie jest rozbudowa siatki połączeń poprzez powstawanie nowych obiektów i tym samym odciążanie istniejących. Działania te determinują i nasilają szereg pozytywnych następstw, jak na przykład:

- dostępność komunikacyjną regionu
- koordynację z arteriami transportu lądowego i morskiego
- mobilność społeczeństwa
- atrakcyjność regionu (również turystyczną)
- rozwój społeczno-gospodarczy
- innowacyjne inwestycje
- nowe miejsca pracy
- obsługę pasażerów
- świadczenie usług dodatkowych (przewóz ładunków i poczty) [1].

Według terminologii prawnej lokalizacją jest umiejscowienie zamierzenia budowlanego, zatwierdzone przez organ administracyjny, uprzednio ustalone przez inwestora. Stąd wykorzystany wielokryterialny model decyzyjny wyboru lokalizacji posłużył za podstawę kwalifikacji terenu pod względem przydatności. Charakter inwestycji wymaga zaplanowania ekspansji przestrzeni powietrznej, jak i lądowej. Infrastrukturę portu lotniczego wraz z obiektami towarzyszącymi tworzą nawierzchnie lotnicze (drogi startowe i pożarowe, płyty postojowe samolotów), budynki i urządzenia przystosowane do obsługi aeroplanów, pasażerów, przeładunku towarów i przesyłek (hangary, dworce i terminale pasażerskie, obiekty administracyjne), systemy nawigacyjne (wieża kontroli), tereny pomocnicze (parkingi) i wiele innych [2].

Celem pracy jest wyłonienie optymalnej lokalizacji portu lotniczego w Polsce z zastosowaniem systemów teledetekcyjnych i narzędzi GIS.

W rozdziale pierwszym zarysowano część teoretyczną związaną z istniejącymi w Polsce największymi lotniskami pasażerskimi wpisanymi do rejestru Urzędu Lotnictwa Cywilnego. Przedstawiono rozwój krajowego transportu powietrznego na przestrzeni ostatnich lat. Omówiono zasięg obszaru ciężenia wspomnianych obiektów i politykę likwidacji izolacji regionów w myśl Programu Rozwoju Sieci Lotnisk i Lotniczych Urządzeń Naziemnych. Scharakteryzowano teren badań oraz jego położenie w Europie. Zapoznano się z parametrami technicznymi i lokalizacyjnymi portów lotniczych.

Część drugą poświęcono prezentacji wykorzystanych materiałów i ich źródeł. Zwięźle opisano import i wstępną obróbkę danych. Kolejno wypunktowano podział i sprecyzowano kryteria lokalizacyjne. Przedstawiono przebieg wraz z technikami badań oraz wykorzystane narzędzia geoprzetwarzania. Dokonano uzupełniających analiz teledetekcyjnych.

Rozdział trzeci przeznaczono w całości prezentacji wyników badań przeprowadzonych w programach typu GIS.

Usystematyzowanej konkluzji wraz z kompleksową oceną dokonano w punkcie *Podsumowanie i wnioski*.

# 1. Podstawy teoretyczne – opis przedmiotu badań

## 1.1. Porty lotnicze w Polsce

Tytułem wprowadzenia warto odnieść się do dokumentu Obwieszczenia Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 17 września 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo lotnicze [3] i zawartej w nim definicji portu lotniczego określające go zgodnie z art. 2 ust. 17 jako „lotnisko użytku publicznego wykorzystywane do lotów handlowych”, gdzie według art. 2 ust. 4 „lotniskiem jest wydzielony obszar na lądzie, wodzie lub innej powierzchni w całości lub w części przeznaczony do wykonywania startów, lądowań i naziemnego lub nawodnego ruchu statków powietrznych, wraz ze znajdującymi się w jego granicach obiektami i urządzeniami budowlanymi o charakterze trwałym, wpisanym do rejestru lotnisk”.

Opublikowany przez Urząd Lotnictwa Cywilnego (ULC) rejestr [4] stanowi źródło informacji o 15 portach lotniczych. Jeden z nich – Radom-Sadków cechuje się ograniczoną certyfikacją ze względu na ogłoszenie w 2018 r. upadłości i zamknięcie dla samolotów cywilnych [5], a więc niespełnienie wymagań eksploatacyjnych i zarządczych lotniska użytku publicznego zgodnie z art. 59a nadmienionego obwieszczenia [3]. Powyższa wiedza pozwala na skategoryzowanie województw na posiadające i takie, które nie dysponują portami lotniczymi w swoim zasięgu (Rys. 1).



Rys. 1 Porty lotnicze w Polsce

[źródło: opracowanie własne na podstawie danych ULC [4], PRG [6], PRNG [7]]

Biernych pod względem transportu powietrznego jest 3 na 16 województw – podlaskie, świętokrzyskie i opolskie.





Na przestrzeni lat operatywność lotnicza w Polsce uległa stopniowej decentralizacji, co równoznaczne jest ze wzrostem znaczenia bądź rekultywacji regionalnych portów w gospodarce krajowej. Zgodnie z artykułem „Polskie regionalne porty lotnicze w obsłudze ruchu pasażerskiego” [1] oraz dokumentem Dziennika Urzędowego Unii Europejskiej i komunikatu komisji [9] określającego „wytyczne wspólnotowe dotyczące finansowania portów lotniczych i pomocy państwa na rozpoczęcie działalności dla przedsiębiorstw lotniczych oferujących przeloty regionalnych portów lotniczych” zaproponowano cztery kategorie klasyfikacji lotnisk cywilnych (Tab. 1).

*Tab. 1 Kategorie portów lotniczych*  
*[źródło: opracowanie własne na podstawie danych ULC (Tab. 2)*  
*zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej [9]]*

<b>Oznaczenie symboliczne</b>	<b>Opis słowny kategorii</b>	<b>Obsługiwany roczny wolumen ruchu lotniczego [mln]</b>	<b>Stan polskich portów lotniczych na 2019 r.</b>
<b>A</b>	duże wspólnotowe	ponad 10	Warszawa – Okęcie
<b>B</b>	krajowe	5 – 10	Kraków – Balice, Gdańsk – Rębiechowo
<b>C</b>	duże regionalne	1 – 5	Katowice – Pyrzowice, Wrocław – Strachowice, Warszawa – Modlin, Poznań – Ławica
<b>D</b>	małe regionalne (lokalne)	poniżej 1 (poniżej 0,2)	Rzeszów – Jasionka, Szczecin – Goleniów, Lublin – Świdnik, Bydgoszcz – Szwederowo, Łódź – Lublinek  (Olsztyn – Szymany, Zielona Góra – Babimost, Radom – Sadków (0))

Tab. 2 „Liczba obsłużonych pasażerów oraz wykonanych operacji w ruchu krajowym i międzynarodowym – regularnym i czarterowym w latach 2017 – 2019”  
[źródło: raport ULC [10]]

Nazwa Portu	cały rok			dynamika	
	2019	2018	2017	2019/2018	2019/2017
<b>1. Chopina w Warszawie</b>					
Liczba pasażerów	18 844 591	17 737 231	15 730 330	6,2%	19,8%
Liczba operacji pax	180 562	172 520	157 044	4,7%	15,0%
<b>2. Kraków – Balice</b>					
Liczba pasażerów	8 402 859	6 759 683	5 829 190	24,3%	44,2%
Liczba operacji pax	58 771	49 641	44 188	18,4%	33,0%
<b>3. Katowice – Pyrzowice</b>					
Liczba pasażerów	4 843 650	4 825 845	3 877 235	0,4%	24,9%
Liczba operacji pax	32 959	32 876	27 295	0,3%	20,8%
<b>4. Wrocław – Strachowice</b>					
Liczba pasażerów	3 496 898	3 293 948	2 805 888	6,2%	24,6%
Liczba operacji pax	27 716	26 916	22 899	3,0%	21,0%
<b>5. Poznań – Ławica</b>					
Liczba pasażerów	2 372 184	2 465 418	1 842 660	-3,8%	28,7%
Liczba operacji pax	18 998	20 154	15 773	-5,7%	20,4%
<b>6. Łódź</b>					
Liczba pasażerów	241 707	217 426	207 377	11,2%	16,6%
Liczba operacji pax	1 664	1 564	1 740	6,4%	-4,4%
<b>7. Gdańsk im. L. Wałęsy</b>					
Liczba pasażerów	5 361 134	4 966 949	4 601 982	7,9%	16,5%
Liczba operacji pax	41 088	39 127	36 504	5,0%	12,6%
<b>8. Szczecin – Goleniów</b>					
Liczba pasażerów	580 479	598 663	578 520	-3,0%	0,3%
Liczba operacji pax	4 934	5 048	4 781	-2,3%	3,2%
<b>9. Bydgoszcz</b>					
Liczba pasażerów	413 472	398 066	318 400	3,9%	29,9%
Liczba operacji pax	3 138	3 030	2 397	3,6%	30,9%
<b>10. Rzeszów – Jasionka</b>					
Liczba pasażerów	769 252	769 475	691 708	0,0%	11,2%
Liczba operacji pax	7 443	7 222	6 361	3,1%	17,0%
<b>11. Zielona Góra – Babimost</b>					
Liczba pasażerów	33 078	21 269	17 128	55,5%	93,1%
Liczba operacji pax	868	592	529	46,6%	64,1%
<b>12. Warszawa / Modlin</b>					
Liczba pasażerów	3 104 277	3 080 699	2 931 503	0,8%	5,9%
Liczba operacji pax	18 270	18 373	17 279	-0,6%	5,7%
<b>13. Lublin</b>					
Liczba pasażerów	356 011	454 103	429 164	-21,6%	-17,0%
Liczba operacji pax	2 692	3 622	3 249	-25,7%	-17,1%
<b>14. Radom – Sadków</b>					
Liczba pasażerów	0	0	9 903	-	-
Liczba operacji pax	0	0	480	-	-
<b>15. Olsztyn-Mazury</b>					
Liczba pasażerów	147 446	117 102	101 306	25,9%	45,5%
Liczba operacji pax	1 110	862	680	28,8%	63,2%
<b>Suma</b>					
Liczba pasażerów	<b>48 967 038</b>	<b>45 705 877</b>	<b>39 972 294</b>	<b>7,1%</b>	<b>22,5%</b>
Liczba operacji pax	<b>400 213</b>	<b>381 547</b>	<b>341 199</b>	<b>4,9%</b>	<b>17,3%</b>

Uwaga: dane nie uwzględniają pasażerów w ruchu tranzytowym oraz G.A.

Źródło: Opracowanie ULC na podstawie informacji uzyskanych z portów lotniczych, Warszawa, kwiecień 2020

Prognozy Urzędu Lotnictwa Cywilnego z 30 października 2017 r. (Tab. 3) wskazują jasno, iż w 2025 r. polskie porty lotnicze zdołają obsłużyć 65,312 mln pasażerów, w 2030 r. – 79,920 mln, zaś w 2035 r. nawet 94,462 mln, co stanowi podwojony wynik salda z 2019 r. Na uwagę zasługuje fakt, iż projekcja zakłada dynamikę wzrostu, a więc wskaźnik utrzymujący się na poziomie od 15,6% do 3,4% w latach 2015 – 2035.

Tab. 3 „Projekcja liczby obsłużonych pasażerów oraz liczby operacji pasażerskich w Polsce do roku 2035”

[źródło: prognozy ULC [11]]

rok	liczba pasażerów (w tys)	dynamika	liczba operacji pasażerskich (w tys)	dynamika	wskaźnik mobilności*
2015	30 392	12,3%	283	5,5%	0,79
2016	33 987	11,8%	310	9,4%	0,88
2017	39 300	15,6%	339	9,4%	1,02
2018	42 758	8,8%	363	7,1%	-
2019	46 271	8,2%	386	6,3%	-
2020	49 853	7,7%	408	5,9%	1,33
2021	53 439	7,2%	431	5,6%	-
2022	56 634	6,0%	452	4,8%	-
2023	59 466	5,0%	470	3,9%	-
2024	62 440	5,0%	488	3,9%	-
2025	65 312	4,6%	506	3,6%	1,75
2026	68 316	4,6%	525	3,6%	-
2027	71 185	4,2%	542	3,3%	-
2028	74 175	4,2%	560	3,3%	-
2029	76 994	3,8%	578	3,1%	-
2030	79 920	3,8%	596	3,1%	2,19
2031	82 637	3,4%	613	2,9%	-
2032	85 446	3,4%	631	2,9%	-
2033	88 352	3,4%	650	2,9%	-
2034	91 356	3,4%	669	2,9%	-
2035	94 462	3,4%	689	2,9%	2,62

\* na podstawie Prognozy ludności dla Polski na lata 2014 - 2050 opublikowanej przez GUS w roku 2014 oraz analiz własnych.

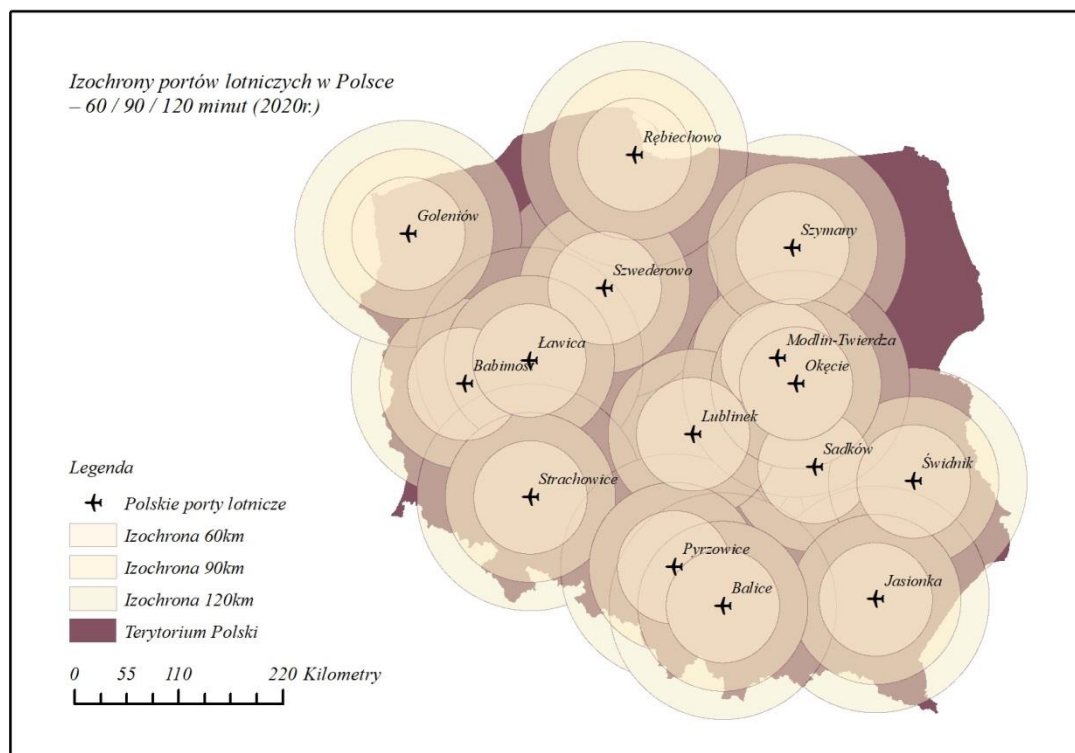
O ile przewidywania te do roku 2019 odpowiadały stanowi faktycznemu, o tyle panująca na świecie epidemia wirusa SARS COVID-19 niezaprzeczalnie przyczyniła się do osłabienia, a nawet kryzysu gospodarki transportowej. Nie zmienia to faktu, iż w perspektywie długoterminowej, wraz z ustabilizowaniem globalnej sytuacji ekonomicznej i społecznej planowana inwestycja okaże się w dalszym ciągu zasadna i pożądana. Konfrontując dane przewozów pasażerskich i operacji powietrznych z poprzednimi kryzysami branży lotniczej, nasuwa się wniosek, iż na przestrzeni ostatnich 26 lat, począwszy od 1993 r. dynamika ruchu pasażerskiego nieustannie rosła [12]. Wyjątkiem był 2009, szczytowy rok ogólnoświatowej zapaści gospodarczej rynków finansowych i bankowych.

Opublikowany w 2007 r. przez Ministerstwo Transportu Program Rozwoju Sieci Lotnisk i Lotniczych Urządzeń Naziemnych (dokument planistyczno-strategiczny) [13] wskazuje, że polski rynek lotniczy jest w fazie nieustannego kształtowania, żywiołowego wzrostu liczby rocznych przewozów pasażerskich. Zjawisko to jest właściwe dla etapu przejściowego, ukierunkowanego na zmianę modelu rozwoju ruchu powietrznego. Dopiero osiągnięcie stanu nasycenia, stabilnej, zrównoważonej progresji na poziomie 3-4% w skali roku, tożsame będzie z przejściem do koncepcji właściwej rynkom dojrzałym.

### 1.3. Obszary ciążenia portów lotniczych i likwidacja izolacji regionów

W Polsce według danych na 2019 r. średnia liczba ludności przypadająca na jeden port lotniczy wynosi ok. 2,6 mln (wliczając Radom). Dla porównania w państwach zachodnioeuropejskich wskaźnik ten nie przekracza kilkudziesięciu tysięcy (ok. 0,5 mln), co stanowi ponad pięciokrotnie lepszy wynik. Celem odciążenia istniejących obiektów, wzmożenia atrakcyjności i sprawniejszego funkcjonowania komunikacji powietrznej zasadnym jest zlokalizowanie nowej inwestycji o danym charakterze. Intencją Programu Rozwoju Sieci Lotnisk i Lotniczych Urządzeń Naziemnych jest „likwidacja izolacji regionów nie dysponujących infrastrukturą lotniskową” [13]. Najbardziej uargumentowanym sąsiedztwem jej położenia są obszary zamieszkałe, położone w największym oddaleniu od dotychczas istniejących lotnisk cywilnych.

Urbanistyczne izochrony o promieniu odpowiednio 60/90/120 km stanowią trafną ilustrację obszarów, wykreślonych przez krzywe łączące punkty, o jednakowym czasie dojazdu do punktu docelowego – najbliższego lotniska komunikacyjnego (Rys. 4). Przyjęto stałą prędkość pokonywania trasy równą 60 km/h, co oznacza, że czas podróży odpowiada liczbie kilometrów dzielących dane odcinki drogi.



Rys. 4 Izochrony polskich portów lotniczych

[źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6], PRNG [7]]

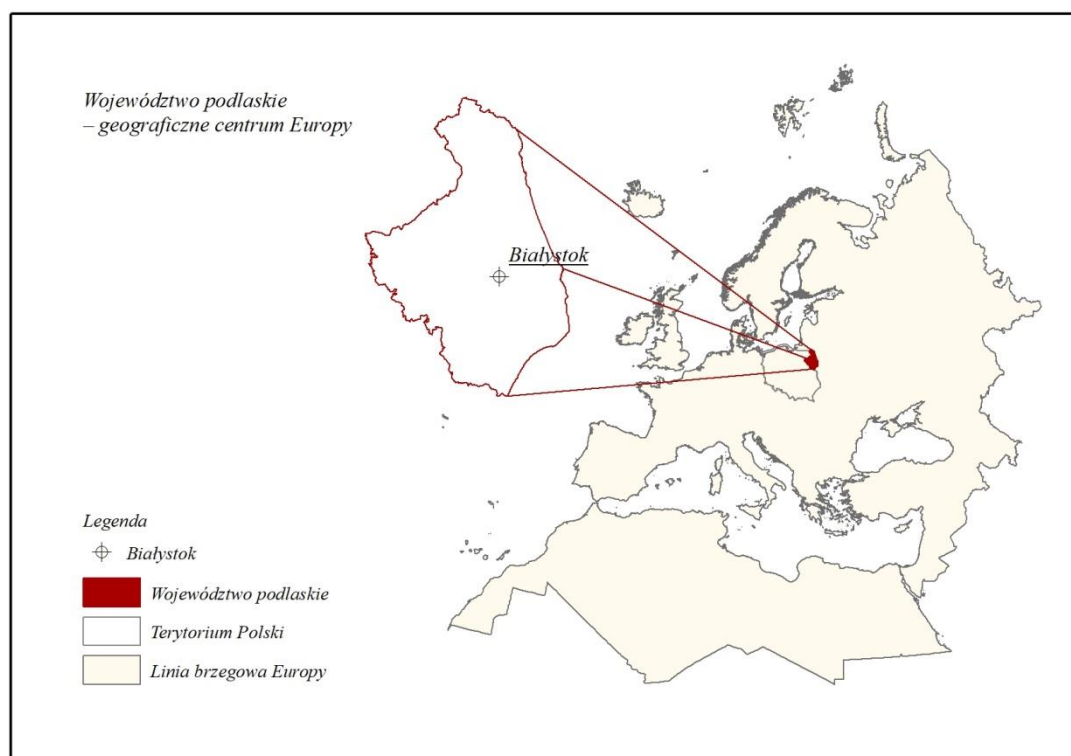
Zobrazowanie unaocznia sfery kraju najbardziej odległe i wyłączone z transportu lotniczego. Znajdują się one poza tak zwanymi ‘obszarami ciążenia portów lotniczych’, a więc strefami oddziaływania i przyciągania usługobiorców celem odbycia podróży. Determinowane są przez możliwości transportu oraz liczbę ludności mieszkającej w bezpośrednim sąsiedztwie.



W przypadku nakładania się izochron potencjalni pasażerowie znajdują się w zasięgu więcej niż jednego portu lotniczego, co stawia ich w dogodnej pozycji przez wzgląd na możliwość wyboru najlepszej spośród konkurencyjnych ofert przewozowych. Pomimo, iż potencjał takich lotnisk spada, w perspektywie krajowej niwelowane są różnice pomiędzy przecięzonymi, a gorzej prosperującymi obiektami [14].

#### 1.4. Podlasie – geograficzne centrum Europy

O ile województwa świętokrzyskie i opolskie znajdują się w stosunkowo niedalekim sąsiedztwie innych portów lotniczych, o tyle podlaskie tworzy największy poligon terenu poza przyjętą strefą wpływów. To właśnie tam najbardziej uzasadniona będzie inicjatywa budowy regionalnego portu lotniczego, czy to od podstaw, czy też poprzez adaptację istniejących lotnisk wojskowych i sportowo-rekreacyjnych. Co więcej Podlasie stanowi geograficzne centrum Europy (Rys. 5), a więc potencjalną, obiecującą lotniczą bazę przesiadkową.



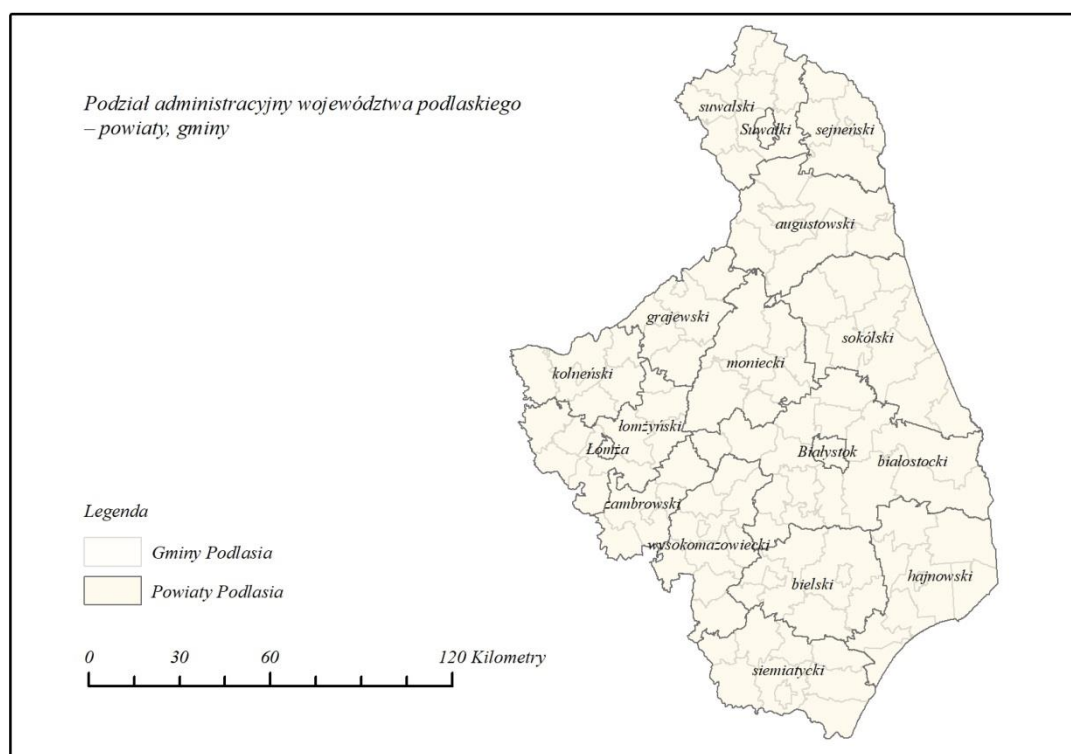
*Rys. 5 Podlaskie geograficznym centrum Europy  
[źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6], PRNG [7],  
Europejskiej Agencji Środowiska [15]]*

Ponadto dokumenty Strategii Rozwoju Województwa Podlaskiego do roku 2020 [16] i jego kontynuacji do roku 2030 [17] wskazują co następuje: „Jedną z najważniejszych determinant rozwoju regionalnego jest dostępność transportowa oparta o nowoczesny, sprawny, wydajny [...] system dróg różnych kategorii, linie kolejowe oraz transport lotniczy. [...] Niezbędne jest połączenie województwa podlaskiego z krajowymi i międzynarodowymi ośrodkami wzrostu, w tym poprawa dostępności komunikacyjnej także wewnątrz województwa, która warunkuje dodatkowo dostęp do usług publicznych. Ważnym zadaniem

jest budowa lotniska regionalnego, o parametrach dopasowanych do rzeczywistych potrzeb i możliwości regionu, które włączy województwo w międzynarodowy system transportu powietrznego, poprzez połączenia z europejskimi węzłami lotniczymi.”

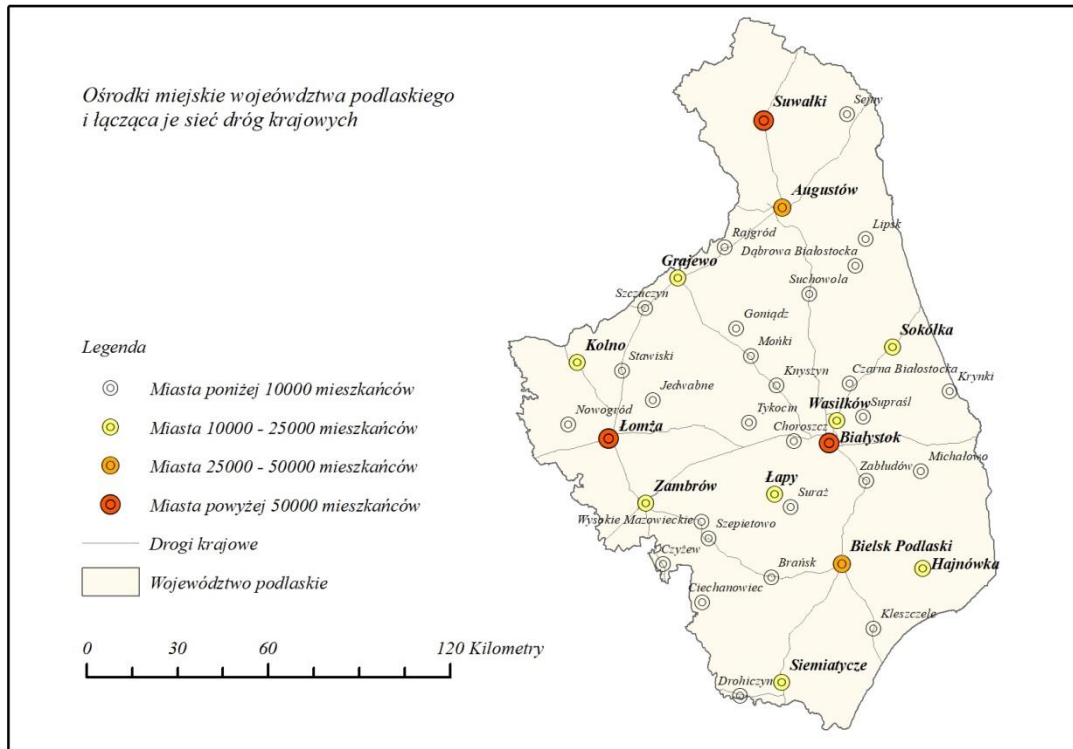
## 1.5. Charakterystyka administracyjna województwa podlaskiego

Województwo podlaskie od północnej strony graniczy z Litwą na długości 236,3 km, zaś od wschodu z Białorusią – 100,3 km. Podział administracyjny obejmuje 3 miasta na prawach powiatu – Białystok, Suwałki, Łomża, 14 powiatów oraz stanowiące je 118 gmin (Rys. 6).



Rys. 6 Podział administracyjny województwa podlaskiego  
[źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6]]

Miasta na prawach powiatu są zarówno najludniejszymi ośrodkami województwa, zamieszkałymi przez ponad 50 tys. osób. w samym Białymstoku żyje ok. 25% ogólnej liczby Podlasiaków. Ukształtowały się także aglomeracje, takie jak Augustów i Bielsk Podlaski o populacji z zakresu 25-50 tys. oraz 8 miejscowości o liczbie 10-25 tys. (Rys. 7), [18]. Jak podają najnowsze dane z 22.07.2020 r. Głównego Urzędu Statystycznego [19] województwo to cechuje się najniższą gęstością zaludnienia – zaledwie 58 osób / km<sup>2</sup>, gdzie stan populacji z dnia 30.06.2020 r. [20] wynosi 1176,6 tys. Ludność podlaskiego stanowi ok. 3,1% populacji kraju. Wskaźnik urbanizacji utrzymuje się zaś na poziomie niemalże 61%, co odpowiada średniej mierze Polski [21]. Taki wynik równoznaczny jest ze stopniowym rozwojem, powiększaniem się i uprzemysłowieniem obszarów miejskich, wraz ze wzrostem ich znaczenia i migracji społeczeństwa z terenów wiejskich.



*Rys. 7 Miasta województwa podlaskiego  
[źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6], PRNG [7],  
statystycznych [18], BDOO [22]]*

Północno-wschodnie kresy Polski nazywane są ‘Podlaskim pograniczem’ [23], tworzącym mozaikę narodowościowo-etniczną, kulturową i wyznaniową. Obok katolików, obszary te zamieszkuje najliczniejsza społeczność prawosławna w Polsce.

Stolicą i siedzibą władz województwa jest miasto Białystok – 10. najliczniejsze pod względem ludności miasto w Polsce – 297 585 mieszkańców [24].

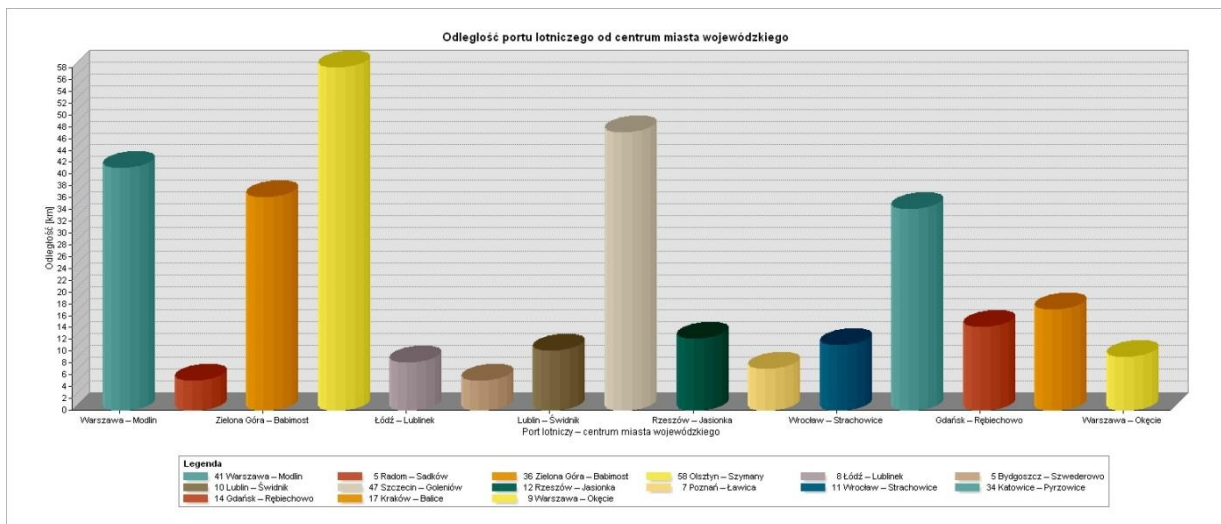
## **1.6. Analiza parametrów istniejących portów lotniczych w Polsce**

Wstępnemu badaniu poddano obszar całego kraju i parametry techniczno-lokalizacyjne portów lotniczych w obrębie jego terytorium (Tab. 4), (Rys. 8).

Tab. 4 Zestawienie parametrów istniejących portów lotniczych  
[źródło: opracowanie własne na podstawie danych [25], [26]]

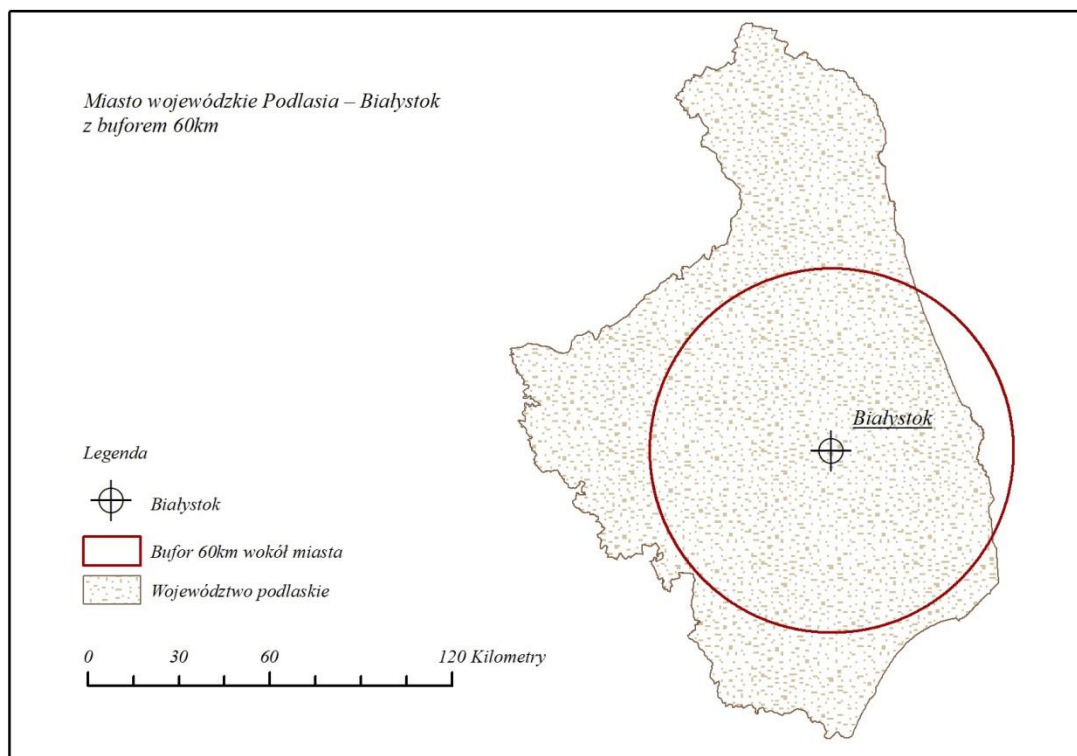
Port lotniczy	Wysokość [n.p.m.]	Powierzchnia [ha]	Wymiary drogi startowej [m]
Warszawa – Okęcie – im. Chopina [27]	110	500	2800x50 + 3690x60
Kraków – Balice – im. Jana Pawła II [28]	241	310	2550x60
Gdańsk – Rębiechowo – im. Lecha Wałęsy [29]	149	240	2800x45
Katowice – Pyrzowice [30]	303	530	3200x45
Wrocław – Strachowice – im. Mikołaja Kopernika [31]	123	472	2503x45
Warszawa – Modlin [32]	104	292	2500x45
Poznań – Ławica – im. Henryka Wieniawskiego [33]	94	310	2504x50
Rzeszów – Jasionka [34]	211	459	3200x45
Szczecin – Goleniów – im. NSZZ „Solidarność” [35]	47	300	2500x60
Lublin – Świdnik [36]	203	300	2520x45
Bydgoszcz – Szwederowo – im. Ignacego Jana Paderewskiego [37]	72	146	2500x60
Łódź – Lublinek – im. Władysława Reymonta [38]	185	228	2500x45
Olsztyn – Mazury – Szczytno [39], [40]	141	462	2500x45
Zielona Góra – Babimost [41]	59	450	2500x60
Radom – Sadków – im. Bohaterów Radomskiego Czerwca 1976 roku [42]	186	371	2000x60
<b>Podsumowanie – średnia</b>	≈ 150	≈ 350	≈ 2700x60





Rys. 8 Wykres słupkowy dystansu: port lotniczy – centrum miasta wojewódzkiego z uwzględnieniem sieci drogowej [źródło: opracowanie własne]

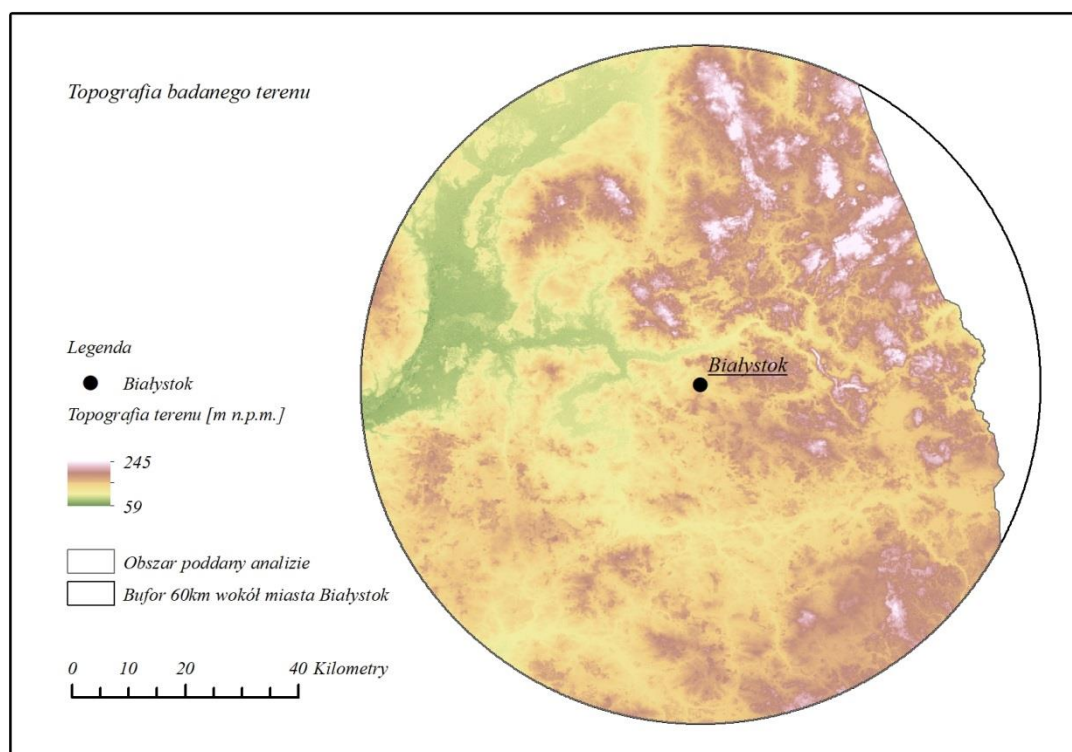
Przestudiowanie atrybutów portów lotniczych pozwala określić, iż znajdują się one w oddaleniu od miast wojewódzkich, wynoszących maksymalnie 58 km. Stąd obszar poszukiwania powinien zawęzić się do bufora rozpościerającego się na 60 km od centrum miasta Białystok (Rys. 9).



Rys. 9 Teren analizy [źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6], PRNG [7]]

## 1.7. Opis obszaru poddanego analizie

Topografia terenu przybiera najróżnorodniejszą formę na północy województwa. Występują tam wzniesienia osiągające niemal 300 m n.p.m. Wraz z postępowaniem na południe ukształtowanie terenu staje się łagodniejsze. Przeważają dalekosiężne równiny urozmaicane jedynie przez kilkumetrowe wydmy. Występujące pagórki są niskie i cechują się łagodnymi zboczami [43]. Na zawężonym obszarze topografia terenu jest charakterystyczna dla kotlin (Biebrzańska), nizin (Północnopodlaska), równin (Bielska), wysoczyzn (Białostocka, Wysokomazowiecka, Kolneńska, Drohiczyńska) i wzgórz (Sokólskie), o wysokościach z przedziału 59 – 245 m n.p.m. (Rys. 10).



Rys. 10 Topografia obszaru analizy

[źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6], PRNG [7], SRTM [44]]

Na podstawie „Załącznika 14 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym” [45] i zawartej w nim charakterystyki fizycznej drogi startowej wynika co następuje: „Nachylenie podłużne drogi startowej, obliczone poprzez podzielenie różnicy pomiędzy maksymalną i minimalną wysokością drogi startowej wzdłuż jej linii środkowej przez długość tej drogi startowej, nie powinno przekraczać – 1%, jeżeli cyfra kodu wynosi 3 lub 4 [...]” oraz odnośnie nachylenia poprzecznego: „W celu zapewnienia możliwie jak najszybszego odprowadzenia wody, powierzchnia drogi startowej, o ile to możliwe, powinna być wypukła (dwuspadowa) z wyjątkiem sytuacji, w której jednostronne nachylenie poprzeczne, w kierunku najczęściej wiejących wiatrów z towarzyszeniem deszczu, zapewni szybki odpływ wody. Najkorzystniejsze nachylenie poprzeczne powinno wynosić: – 1.5% jeżeli literą kodu jest C, D, E lub F [...]” Cyfry kodu oraz oznaczenia literowe wyjaśniono w tabeli (Tab. 5).

Tab. 5 Kod referencyjny lotniska

[źródło: załącznik 14 ICAO – Organizacji Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego [45]]

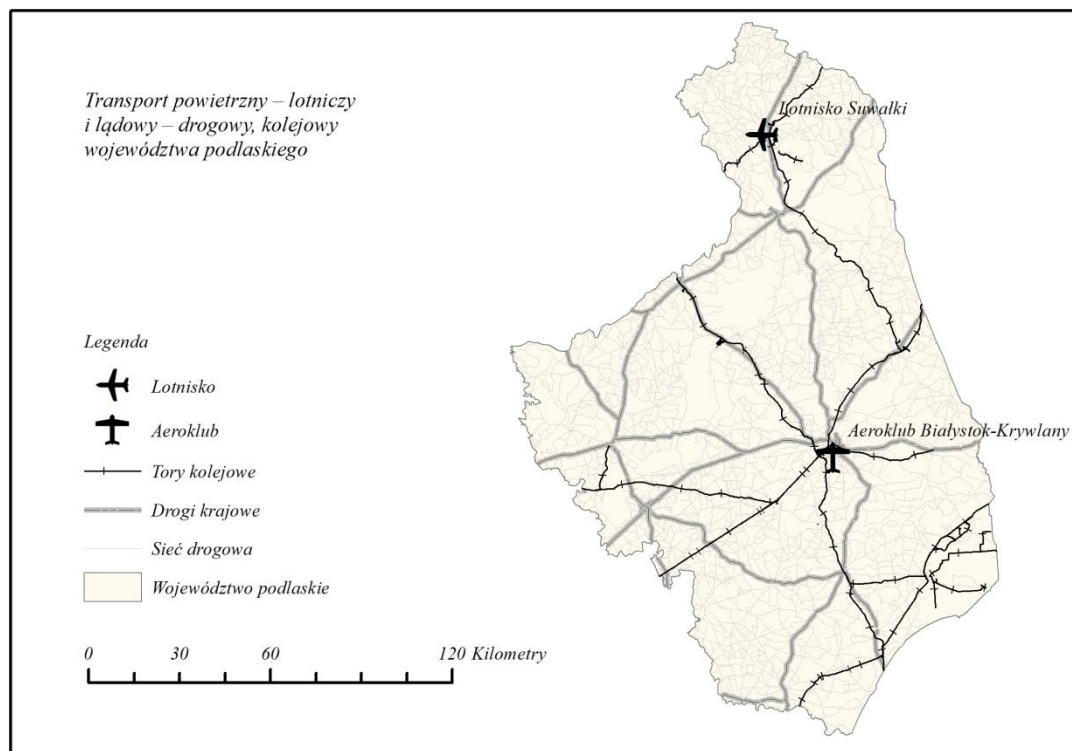
PIERWSZY ELEMENT KODU		DRUGI ELEMENT KODU		
Cyfra kodu	Referencyjna długość pola do startu samolotu	Litera kodu	Rozpiętość skrzydeł	Całkowity rozstaw zewnętrznych kół podwozia głównego <sup>a</sup>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<b>1</b>	poniżej 800 m	<b>A</b>	do 15 m (bez wartości 15 m)	do 4.5 m (bez wartości 4.5 m)
<b>2</b>	od 800 m do 1200 m (bez wartości 1200 m)	<b>B</b>	od 15 m do 24 m (bez wartości 24 m)	od 4.5 m do 6 m (bez wartości 6 m)
<b>3</b>	od 1200 m do 1800 m (bez wartości 1800 m)	<b>C</b>	od 24 m do 36 m (bez wartości 36 m)	od 6 m do 9 m (bez wartości 9 m)
<b>4</b>	1800 m i powyżej	<b>D</b>	od 36 m do 52 m (bez wartości 52 m)	od 9 m do 14 m (bez wartości 14 m)
		<b>E</b>	od 52 m do 65 m (bez wartości 65 m)	od 9 m do 14 m (bez wartości 14 m)
		<b>F</b>	od 65 m do 80 m (bez wartości 80 m)	od 14 m do 16 m (bez wartości 16 m)

a. – Odległość pomiędzy zewnętrznymi krawędziami kół podwozia głównego

Na terenie województwa podlaskiego zlokalizowane są dwa obiekty transportu powietrznego – w Suwałkach i Krywlanach, oddalonych zaledwie 5 km na południowy-zachód od Białegostoku (Rys. 11).

Pierwsze z nich jest lotniskiem cywilnym wyłącznego użytku miejscowego aeroklubu. Inauguracja działalności odbyła się 8 sierpnia bieżącego roku. Jak wskazują informacje zawarte w artykule [46]: „Lotnisko przeznaczone jest przede wszystkim dla ruchu biznesowego oraz turystycznego, będą mogły na nim lądować samoloty pasażerskie przewożące do 50 osób. Ale także awionetki, śmigłowce, szybowce, motolotnie. Oprócz drogi startowej (o wymiarach 1 320 x 30 m) zbudowano również płytę postojową, drogę kołowania oraz infrastrukturę techniczną.”

Drugi zaś obiekt jest niekontrolowanym lotniskiem wykorzystywanym przez pilotów sportowych i skoczków spadochronowych Aeroklubu Białostockiego oraz Podlaskiego Oddziału Straży Granicznej [47]. Dysponuje utwardzoną drogą startową o wymiarach 1 350 x 30 m. Zgodnie z Rejestrem Lotnisk Cywilnych ULC [4] jest obiektem użytku publicznego o ograniczonej certyfikacji.



*Rys. 11 Transport powietrzny i lądowy województwa podlaskiego  
[źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6], BDOO [22], OSM [48]]*

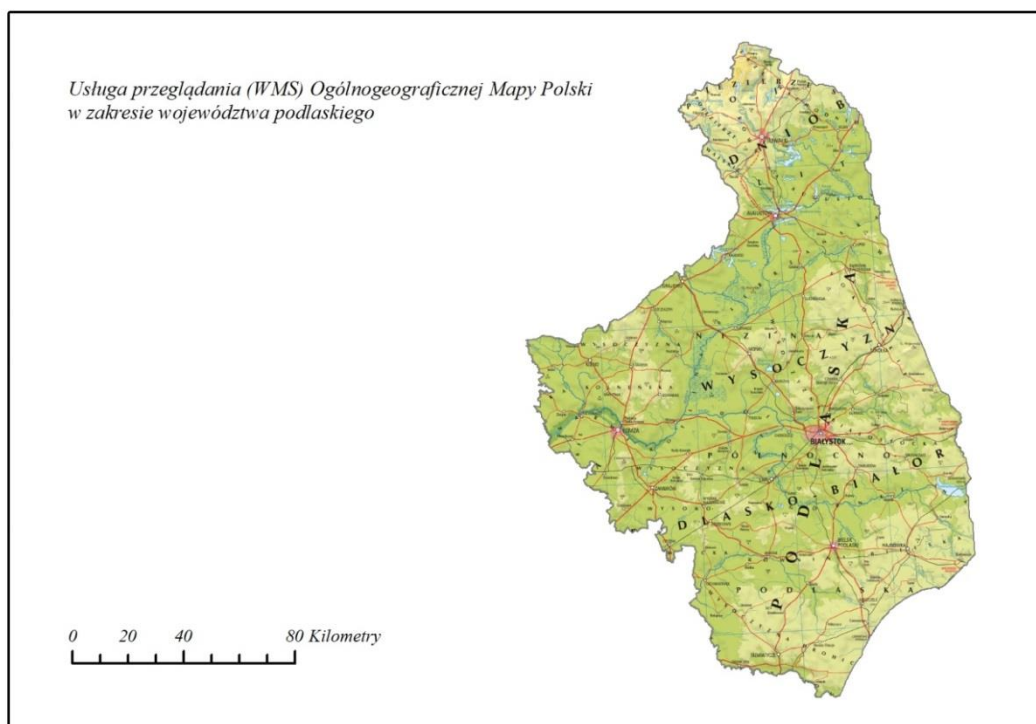
W województwie podlaskim istnieje nieznacznie rozwinięta sieć kolejowa, oparta głównie na połączeniu większych ośrodków miejskich. Składa się z linii zarówno szerokotorowych, jak i tych o wąskim rozstawie szynowym.

Podobnie przedstawiają się połączenia drogowe wielopasmowe o kategorii krajowej [49], posiadające parametry techniczne oraz użytkowe charakterystyczne dla klas dróg publicznych: S – ekspresowych, GP – głównych ruchu przyspieszonego oraz G – głównych (zgodnie z podziałem zarysowanym w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie [50]). Sieć drogowa uzupełniająca złożona jest z dróg wojewódzkich, powiatowych i gminnych, które współtworzą dodatkowo klasy dróg oznaczone symbolami: Z – zbiorcze, L – lokalne, D – dojazdowe. Według zapisów dokumentu jako klasę drogi rozumie się „przyporządkowanie drodze odpowiednich parametrów technicznych, wynikających z jej cech funkcjonalnych”.

Sytuację ogólnogeograficzną poza liniami komunikacyjnymi tworzy bogactwo szaty roślinnej i sieci wodnej (Rys. 12), tworzone przez liczne formy ochrony przyrody usystematyzowane przez Generalną Dyрекcję Ochrony Środowiska (GDOŚ) [51].

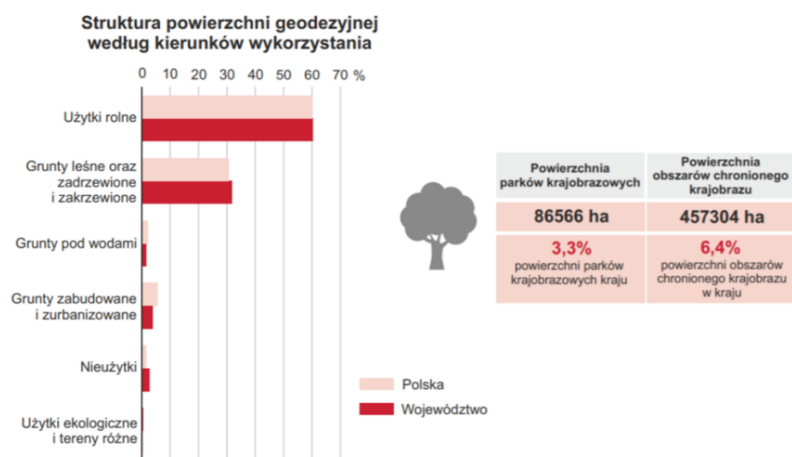
Sieć hydrologiczną stanowią dorzecza Wisły (z rzekami: Narwią, Biebrzą, Bugiem), Niemna oraz Pregoly. Dominują zlewnie nizinne i rozległe, podmokłe i bagienno-torfowe doliny meandrujących koryt. Rejony Pojezierza Wigierskiego i Pagórków Augustowskich północnej części województwa bogate są w zbiorniki wody stojącej, około 280 jezior. Z racji geograficznego położenia teren został ukształtowany przez zlodowacenia, czego pozostałością jest najgłębsze polskie jezioro – Hańcza (106 m). Sieć wodną uzupełniają stawy i kanały, z największym – Kanałem Augustowskim. Pozostałościami najmłodszego okresu ery kenozoicznej są utwory czwartorzędowe wód podziemnych w pradolinach Biebrzy, Supraśli i Sandru Kurpie [52].





Rys. 12 Mapa ogólnogeograficzna województwa podlaskiego [źródło: opracowanie własne na podstawie danych WMS [53]]

Województwo podlaskie zajmuje powierzchnię 20 187,02 km<sup>2</sup>, z czego 1/3 pokrywają puszcze, w tym białowieska jako ostatni zachowany pierwotny las na miarę areny europejskiej [24]. Wynik ten stanowi największy udział terenów chronionych na tle pozostałych województw, nie bez powodu więc podlaskie zwane jest ‘Zielonymi Płucami Polski’. Znajdują się tu 4 parki narodowe: najstarszy – Białowieski, Narwiański, Wigierski i największy – Biebrzański, znany z 1/3 krajowej populacji łośi. Wizytówką regionu jest również żubr, którego ponad 1/2 gatunku zamieszkuje te obszary [52]. Północne krańce Podlasia zajmuje Suwalski Park Krajobrazowy, powstały jako pierwszy w Polsce. Jak wskazują dane Statystycznego Vademecum Samorządowego 2019 Urzędu Statystycznego Białegostoku (Rys. 13), [54] pozostałą część powierzchni województwa zajmują przede wszystkim użytki rolne.



Rys. 13 Gospodarka przestrzenna i ochrona środowiska w 2018 r. [źródło: Urząd Statystyczny Białegostoku [54]]

## 2. Materiały i metodyka

### 2.1. Dane i ich źródła

Przedstawione w pracy analizy opracowano na podstawie powszechnie i nieodpłatnie dostępnych danych przestrzennych. Pobrano pliki wektorowe reprezentujące trzy grupy obiektów: punktowych, liniowych, poligonowych. Powołano się na źródła: PRG – Państwowy Rejestr Granic i powierzchni jednostek podziału terytorialnego kraju [6], PRNG – Państwowy Rejestr Nazwa Geograficznych [7], BDOO – Bazy Danych Obiektów Ogólnogeograficznych [22], jak i Topograficznych – BDOT10k [55], a także OSM – OpenStreetMap [56].

Pierwsze trzy bazy reprezentują dane podlegające pod Państwowy Zasób Geodezyjny i Kartograficzny (PZGiK), czwarta zaś – Wojewódzki Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (WODGiK). Jak podaje Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK) [57], udostępniający pliki, BDOO jest to zbiór danych wektorowych obiektów topograficznych posiadający informację o ich położeniu przestrzennym oraz krótkiej charakterystyce. Zakres tematyczny i stopień generalizacji bazy odpowiadają mapie w skali 1:250 000. Baza jest na bieżąco aktualizowana na podstawie zmian nanoszonych w BDOT10k – skali 1:10 000. Katalog zawiera dane poszczególnych województw o rozszerzeniu \*.xml. Format ten w prosty sposób implementuje się do środowiska QGIS, trudniej – innych oprogramowań typu GIS. XML (ang. *eXtensible Markup Language*) jest rozszerzalnym językiem znaczników reprezentującym dane strukturalnie.

Ostatnia baza jest społecznościowym serwisem GIS współtworzonym przez zarejestrowanych użytkowników, nad których treścią nie ma odgórnej kontroli. Dane te nie są w pełni kartograficzne, lecz stanowią dobre przybliżenie rzeczywistości. Choć zbiór ten cechuje się mniejszym stopniem wiarygodności niż urzędowe dane referencyjne BDOO, ich niezaprzeczalną przewagą jest częstotliwość zmian nanoszonych w bazie, które wizualizowane są automatycznie co kilka godzin. W konsekwencji OSM niejednokrotnie bywa aktualniejsza pod względem prezentowanych treści [56]. Wyciąg danych pobrano z serwisu Geofabrik [48], udostępniającego dane krajowe, lub z zastosowaniem wtyczki QuickOSM w QGIS. Rozszerzenie to umożliwia wybór zawężony do interesujących warstw (poprzez określenie wartości i klucza) w wybranym zakresie. Zwracane są obiekty bezpośrednio z bazy danych choćby częściowo zlokalizowane we wskazanych granicach. Wejściowe warstwy charakteryzował format wymiany danych autorstwa firmy ESRI \*.shp, a więc zawierający geometrię obiektu. Na kompatybilność ‘shapefile’ składają się pliki:

- wspomniany powyżej \*.shp
- indeksowy, umożliwiający przeszukiwanie informacji – \*.shx
- przechowujący dane tabeli atrybutów – \*.dbf
- zaopatrzony w informacje georeferencyjne, a więc o odwzorowaniu i układzie odniesienia – \*.prj [58].

Uzupełniającym źródłem danych były rastry SRTM (ang. *Shuttle Radar Topography Mission*) oraz satelity Landsat pobrane z serwisu EarthExplorer [44].

SRTM stanowi zbiór danych wysokościowych (ang. *Digital Elevation*) będących produktem skanowania międzynarodowej misji z 2000 r. W przedsięwzięcie zaangażowane były agencje kosmiczne takie jak: amerykańska NASA (ang. *National Aeronautics and Space Administration*) – Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej oraz NGA, niemiecka DLR, włoska ASI. Wykorzystana metoda interferometrii radarowej – InSAR dała obraz ukształtowania powierzchni Ziemi w pasie 56-60° szerokości geograficznej południowej. Rozdzielczość przestrzenna wyniosła 1 sekundę kątową (ang. *1 Arc-Second*

*Global*) – 30 m na równiku lub 3 sekundy – 90 m, w zależności od wersji. Standardowymi dla aplikacji GIS są formaty obrazu \*.GeoTIFF (pliki \*.TIFF z osadzonymi informacjami geograficznymi, georeferencją) [59], [60].

Pozyskano także rastry Landsat Collection 1 Level-1 (8 OLI/TIRS C1 Level-1) o zachmurzeniu/ przysłonięciu chmurami lądu i sceny mniejszym niż 10%. Satelita Landsat 8, wystrzelony w 2013 r., powstał we współpracy NASA i USGS (ang. *U.S. Geological Survey*) – U.S. Służba Geologiczna. Wyposażony został w dwa instrumenty: OLI (ang. *Operational Land Imager*) – operacyjne urządzenie rejestrujące obrazy Ziemi oraz TIRS (ang. *Thermal Infrared Sensor*) – termiczny czujnik podczerwieni zapewniające pokrycie z rozdzielczością 30 m (widzialną, NIR (ang. *Near InfraRed*) – bliska podczerwień, SWIR (ang. *Short-Wave InfraRed*) – krótkofalowa podczerwień, 100 m (termiczną), i 15 m (panchromatyczną – barwoczułą) w 16-dniowym cyklu powtarzania [61]. Wartości identyfikatora sceny (LC08\_L1TP\_187023\_20200718\_20200722\_01\_T1\_B1.TIF) oznaczały odpowiednio [62]:

- LC – combined (dane OLI oraz TIRS)
- LO – jedynie dane OLI
- LT – dane TIRS
- T1 – najwyższej jakości dane precyzyjnego terenu, poziomu 1, odpowiednie do analizy szeregów czasowych
- T2 – poziom 2
- RT – Real-Time (oznaczenie tymczasowe).

## **2.2. Import danych**

Dane BDOO i BDOT10k o formacie plików \*.xml wczytywano dwoma alternatywnymi sposobami:

1. w QGIS, a następnie eksportowano do formatu ESRI Shapefile, aby docelowo wgrać je do ArcGIS
2. w ArcGIS za pomocą rozszerzenia ‘Data Interoperability’ – poprzez tak zwaną ‘konwersję w locie’.

Pierwsza metoda, choć bardziej czasochłonna, gdyż wymagająca współpracy na zasadzie uzupełniania się dwóch programów, jest pewna. Jej minusem jest fakt, iż może uszkadzać zbyt długie ciągi znaków – powyżej 10 dla formatu \*.shp. Druga metoda, choć wiernie przetwarza dane tabeli atrybutów zapewniając bezpośredni odczyt i przeglądanie, nie zawsze działa, generując błędy funkcji.

## **2.3. Wstępna obróbka danych – odniesienie przestrzenne**

Zróznicowane źródła danych determinowały odmienne formaty, postaci zawartych informacji, czy układy współrzędnych. Podczas pracy na danych przestrzennych kluczowym jest nadanie im odpowiednich georeferencji, a więc odniesienia przestrzennego, osadzenia w układzie określonego współrzędnymi pozwalającego na, „powiązanie informacji o położeniu obiektu ze światem rzeczywistym” [63]. Takie przyporządkowanie zapewnia jednolitość, koherentność i integralność, a więc nierozzerwalne powiązanie z całością danych oraz poprawne określenie wzajemnych relacji.

Domyślnym odwzorowaniem kartograficznym projektu był układ współrzędnych ‘ETRS\_1989\_Poland\_CS92 (WKID: 2180)’, do którego przekonwertowano pozyskane dane.

## 2.4. Podział czynników kwalifikujących

Według rozprawy naukowej pod patronatem Politechniki Białostockiej „Wielokryterialny model decyzyjny w wyborze lokalizacji lotniska pasażerskiego w województwie podlaskim” [2] kryteria lokalizacyjne portu lotniczego dzielą się na:

- ekonomiczne (planistyczno-strategiczne) – ściśle powiązane z gospodarką, opłacalnością, kosztami  
Planowana lokalizacja inwestycji powinna cechować się jak najlepszą łącznością z aglomeracjami miejskimi, w szczególności stolicami wojewódzkimi, „powiązanie portu lotniczego z ośrodkami handlu, przemysłu i usług zapewni nie tylko wzrost liczby pasażerów, ale też przewozu towarów”. Konieczne jest więc uwzględnienie stanu infrastruktury transportowej i dostępności komunikacyjnej. O rozpoczęciu budowy decydująca dostępność materiałów budowlanych oraz koszty związane z topografią terenu, rodzajem i ceną wykupu gruntu.
- społeczne  
Obligatoryjnym względem jest zapewnienie komfortu akustycznego i minimalizacja natężeniem hałasu spowodowanego operacjami powietrznymi. Dąży się do unikania bezpośredniego sąsiedztwa osiedli mieszkaniowych, zakładów leczenia, czy placówek wychowawczo-naukowych. W przypadku zaś bliskości obszarów zamieszkałych i zurbanizowanych stosuje się procedurę cichych startów i podchodzenia do lądowań oraz ekrany akustyczne.
- przestrzenne  
Konieczne jest wydzielenie przestrzeni powietrznej odpowiadającej wymogom bezpieczeństwa. Analiza widoczności powinna wykluczać wysokie przeszkody w pobliżu inwestycji. Nakreślone planowane wymiary i powierzchnia powinny uwzględniać możliwość przyszłej rozbudowy portu lotniczego wraz z infrastrukturą towarzyszącą.
- przyrodnicze  
Priorytetowo w strategię portów lotniczych wpisane jest dokładanie starań, aby w jak największym stopniu ograniczyć negatywne wpływy inwestycji na środowisko naturalne i siedliska przyrodnicze. Unika się sąsiedztwa terenów ochrony przyrody, sieci hydrologicznej, czy nawet wysypisk śmieci przez wzgląd na potencjalne ryzyko kolizji z gniazdującym ptactwem. Wdrażane są programy proekologiczne mające na celu zmniejszenie uciążliwości emisji hałasu i zanieczyszczeń (sektory gospodarki wodno-ściekowej i odpadów) oraz systemy monitorujące. Wybór optymalnej lokalizacji uwzględnia również warunki meteorologiczne, klimatyczne, w tym wiatrowe danego regionu [64].

## 2.5. Kryterium lokalizacyjne

Celem wyznaczenia optymalnego położenia portu lotniczego postawiono warunki, które w istotnym stopniu powiązane są z charakterem danej inwestycji, a których spełnienie będzie równoznaczne z możliwością potencjalnego ulokowania. W ocenie i kwalifikacji terenu pod względem przydatności kierowano się czynnikami:

- I. województwo bez portu lotniczego
- II. największy poligon terenu poza izochronami istniejących portów lotniczych



- III. w buforze 60 km od miasta wojewódzkiego oraz na terenie Polski
- IV. obszar o topografii równinnej – nachyleniu 0 – 3°
- V. teren niezabudowany oraz poza miejscami kultu religijnego
- VI. w odległości do 10 km od kolei i dróg krajowych, a także poza buforem 0,1 km ogólnej sieci dróg
- VII. poza zbiornikami wodnymi, mokradłami i buforem 0,1 km cieków wodnych
- VIII. poza terenami chronionymi: obszarami Natura 2000, parkami krajobrazowymi i narodowymi oraz rezerwatami przyrody, a także terenami leśnymi i zadrzewionymi
- IX. o minimalnej powierzchni 350 ha i zawierający kształt 2 700 x 60 m
- X. spełniający analizy dodatkowe:
  - aktualnego zasięgu terenów zabudowanych
  - weryfikacji wyników na podkładach map serwowanych przez usługi WMS
  - widoczności – w dostatecznym oddaleniu od wysokiej zabudowy

o właściwym pochodzeniu danych (Tab. 6).

*Tab. 6 Wykaz źródeł danych kryteriów lokalizacyjnych  
[źródło: opracowanie własne]*

<b>Lp.</b>	<b>Warstwa tematyczna</b>	<b>Zestaw danych</b>
<b>I</b>	Województwa bez portów lotniczych	PRG – województwa PRNG – miejscowości
<b>II</b>	Izochrony	jw.
<b>III</b>	Bufor 60 km wokół miasta wojewódzkiego na terenie Polski	jw.
<b>IV</b>	Nachylenie 0 – 3°	SRTM
<b>V</b>	– Budynki i miejsca kultu religijnego – Zabudowa	– OSM, BDOT10k – BDOO
<b>VI</b>	Sieć komunikacyjna: – drogi krajowe i podrzędne – tory kolejowe	– BDOO – OSM
<b>VII</b>	Sieć hydrograficzna: – zbiorniki oraz ciek wodne – mokradła	– OSM – BDOO
<b>VIII</b>	Tereny ochrony przyrody oraz leśne i zadrzewione	BDOO
<b>IX</b>	Powierzchnia, kształt	Analiza złączonych warstw
<b>X</b>	Wynikowa lokalizacja	Landsat 8, WMS, BDOT10k

## 2.6. Przebieg i technika analizy

Zasada działania: wynik analizy jako dane wejściowe dla kolejnych narzędzi.

I – Województwa nieposiadające portu lotniczego

Na podstawie danych Państwowego Rejestru Granic wyselekcjonowano szukane województwa – podlaskie, świętokrzyskie i opolskie.

II – Województwo o największym poligonie poza izochronami

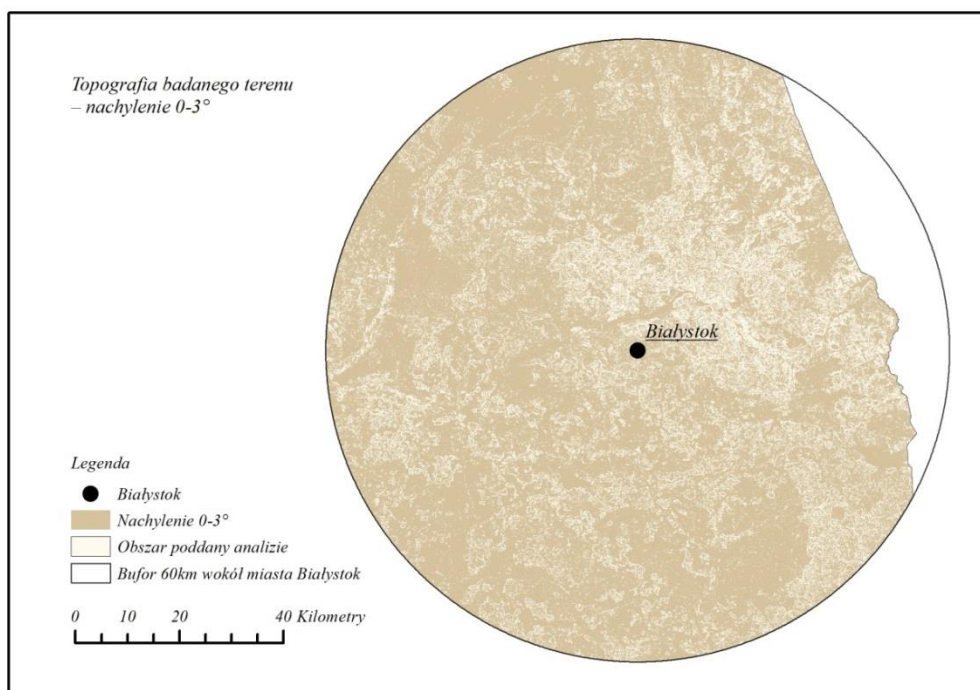
Na podstawie danych Państwowego Rejestru Nazw Geograficznych wyselekcjonowano miejscowości lotniskowe i wokół nich wykreślono bufory o promieniach odpowiednio 60, 90 i 120 km. O ile w województwie świętokrzyskim i opolskim teren w całości znajdował się w strefie wpływów pobliskich portów lotniczych, o tyle Podlasie było z niej wyłączone z powodu relatywnie dużej odległości.

III – Bufor 60 km wokół miasta wojewódzkiego na terytorium Polski

Analiza położenia istniejących portów lotniczych wykazała, że znajdują się one w odległości nie większej niż 58 km od miast stołecznych danych wojewódzkich. W myśl tej zasady dalsze badania zawężono do bufora 60 km otaczającego Białystok. Analogicznie jak w punkcie I pozyskano docelową miejscowość i wokół niej wykreślono obszar kolisty o żądanym promieniu. Następnie z powierzchni bufora wyłączono obszar podlegający Białorusi, zawężając tym samym powierzchnię z 11 310 km<sup>2</sup> do 10 495 km<sup>2</sup>.

IV – Teren równinny o nachyleniu 0 – 3°

Pozyskano dane rastrowe z serwisu EarthExplorer w formacie \*.GeoTIFF, wprowadzając uprzednio szukane kryteria (zaznaczając obszar) i rodzaj danych (Digital Elevation (Numeryczny Model Terenu) > SRTM 1 Arc-Second Global). Wyeksportowano dane do obowiązującego układu. Utworzono mozaikę z 4 rastrów pokrywających obszar (rozszerzenie: dem, liczba kanałów: 1), gdzie każda komórka/ piksel miała zapisaną informację o wysokości terenu. Przycięto obraz do zakresu interesującego poligonu. Utworzono spadki. Dokonano reklasyfikacji rastra – przypisano wartości systemu binarnego (zero-jedynkowego) terenom o określonym nachyleniu. Przekonwertowano raster na poligon, a następnie wyselekcjonowano teren topograficznie równinny, o nachyleniu 0 – 3°, a więc ok. 5% (Rys. 14) o właściwym atrybucie kryterium SQL.

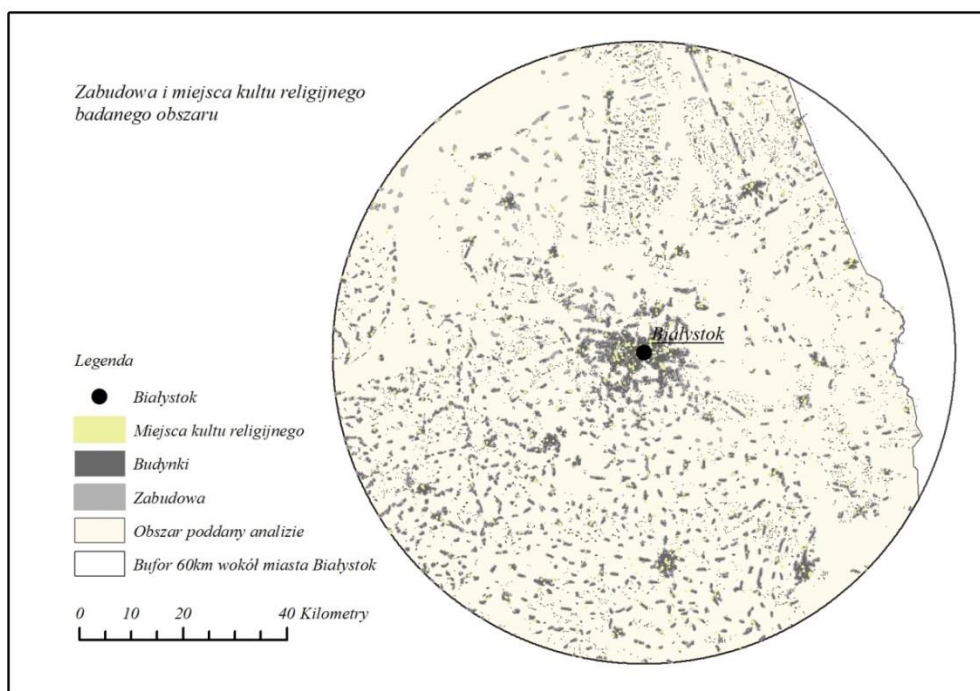


Rys. 14 Nachylenia równinne obszaru analizy

[źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6], PRNG [7], SRTM [44]]

V – Teren niezabudowany oraz poza miejscami kultu religijnego

W dalszym etapie interpretacyjnym zdefiniowano bliskość położenia obiektów, a także obszarów mających realny wpływ na możliwość rozpoczęcia przedsięwzięcia. Wyselekcjonowano terenu zabudowy oraz budynki i miejsca kultu religijnego (Rys. 15).

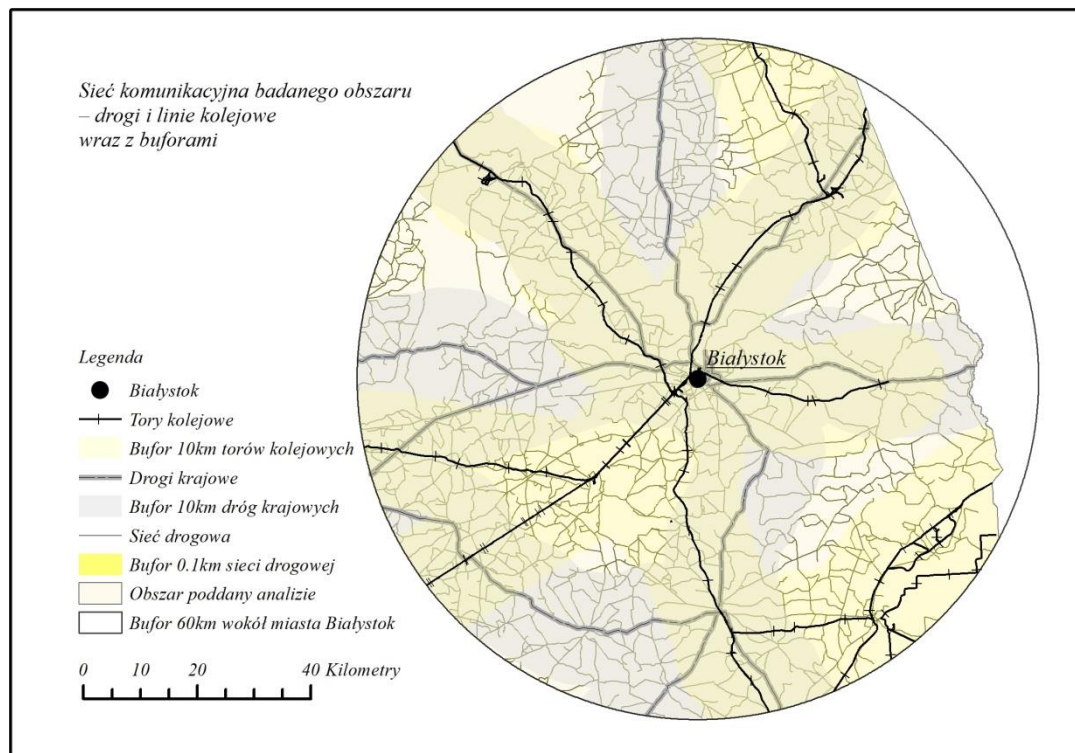


Rys. 15 Zabudowa i miejsca kultu religijnego obszaru analizy

[źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6], PRNG [7], BDOO [22], OSM [48]]

## VI – Bufory sieci komunikacyjnej

Wyszczególniono drogi krajowe według kategorii publicznej sieci komunikacyjnej (klasy dróg: G – główne, GP – główne ruchu przyspieszonego, S – ekspresowe). Wokół nich oraz sieci kolejowej wygenerowano bufor 10 km, który ograniczał teren przydatny. Ponadto z analizy wyłączono obszar w promieniu 0,1 km od ogólnej sieci drogowej (Rys. 16).

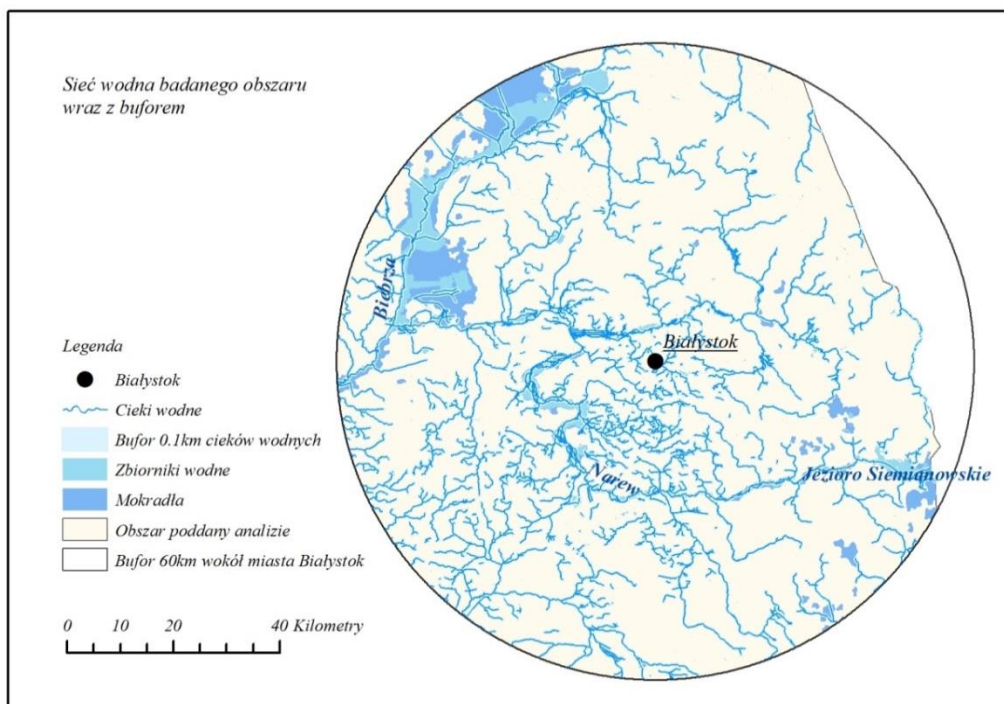


Rys. 16 Bufory sieci komunikacyjnej obszaru analizy

[źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6], PRNG [7], BDOO [22], OSM [48]]

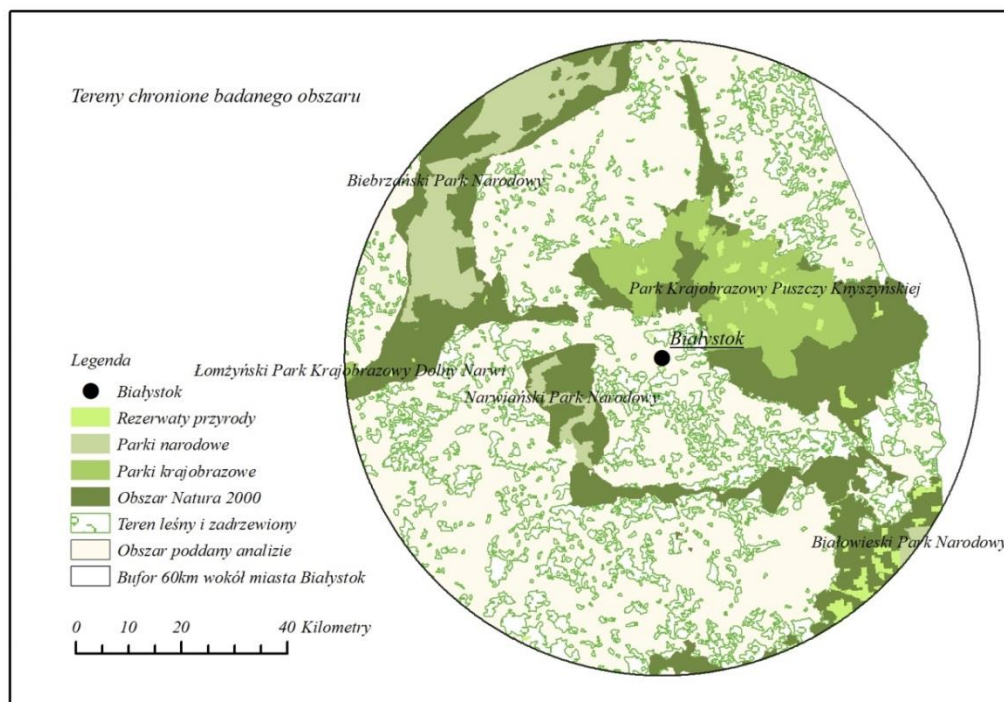
## VII – Poza siecią hydrograficzną

Z warstw tematycznych wybrano mokradła, zbiorniki wodne oraz utworzono bufor 0,1 km wokół cieków wodnych. Obszary te wyłączono z analizy (Rys. 17).



Rys. 17 Sieć hydrograficzna obszaru analizy  
 [źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6], PRNG [7], BDOO [22], OSM [48]]

VIII – Poza terenami ochrony przyrody oraz terenami leśnymi i zadrzewionymi Obszary Natura 2000, parki krajobrazowe i narodowe oraz rezerваты przyrody, a także tereny leśne i zadrzewione wyłączono z analizy (Rys. 18).



Rys. 18 Tereny chronione obszaru analizy  
 [źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6], PRNG [7], BDOO [22]]



IX – O minimalnej powierzchni 350 ha i zawierający kształt 2 700 x 60 m

W tabeli atrybutowej utworzono nowe pole i uzupełniono je o wartości powierzchni otrzymane na wskutek obliczenia geometrii poprzez 'kalkulator pól'. Następnie dokonano selekcji według atrybutów. Określenie przybliżonych wymiarów umożliwiło zastosowanie przyrządu mierniczego ('Narzędzia' > 'Zmierz').

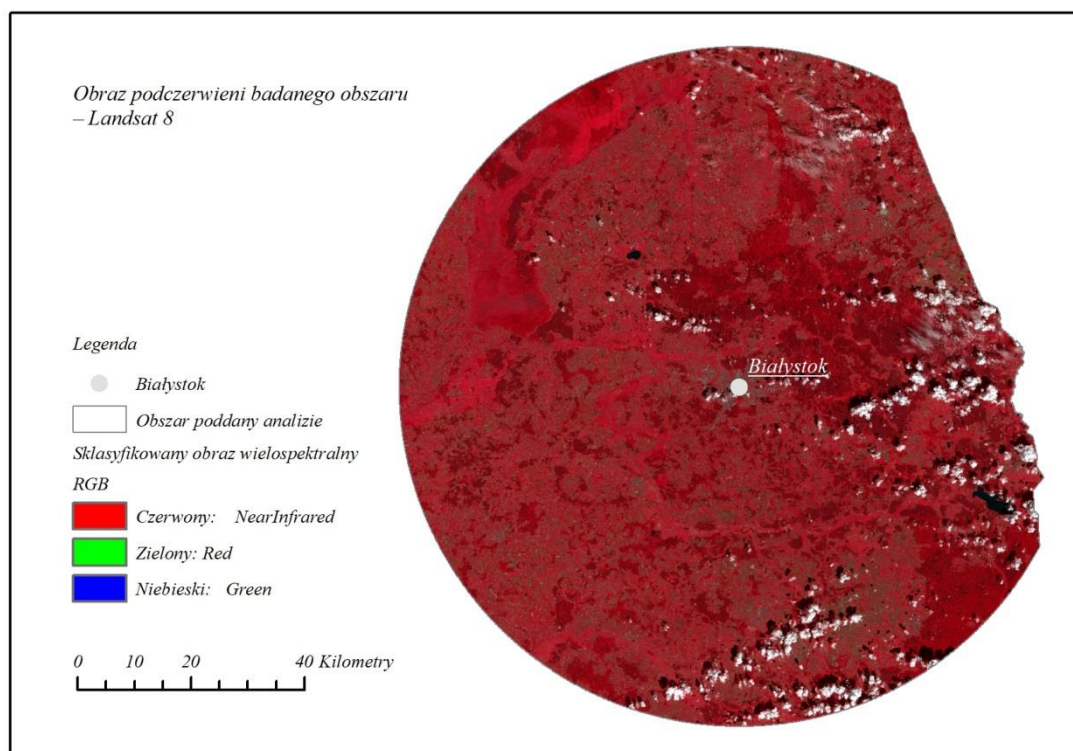
X – Dodatkowe analizy

### 2.6.1. Obraz Landsat 8

Na podstawie danych satelitarnych Landsat 8 zarejestrowanych dnia 18.07.2020 r. dokonano analiz:

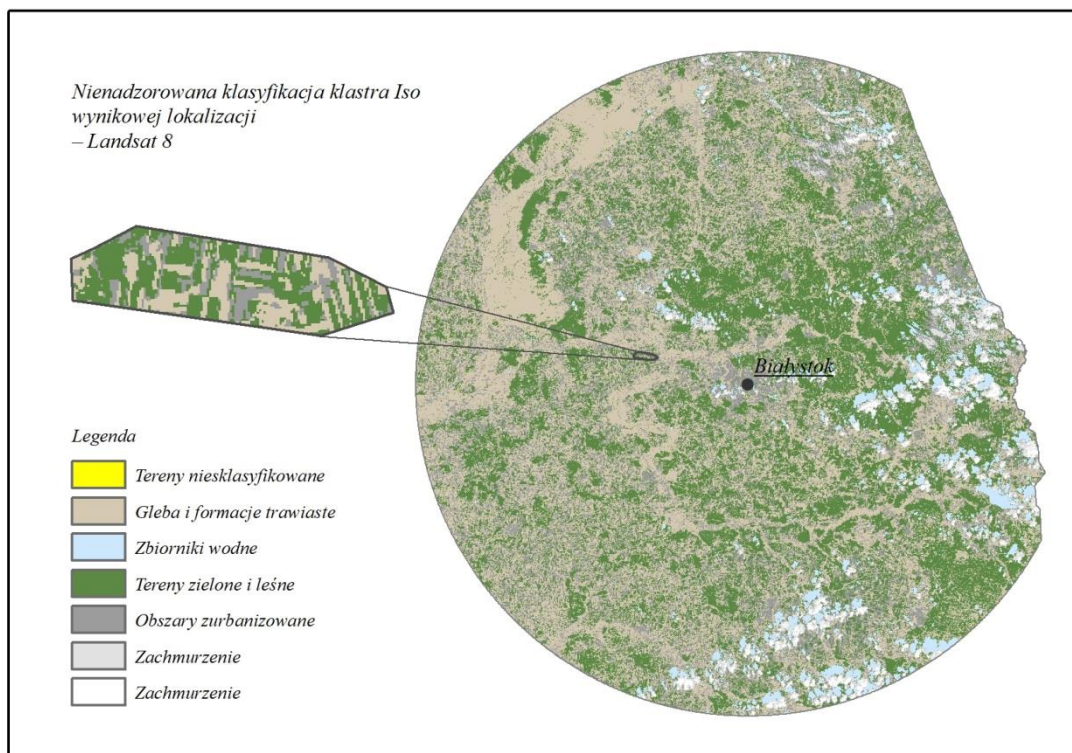
- operacji na kanałach spektralnych
- nienadzorowanej klasyfikacji klastra ISO
- wydzielenia maską badanego obszar.

Wczytano dane do ArcMap, a następnie utworzono kompozycję barwną obrazu, będących kombinacją 3 z 7 kanałów (Okna > Analiza obrazu > Wybranie warstw i tymczasowe połączenie kanałów). Utworzono kompozycję barwną CIR – Colour Infrared, odpowiadającą podczerwieni (R: NIR, G: Red, B: Green → 4-3-2) (Rys. 19). Zobrazowanie pozwoliło na dobrą identyfikację i sklasyfikowanie pokrycia terenu, w szczególności poszczególnych typów roślinności. Barwa bordowa odpowiadała zalesieniu iglastemu, soczysto-czerwona – liściastemu. Kolor szaro-niebieski reprezentował strefy zurbanizowane i sieci dróg utwardzonych, zaś czarny – zbiorniki wodne. Widoczne stały się również białe plamy – chmury i ciemne – ich cienie, dlatego przy wyborze rastrów warto zwracać uwagę na miesiąc wykonywania zdjęcia i panujące w nim warunki pogodowe/ atmosferyczne.



Rys. 19 Kompozycja barwna analizowanego obszaru w barwach zafalszowanych 4-3-2 [źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6], PRNG [7], Landsat 8 [44]]

Następnie przystąpiono do fotointerpretacji. Na podstawie zdjęć satelitarnych Landsat 8 wykonano nienadzorowaną klasyfikację klastra ISO (Rys. 20). W teledetekcji definiowana jest jako proces, w którym „system komputerowy określa piksele obrazu [...] podobne do siebie we wszystkich kanałach spektralnych, natomiast zadaniem operatora jest dokonanie interpretacji [...] (wydzielonej grupy pikseli – klastrów) poprzez przypisanie im odpowiednich klas użytkowania terenu” bez konieczności wskazywania wzorców, tak zwanych pól treningowych [65].



Rys. 20 Nienadzorowana klasyfikacja klastra ISO

[źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6], PRNG [7], Landsat 8 [44]]

Wyodrębnione obszary wynikowej lokalizacji pokrywała zabudowa, roślinność i użytki rolne, wyraźnie odpowiadające przebiegowi działek i różnemu sposobowi ich zagospodarowania. Stopień generalizacji zależał od minimalnego rozmiaru klas i ich liczby (w projekcie: 7), przy założeniu, iż czym więcej grup, tym wizualizacja rzeczywistości zyskuje na precyzji przedstawienia, co nie zawsze równoznaczne jest z wiernym pokryciem z sytuacją w terenie.

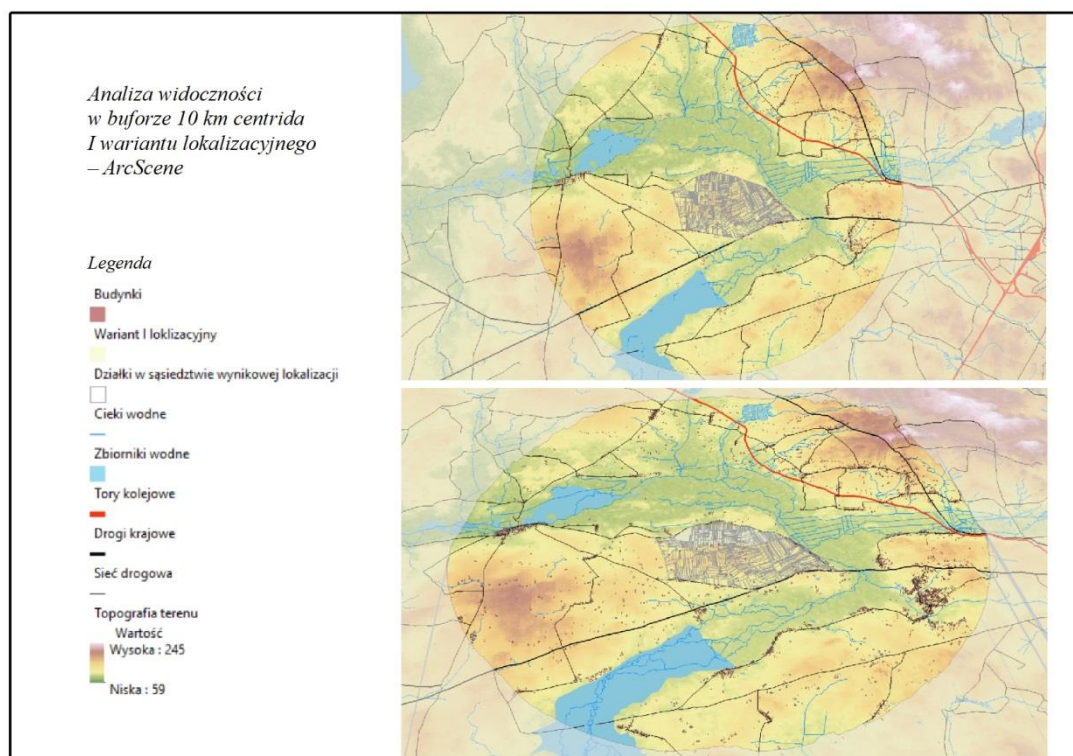
## 2.6.2. WMS

Na podkładzie rastrowym danych geograficznych usługi przeglądania ortofotomap dla obszaru Polski wyświetlono wynikowe poligony i dokonano porównania treści Web Map Service z wykorzystanymi danymi źródłowymi. Analiza wykazała dodatkowe budynki i obiekty naturalne będące realną przeszkodą w realizacji inwestycji.

### 2.6.3. Analiza widoczności – ArcScene

Zastosowanie narzędzi wizualizacji, analiz, tworzenia scen 3D, modelu powierzchni z danych rastrowych i wektorowych oraz animacji umożliwił program ArcScene.

Celem zbadania terenu pod kątem potencjalnych przeszkód lotniczych w postaci wysokiej zabudowy wykonano analizę widoczności potencjalnej lokalizacji (Rys. 21). Wykorzystano budynki BDOT10k powiatów białostockiego, monieckiego i wysokomazowieckiego. Ich wysokości oszacowano za pomocą 'kalkulatora pól' jako iloczyn liczby kondygnacji obiektu i przyjętej średniej różnicy wysokości pomiędzy dwoma dowolnymi piętrami – 3 m. Warstwę tematyczną udrapowano na zadanej powierzchni (Właściwości > Wysokości bazowe > Wartości z powierzchni) i wymodelowano przestrzennie (Właściwości > Wyniesienie > Wynieś obiekty w warstwie... > Wprowadzenie wyrażenia logicznego w kreatorze). Selekcjonując po zdefiniowanym atrybucie dokonano podziału na grupy wysokościowe odpowiadające sformułowaniu i usystematyzowaniu z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [66]. Zgodnie z § 8. jako niskie sklasyfikowano budynki „do 12 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości do 4 kondygnacji nadziemnych włącznie”, średniowysokie – do 25 m lub 9 kondygnacji, wysokie – do 55 m lub 18 kondygnacji, wysokościowe – powyżej. Badanie to pozwoliło zauważyć, że w buforze 10 km od centroida wybranej lokalizacji znajdują się obiekty niskie i średniowysokie o kodzie BUBD03 oznaczającym budynek o 3 lub więcej mieszkaniach – zgodnie z oznaczeniami Vademecum Użytkownika BDOT10k [67].

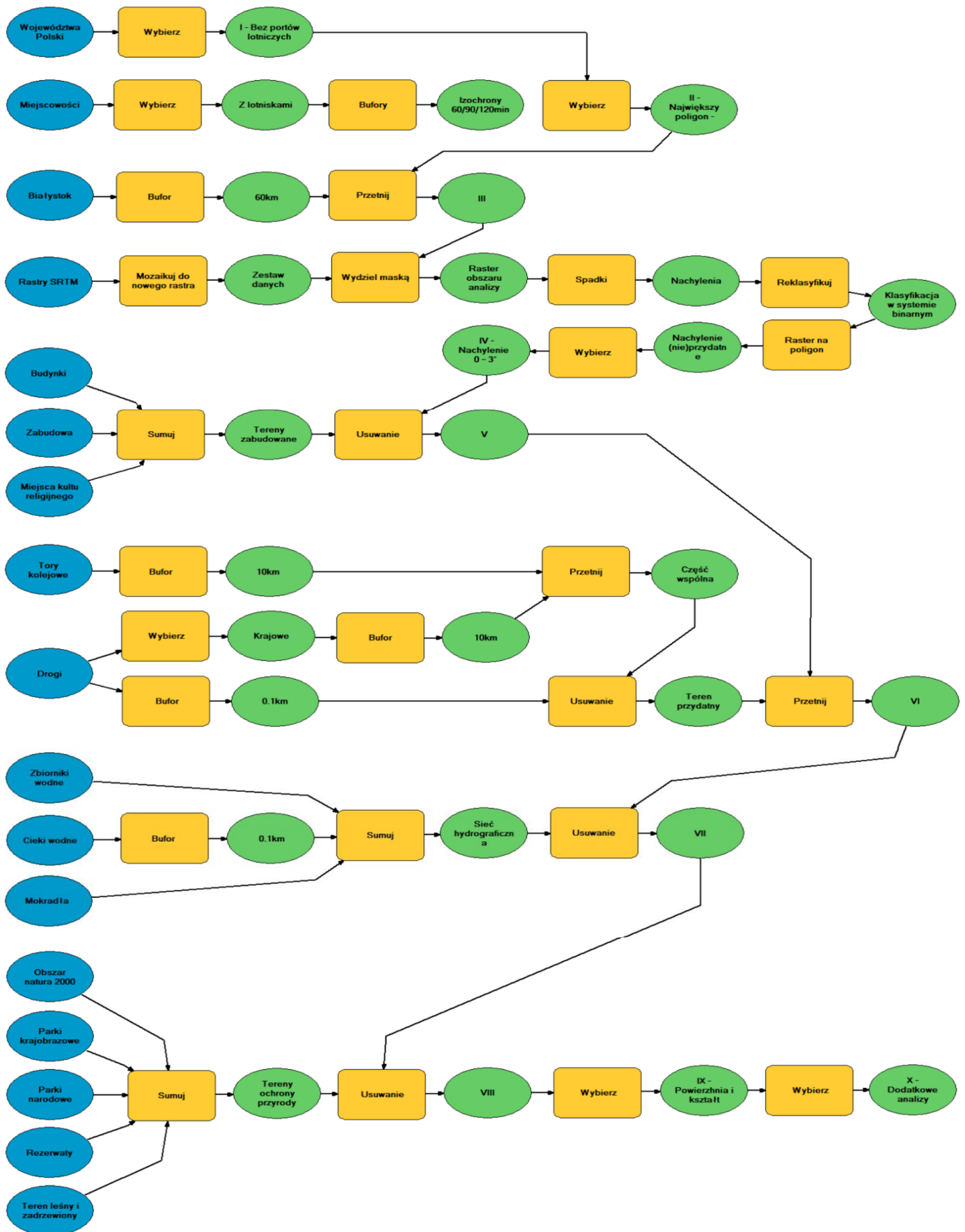


Rys. 21 Analiza widoczności

[źródło: opracowanie własne na podstawie danych BDOO [22], SRTM 8 [44], OSM [48], BDOT10k [55]]



Sporządzono schemat blokowy metodyki postępowania (ArcMap > Skrzynka Narzędziowa > Model Builder) (Rys. 22).



Rys. 22 Schemat blokowy metodyki postępowania [źródło: opracowanie własne]

## 2.7. Wykorzystane narzędzia GIS

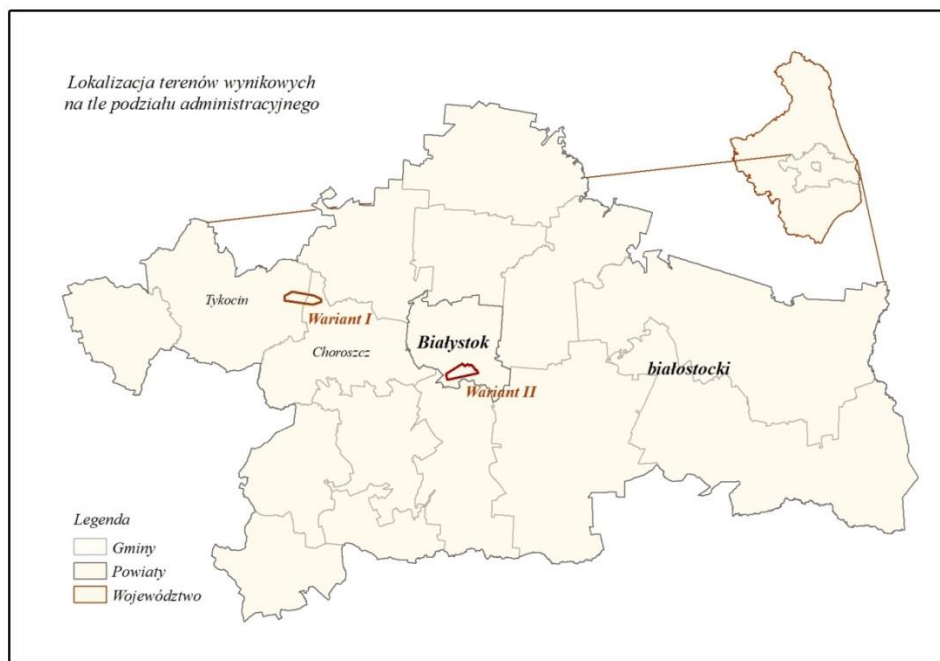
Przeprowadzone analizy poparto licznymi operacjami geoprzetwarzania (Tab. 7).

Tab. 7 Wykaz wykorzystanych narzędzi GIS i wtyczek QGIS  
[źródło: opracowanie własne]

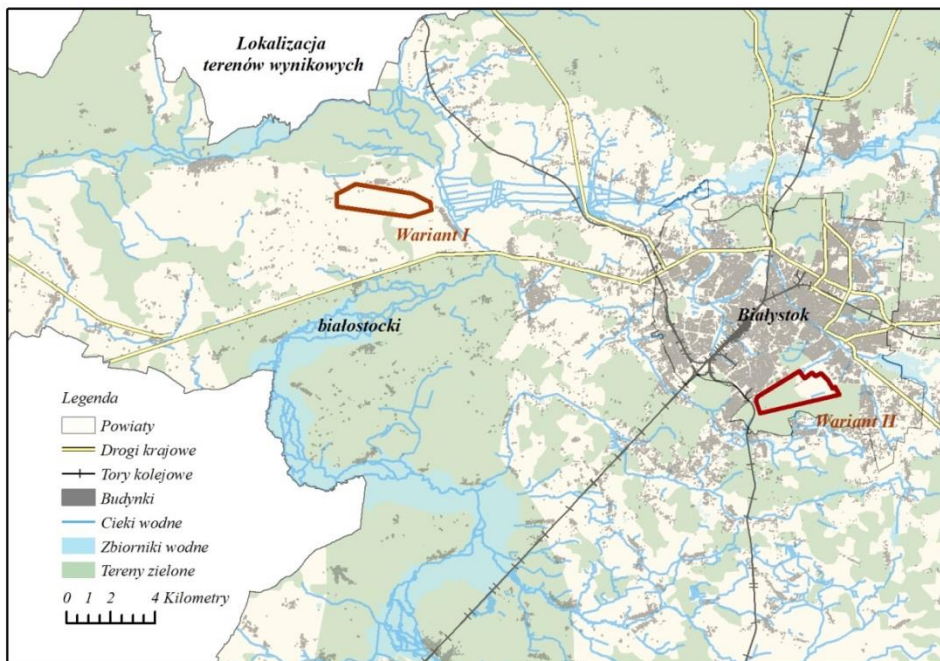
<b>ArcMap</b>
<p style="text-align: center;">Selekcja według atrybutów zapytania SQL Selekcja według położenia</p> <p>Aplikacja ArcToolbox &gt; dostęp do skrzynek narzędziowych &gt; oraz narzędzi geoprzetwarzania:</p> <p style="text-align: center;">Data Interoperability &gt; <b>Szybki import</b></p> <p style="text-align: center;">Analizy &gt; Ekstrakcja &gt; <b>Wybierz</b> (z opcjonalnym kryterium SQL)</p> <p style="text-align: center;">Analizy &gt; Bliskość &gt; <b>Bufor</b></p> <p style="text-align: center;">Zarządzanie danymi &gt; Raster &gt; Zestaw danych rastrowych &gt; <b>Mozaikuj do nowego rastra</b></p> <p style="text-align: center;">Spatial analyst &gt; Ekstrakcja &gt; <b>Wydziel maską</b> (przycięcie rastra do poligonu)</p> <p style="text-align: center;">3D Analyst &gt; Powierzchnia rastrowa &gt; <b>Spadki</b></p> <p style="text-align: center;">3D Analyst &gt; Reklasyfikacja rastra &gt; <b>Reklasyfikuj</b></p> <p style="text-align: center;">Konwersja &gt; z rastra &gt; <b>Raster na poligon</b></p> <p style="text-align: center;">Analizy &gt; Nakładanie &gt; <b>Przetnij</b></p> <p style="text-align: center;">Analizy &gt; Nakładanie &gt; <b>Usuwanie</b></p> <p style="text-align: center;">Zarządzanie danymi &gt; Generalizacja &gt; <b>Agreguj</b></p> <p style="text-align: center;">Zarządzanie danymi &gt; Obiekt &gt; <b>Obiekt do poligonu</b></p> <p style="text-align: center;">Zarządzanie danymi &gt; Ogólne &gt; <b>Połącz</b></p>
Alternatywy <b>QGIS</b>
Wektor > Narzędzia zarządzania danymi > <b>Złącz warstwy wektorowe</b>
Wykorzystane <b>wtyczki QGIS</b>
<p>– <b>QuickOSM</b> (import danych zasobu OpenStreetMap)</p> <p>– <b>ULDK</b> – Usługi Lokalizacji Działek Katastralnych (pobieranie geometrii granic działek)</p>

### 3. Wyniki projektu

Rezultatem rozprawy jest propozycja dwóch wariantów lokalizacyjnych podlaskiego portu lotniczego (Rys. 23), (Rys. 24).



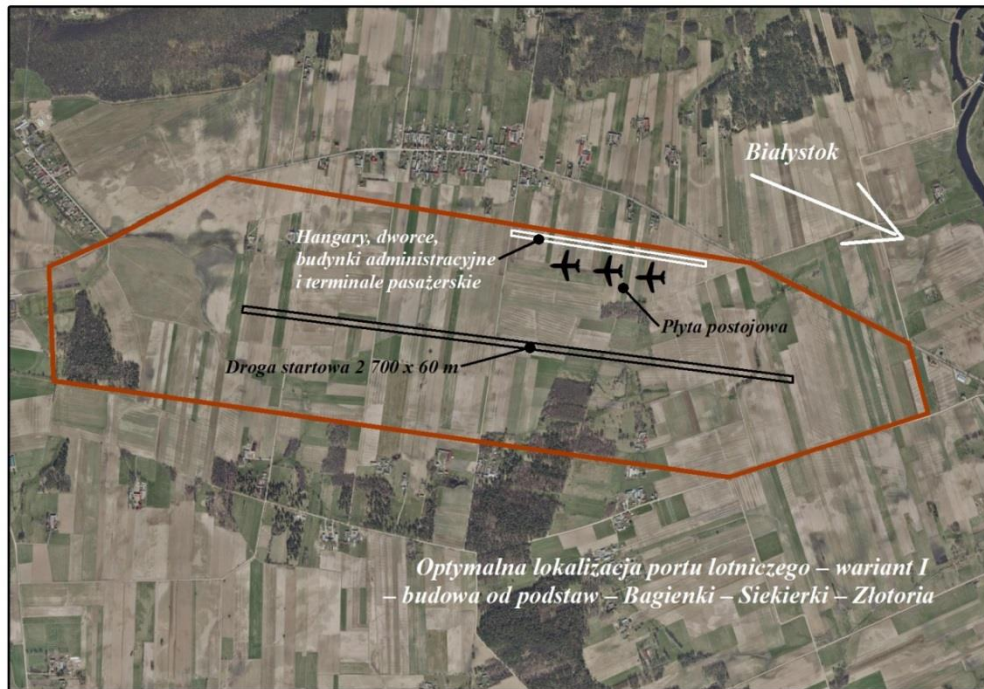
Rys. 23 Wynikowe lokalizacje na tle podziału administracyjnego [źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6]]



Rys. 24 Tereny wynikowe na tle głównych kryteriów lokalizacyjnych [źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6], PRNG [7], BDOO [22], OSM [48]]

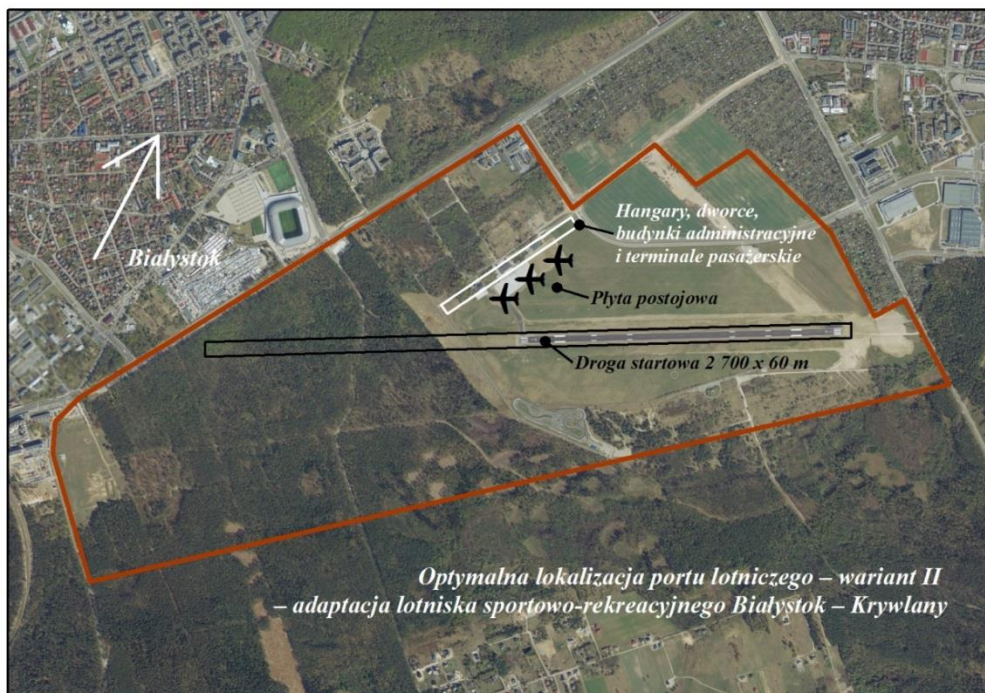


Przeprowadzone analizy GIS i teledetekcyjne pozwoliły na wyłonienie najdogodniejszego umiejscowienia inwestycji (Rys. 25).



Rys. 25 Wariant I lokalizacyjny na podkładzie ortofotomapy  
[źródło: opracowanie własne na podstawie danych WMS [53]]

Jako drugi zaś wariant rozważono potencjał adaptacji i rozbudowy istniejącego na terenie badań lotniska w Krywlanach (Rys. 26).

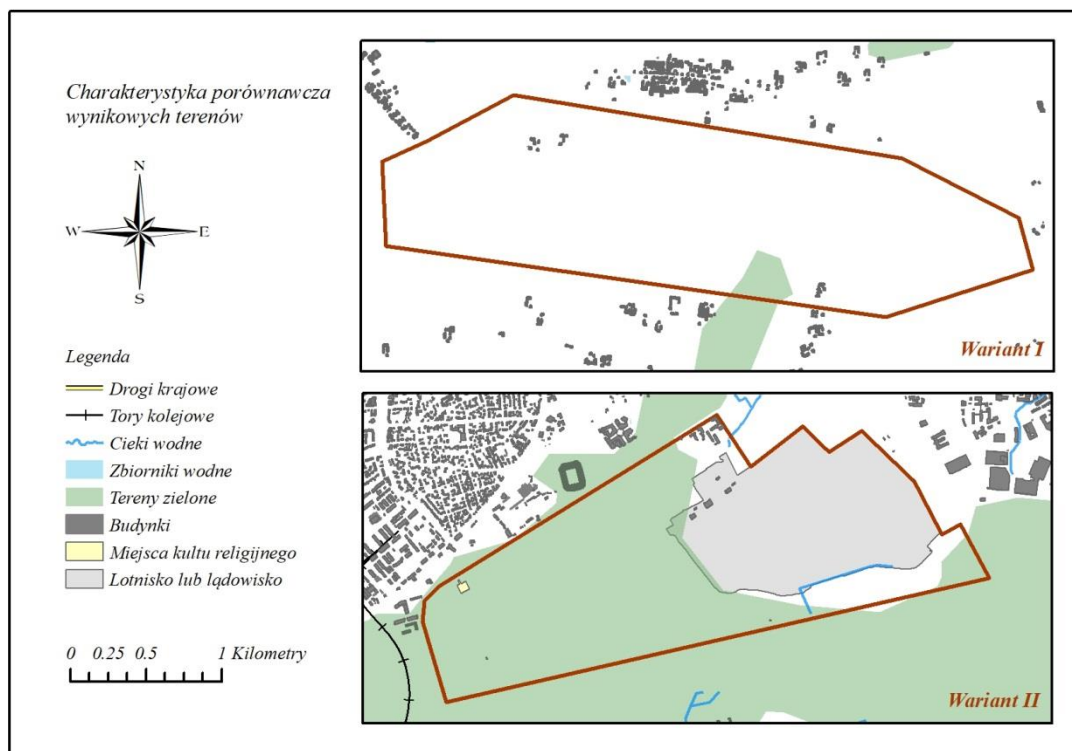


Rys. 26 Wariant II lokalizacyjny na podkładzie ortofotomapy  
[źródło: opracowanie własne na podstawie danych WMS [53]]

Wynikowe lokalizacje porównano pod względem parametrów technicznych i lokalizacyjnych (Tab. 8), (Rys. 27).

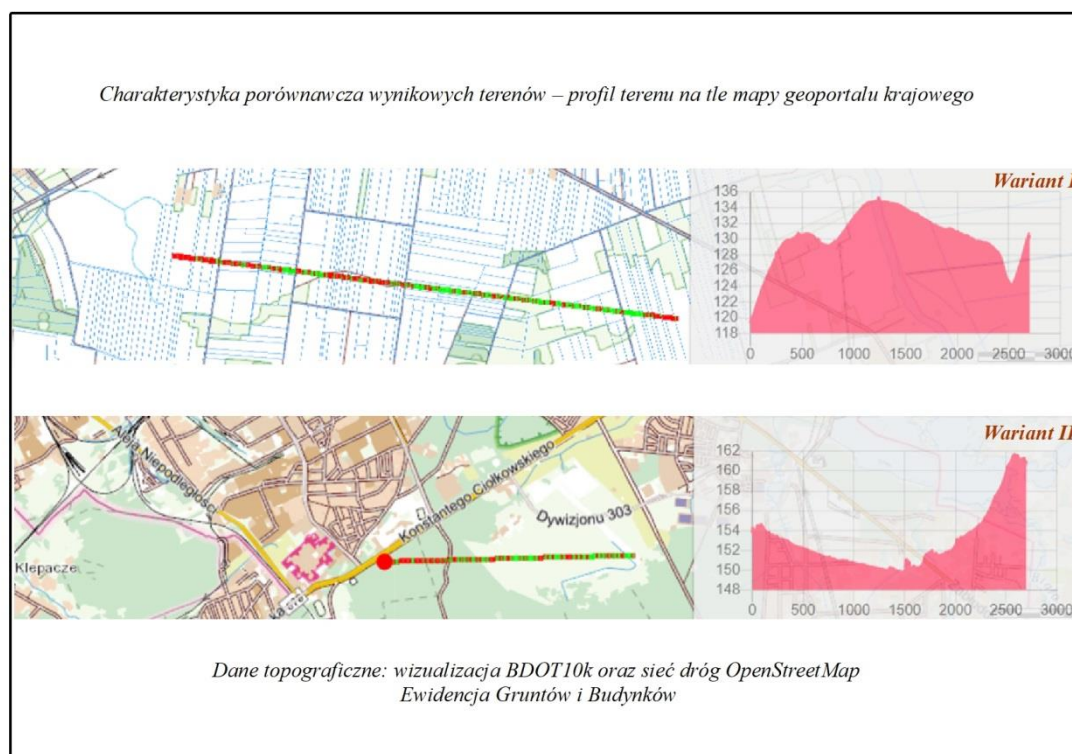
*Tab. 8 Zestawienie parametrów wynikowych lokalizacji*  
*[źródło: opracowanie własne na podstawie danych PRG [6], BDOO [22], OSM [48],*  
*BDOT10k [55]]*

<b>Charakterystyka porównawcza wynikowych lokalizacji</b>		
<b>Wariant</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
<b>Powiat</b>	Białostocki	Białystok
<b>Gmina</b>	Tykocin, Choroszcz	Białystok
<b>Odległość od Białegostoku [km]</b>	17,0	2,6
<b>Rodzaj inwestycji</b>	Budowa od podstaw	Adaptacja i rozbudowa lotniska sportowo-rekreacyjnego
<b>Powierzchnia [ha]</b>	405,74	378,78
<b>Nachylenie 0 – 3° [ha]</b>	356,61 (88% terenu)	289,61 (76% terenu)
<b>Budynki na terenie</b>	Wg BDOO: 11 – 3 domy – 8 budynków gospodarczych (wg BDOT10k – 18: – 5 mieszkalnych jednorodzinnych (BUBD01), – 13 gospodarstw rolnych (BUBD18))	Wg BDOO: 23 w tym budynek aeroklubu, 2 hangary i Lotnicze Pogotowie Ratunkowe (wg BDOT10k – 24: – 5 biurowych (BUBD07), – 3 łączności, dworców i terminali (BUBD09), – 1 garaż (BUBD10), – 4 przemysłowe (BUBD11), – 1 szpital i zakładu opieki medycznej (BUBD16), – 10 gospodarstw rolnych (BUBD18))
<b>Miejsca kultu religijnego</b>	–	Cmentarz Wojenny Żołnierzy Armii Radzieckiej
<b>Odległość do drogi krajowej [km]</b>	2,0	1,6
<b>Odległość do kolei [km]</b>	3,6	0,2
<b>Tereny leśne zadrzewione – lasy mieszane [ha]</b>	8,65 (2% terenu)	215,26 (57% terenu) – Las Solnicki
<b>Sieć hydrograficzna – ciekі wodne [km]</b>	–	Kanał/ rów odwadniający – 0,8 Strumień – 0,1



Rys. 27 Porównawcza kompozycja mapowa wynikowych lokalizacji  
[źródło: opracowanie własne na podstawie danych BDOO [22], OSM [48]]

Finalnie z wykorzystaniem geodezyjnego serwisu Geoportal [68] wykreślono profile terenu wzdłuż proponowanego przebiegu dróg startowych (Rys. 28).



Rys. 28 Profile wynikowych terenów – analiza widoczności wzdłuż drogi startowej  
[źródło: opracowanie własne na podstawie danych Geoportal [68]]



## Podsumowanie i wnioski

Regiony kraju znajdujące się poza zasięgiem wpływów istniejących portów lotniczych są niemalże w całości wyłączone z transportu lotniczego. Takie tereny stanowią kresy północno-wschodnie, w przeważającej części województwo podlaskie w 73% położone poza najdalej rozpościerającą się izochroną 120 minut dostępności do najbliższego obiektu o wspomnianym charakterze. Obszary te narażone są na niepełnowymiarowy rozwój społeczno-gospodarczy, w stosunku do województw „ściany wschodniej” – lubelskiego i podkarpackiego, determinowany utrudnioną dostępnością komunikacyjną.

Informacje te stanowiły wystarczającą podstawę do stwierdzenia, iż inwestycja portu lotniczego jest wysoce zasadna i adekwatna. Dodatkowym poparciem tezy były zapisy dokumentów Strategii Rozwoju Województwa Podlaskiego do roku 2020 i ich kontynuacja do roku 2030 oraz rządowy Program Rozwoju Sieci Lotnisk i Lotniczych Urządzeń Naziemnych stanowiące jednoznacznie o konieczności eliminacji izolacji regionów, na poczet włączenia ich w globalny system transportu powietrznego w ruchu zarówno cywilnym/osobowym jak i towarowym.

Zaprezentowane wyniki podjętych w pracy analiz stanowią odpowiedź na pytanie o najdogodniejsze usytuowanie portu lotniczego na terenie badań. Szukane lokalizacje zostały wyłonione.

Pierwszą z nich były części wsi Bagienki, Siekierki, Złotoria, podlegające gminom Tykocin oraz Choroszcz, powiatu białostockiego, znajdujące się w odległości 17 km od miasta wojewódzkiego. Obszary te w największym stopniu odpowiadały zadanym kryteriom umiejscowienia, będących czynnikami służącymi za podstawę oceny, wdrożonym z wykorzystaniem narzędzi GIS i systemów teledetekcyjnych. Zaproponowany zakres pod infrastrukturę lotniczo-pomocniczą jest terenem rolnym o powierzchni ponad 405 ha o przeważającej topografii (88%) charakterystycznej dla nachylenia równinnego 0 – 3°. Położone w jego zasięgu 18 budynków, w tym 5 mieszkalnych, jak również niemalże 9 ha powierzchnia lasów mieszanych, nie stanowią przeszkody dla planowanej inwestycji. Profil terenu wykreślony wzdłuż proponowanego przebiegu drogi startowej odpowiada wysokościami rzędu 120 – 135 m n.p.m., co wskazuje na konieczność niwelacji terenu o różnicę wysokości 15 m w przypadku realizacji budowy portu lotniczego od podstaw. Co więcej wykonana analiza widoczności wykazała, że w promieniu 10 km od środka ciężkości wyznaczonej lokalizacji nie występują budynki wysokie i wysokościowe, które stanowiłyby potencjalne przeszkody lotnicze.

Wariantem drugim jest lotnisko Aeroklubu Białostockiego oraz Podlaskiego Oddziału Straży Granicznej miejscowości Krywlany, gminy i powiatu Białystok oddalonego niecałe 3 km od centrum miasta. Lokalizacja ta pomimo kolizji z postawionymi wymogami została poddana opcjonalnej rozwadze ze względu na potencjał adaptacji i rozbudowy istniejącego obiektu celem przystosowania do użytku publicznego. W maju 2020 r. lotnisko zyskało miano certyfikowanego do lotów komercyjnych [69]. We wrześniu zaś prezydent miasta Białystok wydał decyzję o wycince ok. 15 tys., tak zwanych przeszkód naturalnych, w okołolotniskowym buforze utwardzonego pasa startowego, stanowiących ok. 35% drzewostanu Lasu Solnickiego [70]. Takie działania stanowiłyby podstawę do korzystania z lotniska w sposób bezpieczny i pełnozakresowy, a więc 1350-metrowej drogi startowania i lądowania przeznaczonej do przewozu do 50 pasażerów. Oświadczenie spotkało się jednak z masowym niezadowoleniem mieszkańców i ekologów. Ostatecznie decyzję uchylono. O ile lokalizacja ta ma podstawy do adaptacji obiektu dla regionalnego portu lotniczego (co przyczyniłoby się do minimalizacji kosztów budowy), o tyle wycinka drzew o powierzchni liczonej w hektarach (w projekcie ok. 215 ha na 57% wymaganej przestrzeni)

generowałyby potrzebę dodatkowego nakładu pracy i środków finansowych, a nade wszystko przyczyniłaby się do likwidacji 'Zielonych Płuc Polski', a co za tym idzie dewastacji miejsc siedliskowych wielu gatunków zwierząt i ich migracji. Niezaprzeczalnym walorem regionu jest jednak integralność transportowa z siecią dróg i kolejową. Pomimo, iż w wyznaczonym zakresie zarejestrowano aż 24 budynki są nimi między innymi obiekty aeroklubu, hangary i placówka Lotniczego Pogotowia Ratunkowego. Znajdujące się we wskazanym zasięgu cmentarz, rów odwadniający, czy miejscowy strumień nie stanowiłyby przeszkody w przeznaczeniu obszaru pod rozbudowę. W 76% teren jest topograficznie równinny, zaś wykreślony profil wzdłuż przebiegu drogi startowej, odpowiadający wysokościom 150 – 162 m n.p.m., determinowałby konieczność niwelacji o różnicę wysokości 12 m.

Wybór optymalnego położenia portu lotniczego o parametrach dostosowanych do potrzeb i potencjału regionu, jak i klasyfikacja terenu pod względem przydatności inwestycyjnej nie byłyby możliwe, gdyby nie oprogramowania typu GIS, czy ogólnodostępne zasoby danych statystycznych i przestrzennych. Programy ArcMap, ArcScene wraz z dostępnymi rozszerzeniami oraz QGIS oferujący różnorakie wtyczki umożliwiają wyświetlanie, przeglądanie danych, dokonywanie analiz i wizualizację finalnych efektów w postaci tworzonych kompozycji mapowych.

Cel pracy został osiągnięty, a planowane lokalizacje wyłonione. Dostarczone wyniki analiz mogą stać się podstawą decyzji o wyborze najkorzystniejszego umiejscowienia regionalnego, podlaskiego portu lotniczego.



## Literatura

1. Pilarczyk M., *Polskie regionalne porty lotnicze w obsłudze ruchu pasażerskiego*, <http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.mhp-b81ac04a-01b1-4baf-a627-a966812e271e/c/31-157-1-PB.pdf>, Międzynarodowa Wyższa Szkoła Logistyki i Transportu we Wrocławiu, s. 41-49, 2006
2. Kobryń A., Bakunowicz K., *Wielokryterialny model decyzyjny w wyborze lokalizacji lotniska pasażerskiego w województwie podlaskim*, [http://ekonomiaisrodowisko.pl/uploads/ekonomiaisrodowisko52/05\\_kobryn.pdf](http://ekonomiaisrodowisko.pl/uploads/ekonomiaisrodowisko52/05_kobryn.pdf), Czasopismo „Ekonomia i Środowisko”, nr 1 (52), s. 80-99, 2015
3. *Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 17 września 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo lotnicze*, <https://www.dziennikustaw.gov.pl/DU/2020/1970>, Dz. U. 2020 r. poz. 1970
4. *Rejestr Lotnisk Cywilnych* aktualizowany dnia 04.12.2020 r., [https://www.ulc.gov.pl/\\_download/lotniska/regulacje\\_europejskie/Rejestr\\_Lotnisk\\_Cywilnych\\_04\\_12\\_2020.pdf](https://www.ulc.gov.pl/_download/lotniska/regulacje_europejskie/Rejestr_Lotnisk_Cywilnych_04_12_2020.pdf), ULC
5. Upadłość portu lotniczego Radom – Sadków, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Port\\_lotniczy\\_Warszawa-Radom](https://pl.wikipedia.org/wiki/Port_lotniczy_Warszawa-Radom) (dostęp: październik – listopad)
6. Dane PRG, <http://www.gugik.gov.pl/pzgif/dane-bez-oplat/dane-z-panstwowego-rejestru-granic-i-powierzchni-jednostek-podzialow-terytorialnych-kraju-prg> (pobrano dn. 14.07.2020 r.)
7. Dane PRNG, <http://www.gugik.gov.pl/pzgif/dane-bez-oplat/dane-z-panstwowego-rejestru-nazw-geograficznych-prng> (pobrano dn. 23.07, 07.08.2020 r.)
8. GUS - Bank Danych Lokalnych do 2019 r., <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/dane/podgrup/temat>
9. *Komunikat Komisji – Wytoczne wspólnotowe dotyczące finansowania portów lotniczych i pomocy państwa na rozpoczęcie działalności dla przedsiębiorstw lotniczych oferujących przeloty z regionalnych portów lotniczych*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=OJ:C:2005:312:FULL&from=SL>, Dz. Urz. UE C 312, tom 48 z dnia 09.12.2005
10. *Liczba obsłużonych pasażerów oraz wykonanych operacji w ruchu krajowym i międzynarodowym – regularnym i czarterowym w latach 2017-2019*, [https://www.ulc.gov.pl/\\_download/regulacja\\_ryнку/statystyki/2019/wg\\_portow\\_lotniczych\\_4kw2019.pdf](https://www.ulc.gov.pl/_download/regulacja_ryнку/statystyki/2019/wg_portow_lotniczych_4kw2019.pdf), ULC, Warszawa, 04.2020
11. *Projekcja liczby obsłużonych pasażerów oraz liczby operacji pasażerskich w Polsce do roku 2035*, [https://www.ulc.gov.pl/\\_download/regulacja\\_ryнку/statystyki/prognozy/prognoza\\_2017.pdf](https://www.ulc.gov.pl/_download/regulacja_ryнку/statystyki/prognozy/prognoza_2017.pdf), ULC, 30.10.2017
12. Loga-Sowiński K., *Zrewidowane prognozy ruchu lotniczego w Polsce do 2035 r.*, [https://www.pasazer.com/news/43714/zrewidowane\\_prognozy\\_ruchu\\_lotniczego\\_w\\_polsce\\_do\\_2035\\_r.html](https://www.pasazer.com/news/43714/zrewidowane_prognozy_ruchu_lotniczego_w_polsce_do_2035_r.html), artykuł z dnia 03.04.2020 r. (dostęp dn. 23.11.2020)
13. *Program rozwoju sieci lotnisk i lotniczych urządzeń naziemnych*, <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/program-rozwoju-sieci-lotnisk-i-lotniczych-urzedzen-naziemnych>, Ministerstwo Transportu, 08.05.2007
14. Bról W., *Potencjał ludności polskich lotnisk*, [https://wbdata.pl/potencjal\\_ludnosciowy\\_polskich\\_lotnisk/](https://wbdata.pl/potencjal_ludnosciowy_polskich_lotnisk/), 03.06.2014

15. European Environment Agency, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-coastline-for-analysis-1/gis-data/europe-coastline-shapefile> (pobrano dn. 16.11.2020 r.)
16. *Strategia Rozwoju Województwa Podlaskiego do roku 2020*, [https://strategia.wrotapodlasia.pl/pl/ps2/var/resources/154/248/4/srwp\\_2020\\_1.pdf](https://strategia.wrotapodlasia.pl/pl/ps2/var/resources/154/248/4/srwp_2020_1.pdf), Urząd Marszałkowski Województwa Podlaskiego, 2013
17. *Strategia Rozwoju Województwa Podlaskiego 2030*, [https://strategia.wrotapodlasia.pl/pl/strategia\\_rozwoju\\_wojewodztwa\\_podlaskiego\\_2030/](https://strategia.wrotapodlasia.pl/pl/strategia_rozwoju_wojewodztwa_podlaskiego_2030/), Departament Rozwoju Regionalnego UMWP, Białystok, 04.2020 (dostęp dn. 20.12.2020)
18. Liczba ludności miast w Polsce na dzień 01.01.2020, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Dane\\_statystyczne\\_o\\_miastach\\_w\\_Polsce](https://pl.wikipedia.org/wiki/Dane_statystyczne_o_miastach_w_Polsce) (dostęp: październik – listopad)
19. *Powierzchnia i ludność w przekroju terytorialnym w 2020 r.*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/powierzchnia-i-ludnosc-w-przekroju-terytorialnym-w-2020-roku,7,17.html>, GUS, 22.07.2020
20. Urząd Statystyczny w Białymstoku – dane wojewódzkie na 10.2020 r., <https://bialystok.stat.gov.pl/zakladka1/>
21. Wskaźnik urbanizacji, <http://eregion.wzp.pl/wskaznik/wskaznik-urbanizacji> (dostęp dn. 28.11.2020)
22. Dane BDOO, <http://www.gugik.gov.pl/pzgik/dane-bez-oplat/dane-zawarte-w-bazie-danych-objektow-ogolnogeograficznych-bdoo> (pobrano dn. 07.08.2020 r.)
23. Barwiński M., *Podlasie jako region pogranicza*, dostęp: <http://sgph.geo.uni.lodz.pl/uploads/files/t3/11-Barwinski.pdf>, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, tom 3, s. 281-306, 2014
24. Informacje nt. województwa podlaskiego, <https://podlaskie.eu/poznaj-podlaskie/> (dostęp: listopad – grudzień)
25. Porty lotnicze w Polsce, <https://www.arcgis.com/apps/MapTour/index.html?appid=f9f5a4133dca400c8e8fc8bb779dc103> (dostęp dn. 19-20.11.2020)
26. Madej Ł., *Lotniska w Polsce [ranking]*, <https://inzynieria.com/budownictwo/lotniska/rankingi/52175,lotniska-w-polsce-ranking>, artykuł z dnia 29.04.2018 r. (dostęp dn. 02.10.2020)
27. Port lotniczy Warszawa – Okęcie, <https://www.lotnisko-chopina.pl/pl/index.html> (dostęp dn. 02.10.2020)
28. Port lotniczy Kraków – Balice, <https://www.krakowairport.pl/pl/lotnisko,c94/informacje-o-lotnisku,c95/> (dostęp dn. 02.10.2020)
29. Port lotniczy Gdańsk – Rębiechowo, <https://www.airport.gdansk.pl/lotnisko/infrastruktura/droga-startowa-p40.html> (dostęp dn. 02.10.2020)
30. Port lotniczy Katowice – Pyrzowice, <https://www.katowice-airport.com/pl/biznes/rozwoj-polaczen-lotniczych/dane-o-lotnisku> (dostęp dn. 02.10.2020)
31. Port lotniczy Wrocław – Strachowice, <http://airport.wroclaw.pl/biznes/dane-techniczne/> (dostęp dn. 02.10.2020)
32. Port lotniczy Warszawa – Modlin, <https://modlinairport.pl/strona/plan-lotniska-0> (dostęp dn. 02.10.2020)
33. Port lotniczy Poznań – Ławica, <https://poznanairport.pl/> (dostęp dn. 02.10.2020)

34. Port lotniczy Rzeszów – Jasionka, <https://www.rzeszowairport.pl/pl/lotnisko/o-lotnisku/infrastruktura> (dostęp dn. 02.10.2020)
35. Port lotniczy Szczecin – Goleniów, <http://airport.com.pl/lotnisko/o-lotnisku/> (dostęp dn. 02.10.2020)
36. Port lotniczy Lublin – Świdnik, <https://www.airport.lublin.pl/aip/dane-operacyjno-techniczne.html> (dostęp dn. 02.10.2020)
37. Port lotniczy Bydgoszcz – Szwederowo, <https://plb.pl/> (dostęp dn. 02.10.2020)
38. Port lotniczy Łódź – Lublinek, <https://www.airport.lodz.pl/pl/ moje-lotnisko/aip/dane-techniczne-i-operacyjne> (dostęp dn. 02.10.2020)
39. Port lotniczy Olsztyn – Mazury, <https://mazuryairport.pl/> (dostęp dn. 02.10.2020)
40. Port lotniczy Olsztyn – Mazury, <https://mazuryairport.pl/wp-content/uploads/2019/11/06.05.19-inf-pras-wim-plom.pdf>, 06.05.2019 (dostęp dn. 02.10.2020)
41. Port lotniczy Zielona Góra – Babimost, <http://airport.lubuskie.pl/o-lotnisku/dla-pilota/specyfikacja-i-infrastruktura-przejscie-graniczne-i-sluzby-celne/> (dostęp dn. 02.10.2020)
42. Port lotniczy Radom – Sadków, <http://www.lotnisko-radom.it.pl/infrastruktura.htm> (dostęp dn. 02.10.2020)
43. *Środowisko geograficzne*, <https://www.zielonewrota.pl/index.php?art=2711&p=10&k=74>, „Zielone Wrota” – Podlaski portal przyrodniczo-turystyczny (dostęp dn. 10, 16, 26.11.2020)
44. Dane SRTM i Landsat 8 serwisu Earth Explorer, <https://earthexplorer.usgs.gov/> (pobrano dn. 17.08, 26.09.2020 r.)
45. *Załącznik 14 ICAO, Lotniska Tom I – Projektowanie i eksploatacja lotnisk*, [https://www.ulc.gov.pl/\\_download/prawo/prawo\\_miedzynarodowe/konwencje/Załącznik\\_14\\_Tom\\_I.PDF](https://www.ulc.gov.pl/_download/prawo/prawo_miedzynarodowe/konwencje/Załącznik_14_Tom_I.PDF), Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego, wydanie VII, 07.2016
46. Cybulak P., *W Suwałkach otwarto lokalne lotnisko*, <https://www.pasazer.com/news/44305/w,suwalkach,otwarto,lokalne,lotnisko.html>, artykuł z dnia 11.08.2020 r. (dostęp dn. 13.12.2020)
47. Aeroklub Białostocki, <http://aeroklub.bialystok.pl/lotnisko/> (dostęp dn. 13.12.2020)
48. Dane OSM serwisu Geofabrik, <http://download.geofabrik.de/> (pobrano dn. 07.08.2020 r.)
49. GDDKiA – drogi krajowe, <https://www.gddkia.gov.pl/pl/927/drogi-krajowe> (dostęp: październik – listopad)
50. *Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie*, <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU19990430430>, Dz. U. 1999 nr 43 poz. 430
51. GDOŚ – geoserwis mapowy, <http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/> (dostęp: październik)
52. Informacje nt. województwa podlaskiego, <http://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/raporty/PODLASKIE.pdf>, GIOŚ, 2014
53. Geoportal – usługi przeglądania WMS, <https://www.geoportal.gov.pl/uslugi/usluga-przegladania-wms> (dostęp: listopad - grudzień)

54. Statystyczne Vademecum Samorządowe,  
[https://bialystok.stat.gov.pl/vademecum/vademecum\\_podlaskie/portret\\_wojewodztwa/wojewodztwo\\_podlaskie.pdf](https://bialystok.stat.gov.pl/vademecum/vademecum_podlaskie/portret_wojewodztwa/wojewodztwo_podlaskie.pdf), Urząd Statystyczny w Białymstoku, 2019
55. Dane BDOT10k,  
[http://www.psip.wrotapodlasia.pl/WODGIK/Default.aspx?\\_=Sklep,Dane%20bez%20oplat](http://www.psip.wrotapodlasia.pl/WODGIK/Default.aspx?_=Sklep,Dane%20bez%20oplat) (pobrano dn. 12-13.11.2020 r.)
56. OSM, <https://www.openstreetmap.org/#map=13/50.0430/22.2398> (dostęp: październik)
57. GUGiK, <http://www.gugik.gov.pl/pzgik/zamow-dane/baza-danych-obiektow-ogolnogeograficznych> (dostęp: październik)
58. Informacje o plikach shapefile,  
[http://www.informacjakryzysowa.pl/uploads/169/shapefile\\_1484050782.pdf](http://www.informacjakryzysowa.pl/uploads/169/shapefile_1484050782.pdf),  
 Poradnik Geoinformatyczny CiK (dostęp dn. 01.12.2020)
59. USGS – Digital Elevation – SRTM,  
[https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-1-arc?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-1-arc?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects) (dostęp dn. 30.11.2020)
60. Nering K., *SRTM – technologia obrazowania powierzchni Ziemi*,  
[https://repozytorium.biblos.pk.edu.pl/redu/resources/33395/file/suwFiles/NeringK\\_SrtmTechnologia.pdf](https://repozytorium.biblos.pk.edu.pl/redu/resources/33395/file/suwFiles/NeringK_SrtmTechnologia.pdf),  
 Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Czasopismo techniczne, „Środowisko”, s. 97-106, 1 – Ś/2009
61. Landsat 8, <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/landsat-8-overview> (dostęp dn. 09.12.2020)
62. USGS – Landsat 8, [https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-landsat-archives-landsat-8-oli-operational-land-imager-and?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-landsat-archives-landsat-8-oli-operational-land-imager-and?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects) (dostęp dn. 09.12.2020)
63. Potapowicz A., *Tutorial ArcGIS: 2. Układy współrzędnych*,  
<http://urbnews.pl/tutorial-arcgis-2-uklady-wspolrzednych/>, artykuł z dnia 06.08.2014 r. (dostęp dn. 30.11, 01.12.2020)
64. Port lotniczy a ochrona środowiska, <http://airport.wroclaw.pl/lotnisko/o-lotnisku/ochrona-srodowiska/> (dostęp dn. 06.12.2020)
65. Drzewiecki W., *Teledetekcja*,  
[http://home.agh.edu.pl/~galia/students/NS/teledetekcja\\_w\\_skrocie.pdf](http://home.agh.edu.pl/~galia/students/NS/teledetekcja_w_skrocie.pdf), 2005
66. *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*,  
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20020750690>, Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690
67. Vademecum Użytkownika BDOT10k,  
[http://www.wodgik.katowice.pl/www/pobierz/VADEMECUM\\_UZYTKOWNIKA\\_BDOT10k.pdf](http://www.wodgik.katowice.pl/www/pobierz/VADEMECUM_UZYTKOWNIKA_BDOT10k.pdf), WODGiK w Katowicach
68. Geoportal 2, [https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imgp\\_2.html](https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imgp_2.html) (październik - grudzień)
69. Mikulicz T., *Białystok: Lotnisko Krywlany [...] Nadano certyfikat*,  
<https://poranny.pl/bialystok-lotnisko-krywlany-moga-juz-ladowac-niewielkie-samoloty-pasazerskie-nadano-certyfikat-zdjecia/ar/c1-14986100>, „Kurier poranny”, artykuł z dnia 22.05.2020 r. (dostęp dn. 20, 23.11.2020)
70. Krzewska I., *Białystok. SKO uchyliło decyzję [...] ws. wycięcia 15 tys. drzew [...]*,  
<https://poranny.pl/bialystok-sko-uchylilo-decyzje-prezydenta-truskolaskiego-ws-wyciecia-15-tys-drzew-lasu-solnickiego-na-potrzeby-lotniska-krywlany/ar/c1-15289564>, „Kurier poranny”, artykuł z dnia 13.11.2020 r. (dostęp dn. 20.11.2020)

## Spis tabel

Tab. 1 Kategorie portów lotniczych .....	9
Tab. 2 „Liczba obsłużonych pasażerów oraz wykonanych operacji w ruchu krajowym i międzynarodowym – regularnym i czarterowym w latach 2017 – 2019” .....	10
Tab. 3 „Projekcja liczby obsłużonych pasażerów oraz liczby operacji pasażerskich w Polsce do roku 2035” .....	11
Tab. 4 Zestawienie parametrów istniejących portów lotniczych .....	16
Tab. 5 Kod referencyjny lotniska .....	19
Tab. 6 Wykaz źródeł danych kryteriów lokalizacyjnych .....	25
Tab. 7 Wykaz wykorzystanych narzędzi GIS i wtyczek QGIS .....	34
Tab. 8 Zestawienie parametrów wynikowych lokalizacji .....	37



## Spis rysunków

Rys. 1 Porty lotnicze w Polsce .....	7
Rys. 2 Kartogram lotniczego ruchu pasażerskiego w Polsce .....	8
Rys. 3 Kartodiagramy udziału województw w krajowym lotniczym ruchu pasażerskim .....	8
Rys. 4 Izochrony polskich portów lotniczych .....	12
Rys. 5 Podlaskie geograficznym centrum Europy .....	13
Rys. 6 Podział administracyjny województwa podlaskiego .....	14
Rys. 7 Miasta województwa podlaskiego .....	15
Rys. 8 Wykres słupkowy dystansu: port lotniczy – centrum miasta wojewódzkiego z uwzględnieniem sieci drogowej .....	17
Rys. 9 Teren analizy .....	17
Rys. 10 Topografia obszaru analizy .....	18
Rys. 11 Transport powietrzny i lądowy województwa podlaskiego .....	20
Rys. 12 Mapa ogólnogeograficzna województwa podlaskiego .....	21
Rys. 13 Gospodarka przestrzenna i ochrona środowiska w 2018 r. ....	21
Rys. 14 Nachylenia równinne obszaru analizy .....	27
Rys. 15 Zabudowa i miejsca kultu religijnego obszaru analizy .....	27
Rys. 16 Bufory sieci komunikacyjnej obszaru analizy .....	28
Rys. 17 Sieć hydrograficzna obszaru analizy .....	29
Rys. 18 Tereny chronione obszaru analizy .....	29
Rys. 19 Kompozycja barwna analizowanego obszaru w barwach zafałszowanych 4-3-2 .....	30
Rys. 20 Nienadzorowana klasyfikacja klastra ISO .....	31
Rys. 21 Analiza widoczności .....	32
Rys. 22 Schemat blokowy metodyki postępowania .....	33
Rys. 23 Wynikowe lokalizacje na tle podziału administracyjnego .....	35
Rys. 24 Tereny wynikowe na tle głównych kryteriów lokalizacyjnych .....	35
Rys. 25 Wariant I lokalizacyjny na podkładzie ortofotomapy .....	36
Rys. 26 Wariant II lokalizacyjny na podkładzie ortofotomapy .....	36
Rys. 27 Porównawcza kompozycja mapowa wynikowych lokalizacji .....	38
Rys. 28 Profile wynikowych terenów – analiza widoczności wzdłuż drogi startowej .....	38