

Projekt 1: Wskazanie optymalnej lokalizacji inwestycji hotelowej – analizy wielokryterialne (MCE)

Wprowadzenie – lokalizacja obiektów świadczących usługi hotelarskie

Wydaje się oczywiste, że optymalna lokalizacja obiektu hotelarskiego jest w dużej mierze czynnikiem decydującym o sukcesie lub porażce planowanej inwestycji. W procesie wyboru lokalizacji można wyróżnić 3 etapy prac analitycznych: wybór odpowiedniego rynku (*market selection*), analizę przestrzenną (*areal analysis*) oraz w wyniku analizy potencjalnych lokalizacji – wybór najkorzystniejszego miejsca (*site evaluation, site selection*). Konkretnie miejsce inwestycji nazywane jest w geografii turystyki lokalizacją szczegółową i jest wypadkową wielkości koniecznych nakładów, późniejszych kosztów funkcjonowania oraz potencjalnych zysków z inwestycji.

Lokalizacje współczesnych inwestycji hotelarskich w coraz większym stopniu starają się opierać na znajomości **zachowań przestrzennych potencjalnych klientów**.

Dlatego kryteria lokalizacji nowego obiektu najczęściej będą się odnosiły do:

- aspektów techniczno-prawnych inwestycji (minimalizacja nakładów na etapie realizacji inwestycji, oferta gruntów, warunki techniczne budowy obiektu hotelowego i obiektów towarzyszących, odpowiednia powierzchnia terenu),
- jakości otaczającego środowiska oraz walorów wypoczynkowych obszaru,
- dostępności obiektów i usług istotnych dla potencjalnego użytkownika,
- bezpieczeństwa,
- wygody dojazdu,
- zasobów ludzkich,
- oferty i położenia obiektów konkurencyjnych.

Zadanie do wykonania – cel projektu:

Dla obszaru gminy Świeradów Zdrój (województwo dolnośląskie, powiat lubański) na podstawie założonych kryteriów i dostępnych danych przestrzennych należy wskazać **optymalną lokalizację nowej inwestycji hotelowej**.

Ponadto projekt ma na celu **zapoznanie się z algorytmami geoprzetwarzania** zaimplementowanymi w środowisku ArcGIS oraz **tworzenie skryptów geoprzetwarzania** w języku Python celem automatyzacji procesu analiz przestrzennych.

Wybrane kryteria określające wybór odpowiedniego terenu podane są w tabeli decyzyjnej (Tabela 1). W celu dostosowania celu analiz do możliwości ćwiczeń projektowych,

zaproponowano jedynie niektóre kryteria dla realizacji tego rodzaju inwestycji. Kryteria te należy traktować jako wybór **przykładowych aspektów spośród wszystkich, które należy rozważyć na etapie planowania inwestycji**.

Do wykonania map przydatności dla poszczególnych kryteriów należy wykorzystać 2 metodyki:

- **podejście ostre** z zastosowaniem logiki Boola lub
- **podejście z zastosowaniem logiki rozmytej**.

Ostateczna mapa przydatności terenu pod lokalizację nowej inwestycji ma powstać poprzez połączenie kryteriów metodą WLC (Weighted Linear Combination) (2 warianty dla różnych wartości wag kryteriów).

Kolejnym etapem jest ustalenie wartości progowej (ang. threshold), poniżej której wartości uznane zostaną za nieprzydatne do lokalizacji nowej inwestycji.

Wyboru przydatnych działek ewidencyjnych należy dokonać zakładając, że działka jest uznana za przydatną, jeśli minimum 70% jej obszaru stanowi teren o odpowiedniej przydatności.

Ostatecznego wyboru jednej, najlepszej lokalizacji należy dokonać (2 warianty) poprzez wyznaczenie obszarów o wysokiej zwartości oraz jednego (najlepszego), do którego z obiektów (działka lub grupa działek ewidencyjnych) będzie można **najmniejszym kosztem** przyłączyć wybrane media (np. wodę, gaz, kanalizację).

Lp	Kryteria	Parametry	Źródło danych
1	odległość od konkurencji	minimum 400m	
2	odległość od budynków mieszkalnych	od 25 do 150m	
3	odległość od istniejących dróg	od 15 do 100m	
4	odległość od rzek i zbiorników wodnych	nieprzekraczalna strefa ochronna poniżej 20m	
5	pokrycie terenu	nie w lesie	
6	nachylenie stoków	maksymalnie 20%	
7	dostęp światła słonecznego	stoki południowe (SW-SE)	
8	poza strefą ochronną gazociągu	minimum 25m	
9	użytkowanie terenu	RV, RVI, N	
10	przydatne działki → obszary	1-6ha	-
11	kształt obszaru	jak najbardziej zwarty	-

Tabela 1. Tabela decyzyjna - wybrane kryteria wskazania optymalnej lokalizacji inwestycji hotelowej.

część tabeli **do uzupełnienia** (należy wskazać wykorzystane źródło (lub źródła) danych do kryterium)

Dane do projektu:

- wybrane warstwy bazy danych BDOT10k;
- wybrane warstwy OSM;
- NMT ISOK (ALS) - numeryczny model terenu - dane w postaci rastrowej o rozdzielczości przestrzennej 1m (błąd średni określenia wysokości $\pm 0,25\text{m}$),
- dane EGiB,
- dane pozyskane z Google Maps i dodatkowych źródeł.

Należy pamiętać, że wykonując analizy przestrzenne dla obszaru np. gminy, **należy zebrać dane źródłowe również dla obszaru sąsiadującego** (odpowiedniej szerokości strefa buforowa, otoczka wypukła itp.)

Projekt jest realizowany w środowisku ArcGIS Pro

Elementem realizacji projektu jest **stworzenie modelu geoprzetwarzania (skrypt w języku Python) uzupełnionego schematem** (schematami) zgodnie z metodyką tworzenia diagramów przepływu danych (*ang. Data Flow Diagrams DFD*).

Diagram przepływu danych (DFD) pokazuje wykorzystane w procesie funkcje (algorytmy/narzędzia i ich parametry) oraz dane, które muszą przepływać w określonym porządku pomiędzy algorytmami w celu wytworzenia pożądanego wyniku. Model ma postać grafu, którego węzły reprezentują wykorzystywane dane i algorytmy. Łączniki pomiędzy nimi wskazują kierunek przepływu. Dostępność danych wejściowych umożliwia wykonanie procesu poprzez realizację konkretnego algorytmu i wytworzenie danych wynikowych, będących wynikiem realizacji danego etapu lub będących źródłem danych do kolejnego procesu / etapu realizacji projektu. W ten sposób kolejne dane przepływają przez diagram, aż do momentu, w którym opuszczają system w postaci finalnych wyników przetwarzania. Istotnym elementem opisu, który powinien zawierać diagram jest specyfikacja danego procesu, czyli określenie sposobu przetwarzania danych wejściowych w dane wyjściowe. Specyfikację tę realizujemy poprzez parametry danego procesu. Diagram przepływu danych jest modelem analitycznym, niezależnym od technologii realizacji przetwarzania (wykorzystanego środowiska oprogramowania). Zasadniczą jego wartością jest dekompozycja całości przetwarzania oraz pokazania wzajemnych powiązań wykorzystywanych danych, co znacząco usprawnia pracę w realizowanym projekcie.

Przebieg ćwiczenia

1. Pobierz dane do projektu z wybranych źródeł, przejrzyj dostępne dane, zapoznaj się ze szczegółowością geometryczną i tematyczną danych. Określ potrzebne do projektu dane (na podstawie uzupełnionej Tabela 1).
2. Pobierz niezbędne dane za pośrednictwem geoportalu, z serwera Geofabrik lub w QGIS (wtyczka Quick OSM):
<https://mapy.geoportal.gov.pl/>
<https://www.geofabrik.de/>
<https://gis-support.pl/baza-wiedzy-2/wtyczki-do-qgis/quick-osm/>
<https://www.giscourse.com/how-to-download-osm-data-using-quickosm-plugin-in-ggis/>
3. Utwórz nowy projekt w ArcGIS Pro. Wczytaj do projektu niezbędne warstwy tematyczne (Tabela 1).
4. Sprawdź zakres danych (geometryczny oraz typy obiektów), jaki obejmują wczytane warstwy, ewentualnie wyselekcjonuj wybrane obiekty na podstawie atrybutu definiującego kategorie obiektów [Select by Attributes] lub [Select].
5. Podczas całego projektu przygotuj schemat/schematy poszczególnych etapów analizy.

Elementy schematu blokowego np.: https://pl.wikipedia.org/wiki/Schemat_blokowy (przykład takiego schematu przedstawiono w Załączniku 1).

Schemat ma obejmować cały realizowany projekt.

Schemat może być wykonany odręcznie lub w dowolnym środowisku / oprogramowaniu. Można skorzystać z <https://app.diagrams.net/>

6. Równolegle do wykonywanych testów przetworzeń należy model analizy postaci skryptu w Pythonie (ArcGIS Notebooks).

W pierwszej części skryptu należy pamiętać o ustaleniu środowiska pracy (Environment settings).

Każdy fragment kodu powinien być odpowiednio obszernie skomentowany.

7. Dla kryteriów bazujących na odległościach od obiektów wykonaj mapy odległości [Euclidean Distance].
8. Do przetworzeń NMT służą narzędzia: mapa spadków [Slope] i mapa wystawy słonecznej [Aspect].
9. W każdym z kryteriów należy wykonać rekalkulację (standaryzację) wartości oryginalnych (źródłowych – np. wartości odległości lub spadków) otrzymując wartości przydatności: 0 (dla obszarów niespełniających założeń kryterium) i 1 (dla obszarów spełniających założenia kryterium) [Reclassify] – dla podejścia ostrego oraz otrzymując wartości w przedziale <0;1> [Fuzzy Membership] lub [Rescale by Function] dla podejścia z zastosowaniem logiki rozmytej.



Wszystkie warstwy rastrowe zapisuj w geobazie lub w formacie geotiff (nazwa_rastra.tif)

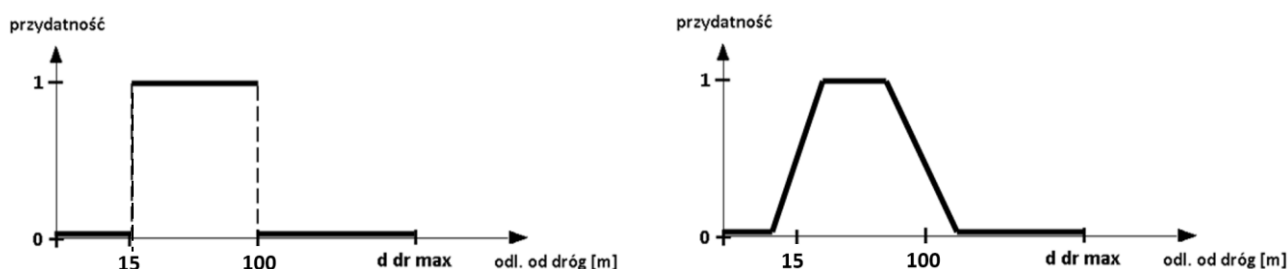
Ważne! Przed wykonaniem standaryzacji, warstwy MUSZA być przycięte już do OBASZRU OPRACOWANIA (gmina) [Extract by Mask], aby wartości minimum i maksimum były określone tylko dla obszaru podlegającego ocenie.

10. Połącz ze sobą wyniki dla kryteriów, dla których zastosowano logikę rozmytą w 2 wariantach:
 - a. stosując równe wagi dla wszystkich kryteriów,
 - b. stosując różne wagi dla kryteriów (uznaniowo) [Weighted Sum] / [Raster Calculator].
11. Połącz wynik łączenia kryteriów rozmytych z kryteriami ostrymi (te, dla których nie było możliwe zastosowania logiki rozmytej) (w opisanych powyżej 2 wariantach). Ile kryteriów ostrych należy uwzględnić?
12. Zreklasyfikuj uzyskaną mapę przydatności podejmując ostateczną decyzję co do terenów przydatnych i nieprzydatnych pod lokalizację nowej inwestycji.
13. Oblicz jaka część działki stanowi obszar przydatny pod lokalizację inwestycji [Summarize Within].
14. Wybierz działki spełniające kryteria (min 70% obszaru działki ma stanowić obszar spełniający wszystkie kryteria).
15. Połącz sąsiadujące działki w jeden obiekt [Dissolve] (po połączeniu obiekty muszą posiadać atrybut aktualnej powierzchni nowo powstałych obiektów). Czy obiekty są utworzone prawidłowo? Tak/Nie? Dlaczego?
16. Wyselekcjonuj obiekty, które spełniają kryterium powierzchni obszaru pod inwestycję.
17. Oceń otrzymane wyniki. Ile obiektów spełnia założone kryteria? Wykonaj mapy przedstawiające obiekty spełniające warunki w tej części projektu projektu.



Projekt 1: Narzędzia logiki rozmytej

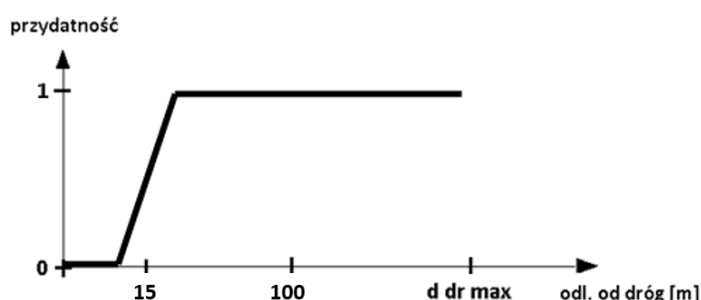
Na wstępie projektu należy **wykonać przegląd kryteriów** i zdecydować, które kryteria można zrealizować z zastosowaniem logiki rozmytej (fuzzy logic). Podejście to pozwala na wprowadzenie zmienności pomiędzy fałszem (obszar nie spełniający kryterium, wartość = 0), a prawdą (obszar spełniający kryterium, wartość = 1). Poniżej (Rysunek 1) przedstawiono różnicę pomiędzy podejściem ostrym i rozmytym dla przykładowego kryterium odległości od istniejących dróg. W podejściu rozmytym, pomiędzy wartością 0 i wartością 1 rozciąga się szereg wartości pośrednich, które można kojarzyć z prawdopodobieństwem.



Rysunek 1. Porównanie rekasyfikacji w podejściu ostrym (z lewej) i podejściu z zastosowaniem logiki rozmytej (z prawej).

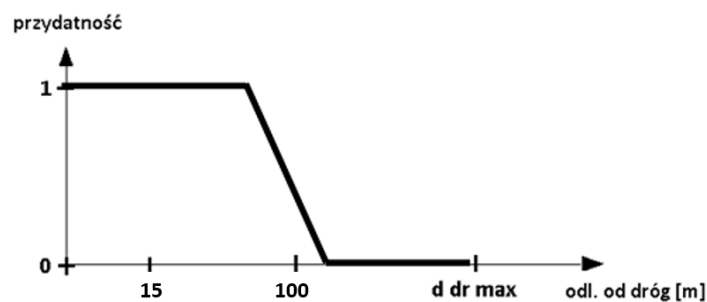
W oprogramowaniu ArcGIS, jeśli funkcja przydatności jest złożona (np. najpierw rosnąca, następnie - malejąca - przypadek przedstawiony na Rysunek 1), konieczne jest podzielenie realizacji kryterium na 2 etapy:

- a. wykonanie rekasyfikacji w podejściu rozmytym dla funkcji rosnącej o parametrach:
 - funkcja liniowa,
 - minimum - np. 5 (maksymalna odległość od dróg, dla której przydatność jeszcze jest równa 0; powyżej odległości 5m przydatność zaczyna liniowo rosnąć),
 - maksimum - np. 30 (minimalna odległość od dróg, dla której przydatność już jest równa 1; wszystkie wartości odległości powyżej 30m otrzymują przydatność równą 1),
 - obszar rozmycia dla odległości w zakresie 5-30m,



b. wykonanie reklasyfikacji w podejściu rozmytym dla funkcji malejącej o parametrach:

- funkcja liniowa,
- maksimum - np. 85 (maksymalna odległość od dróg, dla której przydatność jeszcze jest równa 1, wszystkie wartości odległości poniżej 85m otrzymują przydatność równą 1, powyżej tej odległości przydatność zaczyna liniowo maleć,
- minimum - np. 120 (minimalna odległość od dróg, dla której przydatność już jest równa 0, wszystkie wartości odległości powyżej 120m otrzymują przydatność równą 0,
- obszar rozmycia dla odległości w zakresie 85-120m,



c. ostatnim krokiem jest połączenie dwóch wyników składowych opisanych w punkcie a i b.



Projekt 1: Wskazanie optymalnej lokalizacji z wykorzystaniem "map kosztów"

Analiza lokalizacji obiektu wypoczynkowego po zastosowaniu kryterium powierzchni i optymalnego kształtu pozwoliła wskazać obiekt, który najlepiej spełnia założone kryteria.

Innym sposobem na wybór obszaru, który w największym stopniu spełnia założone kryteria jest analiza proponowanych (kilku) obszarów pod kątem możliwości przyłączenia do istniejących mediów (sieci energetycznej, wodociągu, gazociągu, kanalizacji). Obszarem najlepszym jest ten, do którego można przyłączyć media jak najmniejszym kosztem.

Aby wykonać taką analizę, należy wcześniej stworzyć tzw. mapę kosztów względnych (jednostkowych), która przedstawia faktyczną lub umowną wartość kosztu zbudowania przyłącza przez dany obszar. Dla mapy kosztów względnych w postaci rastrowej, będzie to względny koszt budowy przyłącza na obszarze o powierzchni odpowiadającej rozmiarowi piksela. Mapy kosztów względnych najczęściej wykonywane są na podstawie map pokrycia i użytkowania terenu, chociaż możliwe jest uwzględnienie innych aspektów terenu, mających wpływ na koszt budowy przyłącza.

Koszty względne mogą być wyrażone w przyjętej walucie lub w wartościach umownych. W ćwiczeniu należy przyjąć, że koszt = 1 jest odniesiony do obszarów rolniczych (najmniejszy koszt prac ziemnych / budowlanych dla 1 piksela). Koszty względne dla innych obszarów są obliczane jako wielokrotność kosztów dla terenów rolniczych.

Propozycja kosztów dla wszystkich kategorii użytkowania terenu dla doprowadzenia do pensjonatu przyłącza gazowego przedstawia Tabela 2:

W załączonej tabeli pojawia się pojęcie barier: względnej i absolutnej. **Bariera względna** oznacza taki obszar, przez który poprowadzenie przyłącza wiąże się z wysokimi kosztami (wartości 150 - 200), dopuszcza się jednak możliwość, że budowa bardzo krótkiego przyłącza przechodzącego przez ten obszar będzie jednak tańsza niż budowa długiego przyłącza, które musi obejść obszary barier względnych i być poprowadzone przez obszary o niższych kosztach względnych. **Barierze absolutnej** przypisuje się wartość znacząco odbiegającą od innych wartości kosztów względnych. Pozwala to wyróżnić obszary, przez które w żadnym razie przyłącze nie może być poprowadzone. W oprogramowaniu ArcGIS piksele obszarów barier absolutnych otrzymują wartość "NoData".

Należy pamiętać, że powyższe przyporządkowanie jest pewną propozycją i nie należy go traktować dosłownie. Warto przemyśleć jakie inne obszary mogą wpływać na zwiększenie / redukcję kosztów budowy przyłącza do pensjonatu.

Przebieg ćwiczenia c.d.:

1. Połącz wszystkie warstwy pokrycia terenu w jedną warstwę [Merge].
2. Napisz funkcję klasyfikującą [Field Calculator] i przypisz poszczególnym typom pokrycia terenu kosztów jednostkowych wg. Tabela 1 [Calculate field] ([przykłady](#)).
3. Utwórz **mapą kosztów względnych** - postać rastrową z warstwy wektorowej uzyskanej w pkt. 2 [Feature To Raster] (wartość piksela na podstawie atrybutu kosztu względnego). Dla obszarów bariery absolutnej piksele mają przyjąć wartość braku danych (NoData).
4. Utwórz **mapy kosztów skumulowanych** (cost map) oraz **mapy kierunków** (backlink raster) [Cost Distance] dla 3 wariantów uzyskanych proponowanych lokalizacji (source data):
 - a. podejście ostre,
 - b. podejście mieszane z równymi wagami kryteriów z zastosowaniem logiki rozmytej,
 - c. podejście mieszane z różnymi wagami kryteriów z zastosowaniem logiki rozmytej.
5. Utwórz **ścieżki przyłącza** (path) do istniejącej nitki gazociągu i wskaż optymalną lokalizacją inwestycji (również dla 3 wariantów) [Cost Path].

Jaki są koszty przyłączy dla 3 wariantów?
6. Utwórz ścieżki przyłącza w postaci wektorowej [Raster To Polyline]. Zwróć uwagę na to, jak tworzona jest linia przyłącza.
7. Wykonaj 3 mapy wynikowe zawierające:
 - a. potencjalne obiekty,
 - b. istniejącą nitkę gazociągu,
 - c. nowe przyłącze.
8. Przeanalizuj i porównaj uzyskane wyniki dla 3 wariantów (jak najobszerniejsze wnioski końcowe!).



Tabela 2. Mapa kosztów na podstawie warstw PT (pokrycie terenu) z BDOT.

kod klasy obiektów BDOT	nazwa klasy obiektów BDOT	X_kod	typ obiektu	koszt względny
PTWP	woda powierzchniowa		woda morska	0 → NoData
			woda płynąca	200
			woda stojąca	0 → NoData
PTZB	zabudowa		jednorodzinna	100
			wielorodzinna	200
			inna	50
			handlowo-usługowa	200
			przemysłowo-składowa	200
PTLZ	teren leśny i zadrzewiony		las	100
			zagajnik	50
			zadrzewienie	50
PTRK	roślinność krzewiasta		krzewy	15
PTUT	uprawa trwała		sad	100
			plantacja	90
			inne	20
			ogród działkowy	0 → NoData
PTTR	roślinność trawiasta i uprawa rolna		grunt orny	1
			roślinność trawiasta	20
PTKM	teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi		torowisko	200
			droga kołowa	100
PTGN	grunt nieużytkowany		-	1
PTPL	plac		-	50
PTSO	składowisko odpadów		-	0 → NoData
PTWZ	wyrobisko i zwałowisko		-	0 → NoData
PTNZ	pozostały teren niezabudowany		-	150



**Wytyczne do raportu z projektu:
"Analiza obszaru pod inwestycję hotelową w gminie miejskiej"**

•(0,5p) Wstęp - co należy wziąć pod uwagę, wybierając lokalizację nowego hotelu (rozważania teoretyczne, akty prawne itp.

Proszę przeanalizować jeszcze raz najważniejsze aspekty poszukiwanego obszaru z punktu widzenia inwestora - w jak najszerszym ujęciu (nie należy się ograniczać tylko do kryteriów zaproponowanych w ćwiczeniu).

Krótki opis analizowanego obszaru (gminy).

•(3,5p) Szczegółowy opis wykonania ćwiczenia – kryteria z dokładnym opisem wyznaczenia terenu spełniającego dane kryterium, opis uzyskanych wyników, komentarz do uzyskanych wyników, ocena założeń, porównanie uzyskanych wyników itp (2 warianty).

Proszę załączyć wizualizacje istotnych wyników wraz z komentarzami / oceną rezultatów.

Czy w obu podejściach uzyskano ten sam wynik (lokalizacja inwestycji)?

Skomentować uzyskane wyniki (może być to w części wniosków z całego projektu).

•(2p) Opis i realizacja skryptu - we fragmentach podczas prezentowania etapów wykonywanej analizy, cały model lub skrypt powinien się znaleźć w załączniku (załącznikach) do raportu.

•(2p) Podsumowanie i wnioski; w jaki sposób można ulepszyć zaproponowany schemat postępowania?

•(1p) W jaki sposób można ulepszyć zaproponowany schemat postępowania–przykład kolejnego, nie uwzględnionego w projekcie kryterium i krótki opis jego realizacji od pozyskania danych do końcowego wyniku dla kryterium.

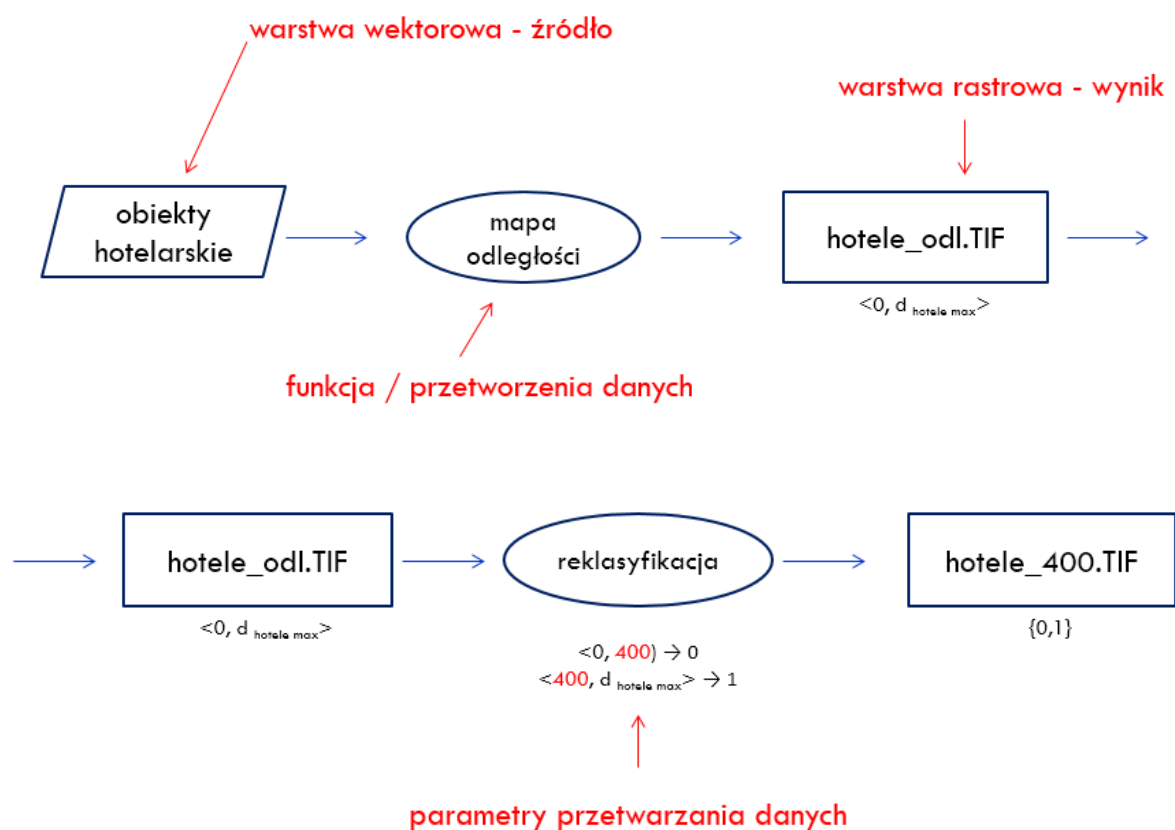
•(1p) Raport z testu wykonania modelu na danych z innego obszaru. Jeśli wystąpiły jakieś błędy - wyjaśnienie z czego błędy wynikły i jak rozwiązać ten problem (jak zwiększyć uniwersalność modelu).

Razem: 10p

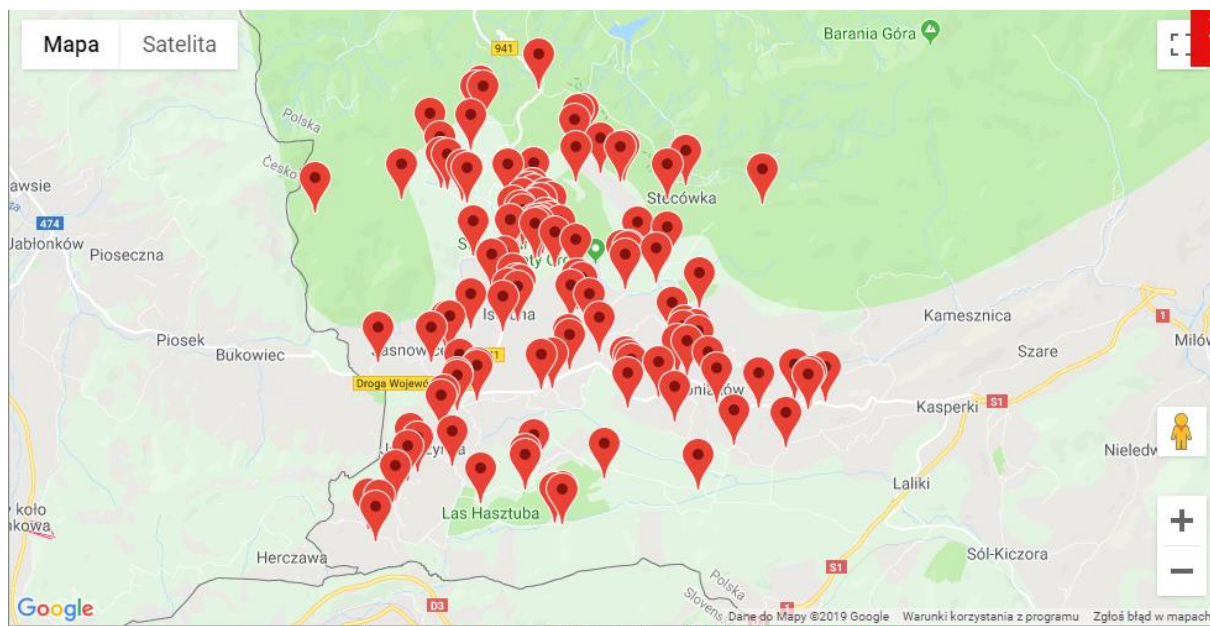
Bibliografia:

- Gruszka, I., Ilnicki, D., & Jakubowicz, E., 2014, Wybrane aspekty lokalizacji hoteli. Studia Miejskie, 16, 101-114,
- Sacha, K., 2010, Inżynieria oprogramowania. Wydawnictwo Naukowe PWN.

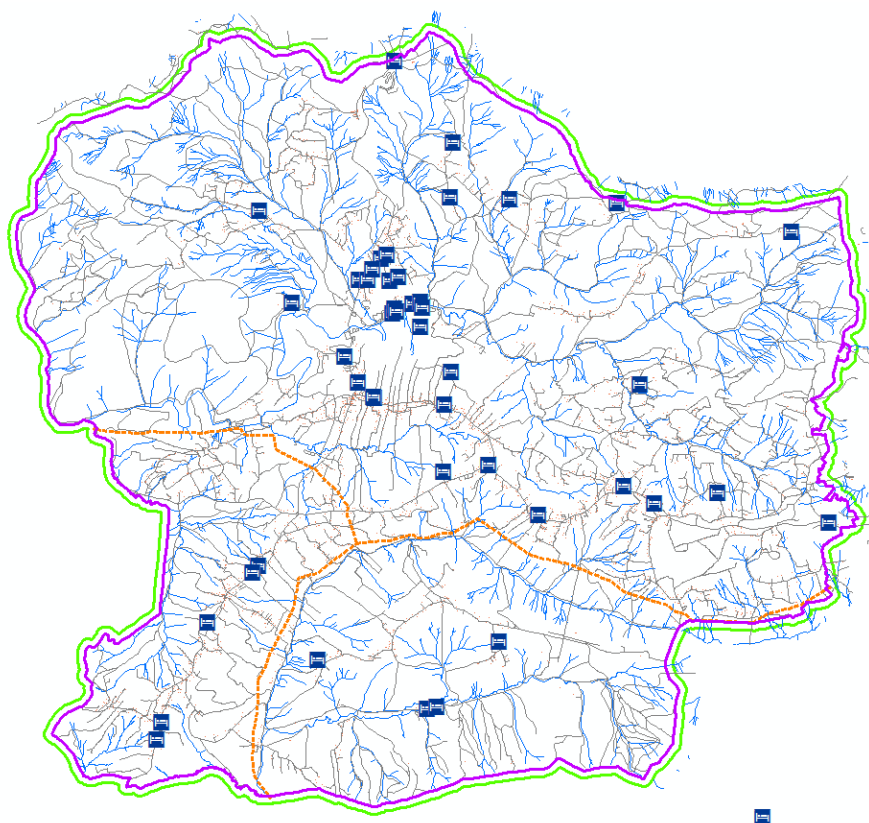
Załącznik 1 – przykład schematu blokowego



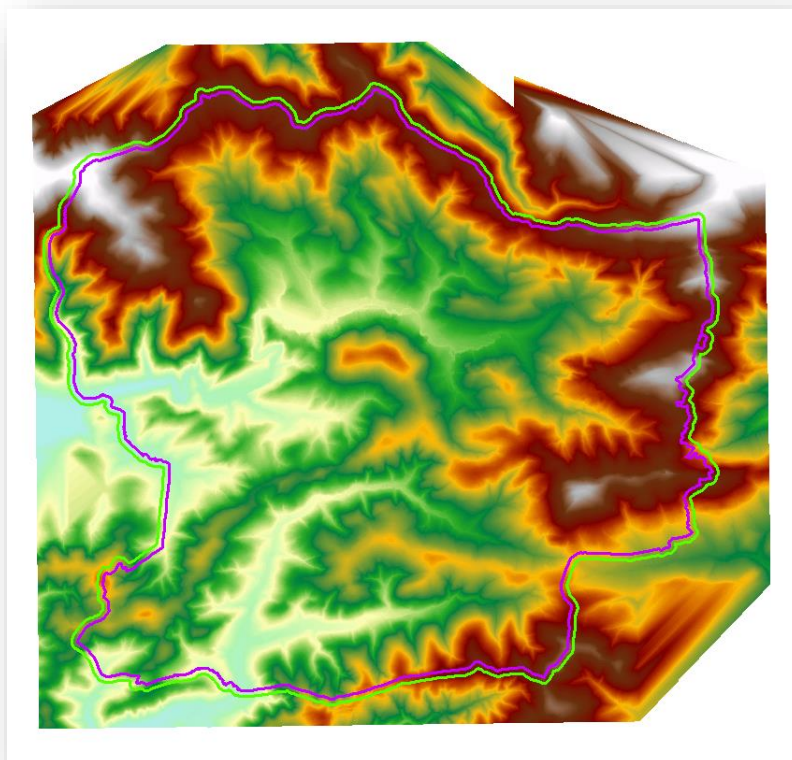
Załącznik 2 – przykładowe dane do projektu



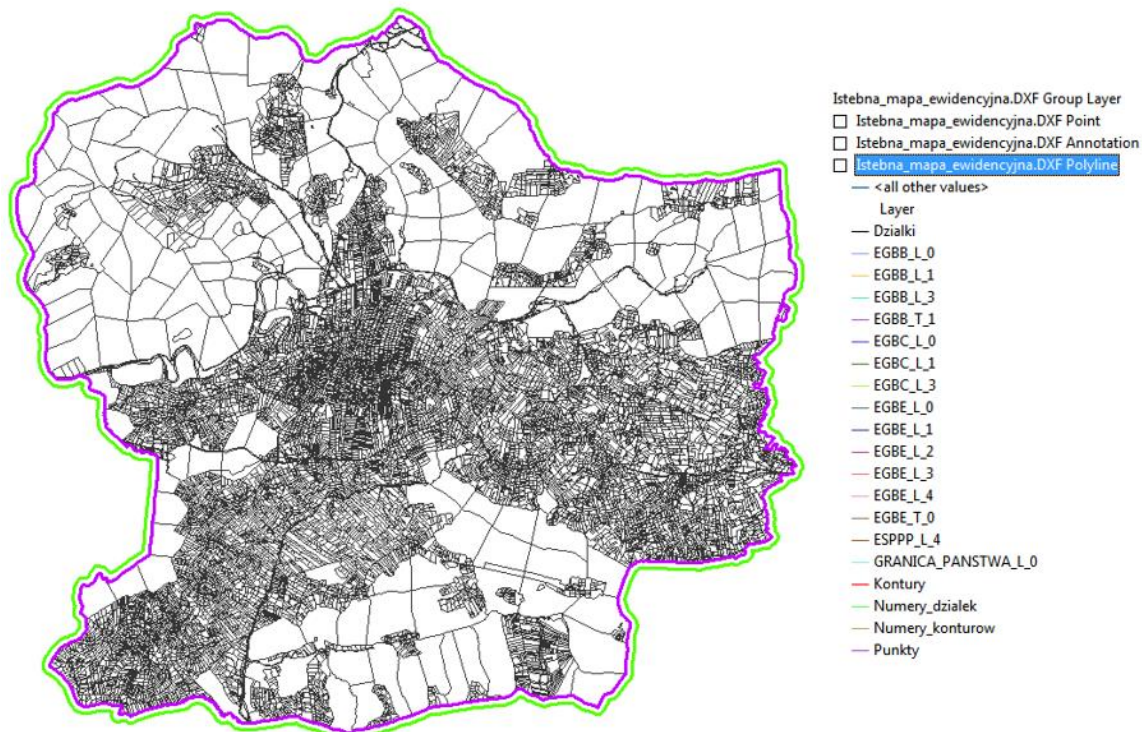
Rysunek 2. Oieky hotelowe w Gminie Isteba (źródło: Google Maps).



Rysunek 3. Obiekty hotelowe na tle głównych warstw BDOT10k.



Rysunek 4. Wizualizacja hipsometrii - Gmina Istebna (na podstawie NMT ISOK).



Rysunek 5. Wizyalizacja EGiB - Gmina Istebna (dane udostępnione przez PODGiK w Cieszynie).

