

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach
Katedra Gospodarki Przestrzennej i Środowiskowej



Praca zaliczeniowa z przedmiotu:

GIS w Planowaniu przestrzennym

**Badanie przekształcenia funkcji terenu miasta Opola
na przestrzeni lat 1927-2016**

Zespół autorski

Jacek Siemek

Marek Sewera

Katowice 2021

SPIS TREŚCI

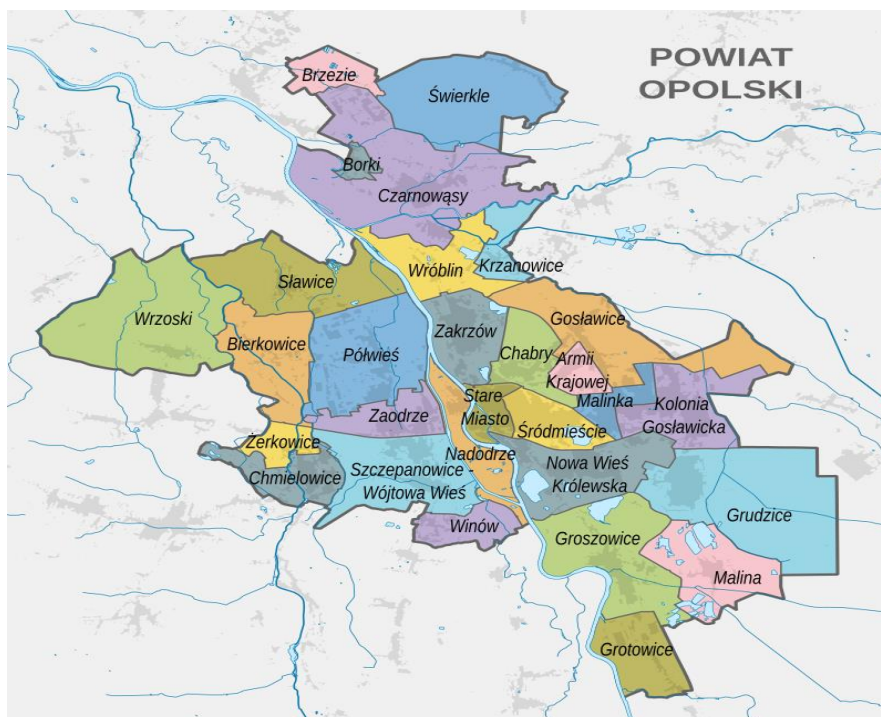
I. Ogólna charakterystyka miasta Opole pod kątem planowania przestrzennego i dokumentów planistycznych.....	3
1.1 Informacje ogólne.....	3
1.2 Opole w koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju	4
1.3. Struktura użytkowania terenów	5
1.4. Decyzje o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu	7
II. Cel i przedmiot badania	8
2.1 Cel badania	8
2.2 Uzasadnienie wyboru tematu.....	8
2.3 Hipoteza robocza	8
2.4 Założenia analizy	8
2.5 Narzędzia Analizy.....	9
III. Wykorzystane dane i informacje źródłowe - opis i charakterystyka (postać, format i źródło danych pierwotnych oraz wtórnych).	10
IV. Procedura i fazy analizy	13
V. PODSUMOWANIE	27

I. Ogólna charakterystyka miasta Opole pod kątem planowania przestrzennego i dokumentów planistycznych.

1.1 Informacje ogólne

Opole jest miastem na prawach powiatu w położonym południowo-zachodniej Polsce. Opole jest siedzibą władz województwa opolskiego oraz powiatu opolskiego. Dwudzieste siódme co do wielkości populacji miasto w Polsce z liczbą 128 012 mieszkańców w 2020 roku¹. Pod względem powierzchni Opole jest piętnaste w Polsce i ma 149 km². Miasto położone jest na Górnym Śląsku, na obszarze dwóch mezoregionów fizjograficznych: zachodnia część na Pradolinie Wrocławskiej, a wschodnia na Równinie Opolskiej. Te dwa obszary są częściami Niziny Śląskiej. Opole jest także położone w dolinie rzeki Odry oraz w dolinach mniejszych cieków. Opole stanowi centralną część aglomeracji opolskiej a samo miasto graniczy z 8 gminami powiatu opolskiego. W mieście znajduje się 29 dzielnic.² Wykaz wszystkich dzielnic ukazuje rys.1

Rysunek 1. Dzielnice Opola.



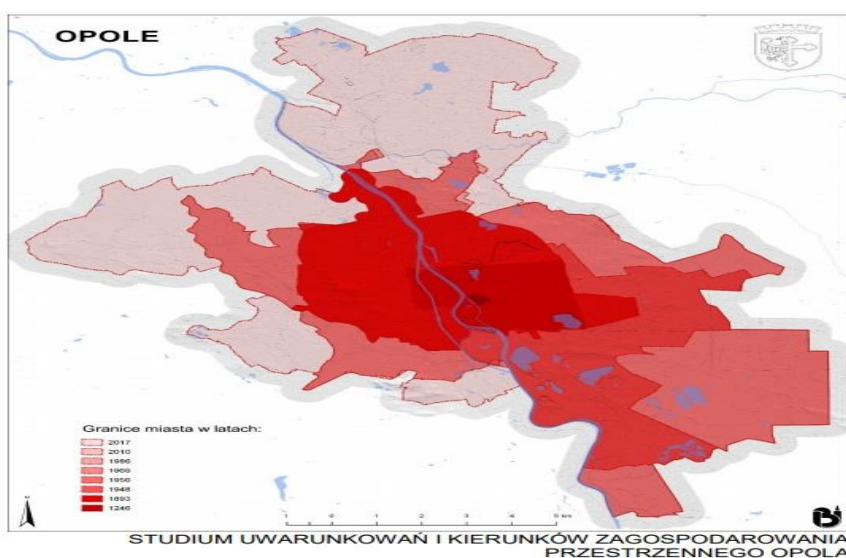
Źródło: <https://www.opole.pl/dzielnice-w-pigulce>

¹ <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/Tables.aspx>

² <https://www.opole.pl/dzielnice-w-pigulce/>

Przed 1899 rokiem Opole obejmowało obecne Śródmieście, Wyspę Pasiekę oraz część Zaodrza. W kolejnych latach do miasta dołączano poszczególne wsie Zakrzów (1899), Półwieś, Szczepanowice (1936), Nowa Wieś Królewska z Wyspą Bolko (1954), Groszowice stają się osiedlem typu miejskiego (1956), Kolonia Gosławicka (1961), Groszowice (1965), Gosławice, Grotowice (1974), Bierkowice, Grudzice, Malina, Wójtowa Wieś, Wróblin (1975), Borki, część Brzezia, Chmielowice, Czarnowąsy, część Dobrzenia Małego, część Karczowa, Krzanowice, Świerkle, Winów, Wrzoski, Żerkowice (1 stycznia 2017).³ Schemat zmian granic administracyjnych miasta Opola przedstawia rys.2

Rysunek 2. Zmiany granic administracyjnych Opola.



Źródło: <https://www.bip.um.opole.pl/studium>

1.2 Opole w koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju

Opole jest rdzeniem Aglomeracji Opolskiej, koncentruje funkcje o znaczeniu krajowym i regionalnym, w szczególności w zakresie nauki, badań i rozwoju, otoczenia biznesu, administracji, kultury, sztuki, ochrony zdrowia, rozrywki, turystyki, rekreacji, sportu, mass mediów, polityki. Rozwój przestrzenny miasta powinien uwzględniać rozwój funkcji metropolitalnych w obszarze śródmiejskim i miejskim, rozwój węzłowych funkcji komunikacyjnych oraz zachowanie i ochronę elementów historycznego układu urbanistycznego.

³ <https://www.opole.pl>

Miasto wraz z otaczającymi gminami wchodzącymi w skład Aglomeracji Opolskiej stanowi obszar funkcjonalny ośrodka wojewódzkiego, w którym, zgodnie z Koncepcją Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030, należy wzmacniać funkcje metropolitalne.

Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju do 2030 dąży do intensyfikacji procesów urbanizacyjnych w Aglomeracji Opolskiej na obszarach już zagospodarowanych i dążeniu do zintegrowanego systemu transportu publicznego, energooszczędnych struktur przestrzennych (zwarte miasto, efektywne systemy sieci infrastruktury technicznej i gospodarki komunalnej), rewitalizacji zdegradowanej tkanki miejskiej, spójnego systemu inwestycyjnego, szczególnie w zakresie infrastruktury drogowej i komunalnej, zintegrowanego i spójnego zarządzania zasobami przyrodniczymi, wodnym (w tym wodami opadowymi), uspoźnienia z planami zagospodarowania przestrzennego Opola na styku jednostek administracyjnych, współpracy z innymi obszarami metropolitalnymi oraz prowadzenia monitoringu danych przestrzennych połączonego z systemem monitoringu rozwoju regionalnego, tworzenia baz danych przestrzennych i środowiskowych, zarządzania zasobami kulturowymi połączonego z inwentaryzacją zasobów dziedzictwa kulturowego.

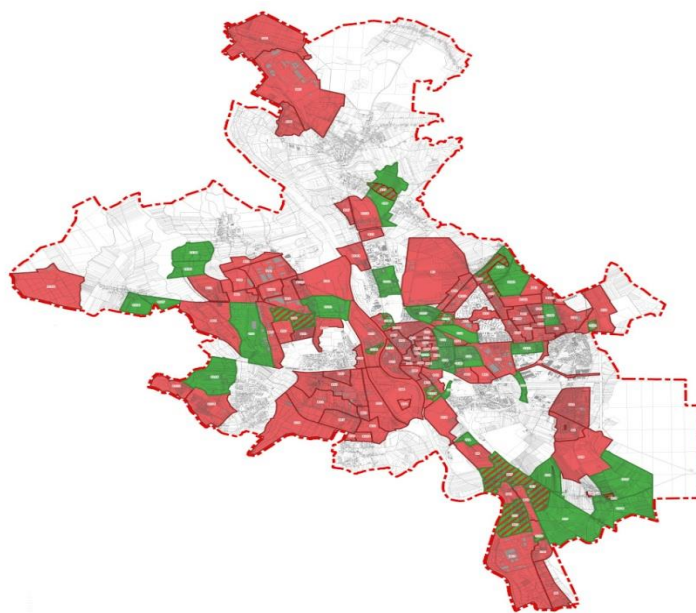
Do podstawowych Inwestycji celu publicznego o znaczeniu ponadlokalnym rozmieszczone w Opolu według koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju do 2030 należą: budowa drogi S46, rozbudowa stacji Groszowice, oraz rozbudowa systemów infrastruktury technicznej w Opolu.

1.3. Struktura użytkowania terenów

Po zmianie granic administracyjnych w 2017r. Opola wzrósł udział powierzchni zajętych przez rolnictwo kosztem terenów mieszkalnictwa, przemysłu i usług. Obecnie prawie 52% powierzchni miasta zajmują grunty orne, sady, łąki, pastwiska. Poza tym w Opolu jest blisko 9% terenów mieszkaniowych, prawie 7% przemysłowych i nie całe 6% terenów usługowych. Należy też zauważyć iż blisko 40% budynków przeznaczonych jest na mieszkania. Drugie pod względem udziału w ogólnej liczbie są budynki rolne (blisko 10%), a następne usługowe. Budynków przemysłowych jest zaledwie 2,4% ale są duże pod względem powierzchni. Niemniej jednak najwięcej powierzchni zajmuje zabudowa mieszkaniowa – prawie 50% powierzchni zabudowy. Dostyc dużo zajmuje także zabudowa usługowa.

Aktualne trendy w zagospodarowywaniu terenów obrazuje również przeznaczenie definiowane w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego. W przypadku Opola (w dawnych granicach) najczęściej terenów było przeznaczanych pod zabudowę mieszkaniową (20%), a najmniej na rolnictwo (10%), na usługi i przemysł zaś na równi po 12% terenów objętych planami. Dodatkowo 600 ha powierzchni w Opolu to tereny zielone (parki i zieleńce, ogrody działkowe, cmentarze, zielone oraz obiekty sportowe i równają się to około 12 proc. powierzchni Opola. Ponadto w Opolu obowiązuje 99 miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. Ogółem opracowania te obejmują około 36% powierzchni miasta. Zarówno liczba planów, jak i wskaźnik pokrycia planami są wartościami dynamicznie zmieniającymi się, ponieważ stale opracowywane są nowe dokumenty. Procedurę sporządzenia miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego rozpoczęto dla ponad 30 obszarów i sukcesywnie, w miarę potrzeb podejmowane są nowe opracowania. Na rys.3 przedstawiono umiejscowienie miejscowych planów zagospodarowania na mapie Opola oraz ich stan obowiązujący i opracowywany.

Rysunek 3. Miejscowe Plany zagospodarowania przestrzennego i ich pokrycie.



Źródło: bip.um.opole.pl

Kolorem czerwonym na powyższej mapie oznaczone są plany obowiązujące, natomiast kolorem zielonym oznaczone są plany, które są opracowywane. W Opolu 4229,8 ha gruntów

objętych jest zapisami obowiązujących planów miejscowych, w tym ponad 837 ha przeznaczonych jest na zabudowę mieszkaniową (jednorodzinną i wielorodzinną), co stanowi blisko 20% wszystkich terenów z określonym przeznaczeniem. Na usługi przeznaczone jest prawie 500 ha, a na przemysł ponad 512 ha. Przemysł i usługi stanowią mniej więcej porównywalne pod względem powierzchni kategorie przeznaczeń około 12%. Obowiązujące miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego obejmują zarówno tereny już istniejącej zabudowy, jak i tereny, które dopiero będą mogły być przekształcone na poszczególne funkcje. Użytki gruntowe, które znajdują się na obszarze obowiązujących planów miejscowych to przede wszystkim tereny mieszkaniowe zajmujące prawie 580 ha, inne tereny zabudowane ponad 406 ha, tereny przemysłowe 291 ha.

1.4. Decyzje o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu

Liczba decyzji o warunkach zabudowy oraz ustaleniu lokalizacji celu publicznego wydawanych na obszarze miasta Opola znajduje się na średnim poziomie. W ujęciu przestrzennym decyzje o warunkach zabudowy objęły największe tereny w Grotowicach oraz Zakrzowie. W miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego przewidziano dotychczas 3,4% powierzchni miasta przeznaczonych na tereny obiektów produkcyjnych, składy i magazyny oraz tereny górnicze, co stanowi 12% powierzchni obszarów objętych planami miejscowymi. Ponad 60% z nich pozostaje do zagospodarowania (około 200 ha). Największy udział tych przeznaczeń występuje w Grotowicach, Zakrzowie oraz Półwsi. Tereny przeznaczone na takie funkcje stanowiły około 7,5% powierzchni terenów przyłączonych. W Opolu średnio wydaje się ponad 50 decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu dotyczących budowy, przebudowy, rozbudowy, nadbudowy oraz zmiany sposobu użytkowania.⁴W Opolu, w latach 2007-2018 były wydawane decyzje o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego o znaczeniu krajowym wojewódzkim, na podstawie których realizowano poszczególne zadania. W badanym okresie wydano ogółem 53 decyzje, przy czym najwięcej w 2007 r. i było ich 11 i w 2010r. było ich 10, a najmniej w latach 2013-2018 – po 3 decyzje na rok.

⁴Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Opola

II. Cel i przedmiot badania

2.1 Cel badania

Celem badania jest porównanie prognozy zmian zagospodarowania centralnej części terenu miasta Opolu z rzeczywistym stanem zagospodarowania użytkowania terenu w Opolu z baz danych CLC, za pośrednictwem CROSS-CLASIFICATION i wtyczki MOLUSCE. Zachodzące zmiany zostaną przeanalizowane w latach 1927 - 2016.

2.2 Uzasadnienie wyboru tematu

Wybór tematu ukierunkowany był sytuacją przekształceń zmian terenów nieurbanizowanych w postaci łąk i terenów kopalnianych na tereny zurbanizowane. Motywacją do podjęcia rozważań na ten temat była chęć zapoznania się z sytuacją zmian w procesach rozrostu i przekształceń panujących w Opolu w latach 1927-2016. Zainteresowanie tematem wynika także z chęci sprawdzenia jak kształtował się rozrost poszczególnych form w postaci terenów zielonych, zbiorników wodnych oraz dróg na urbanizację miasta Opolu.

2.3 Hipoteza robocza

- Zmiany zagospodarowania terenu na tereny zurbanizowane będą skupiać się w centralnej części miasta Opolu.
- Tereny łąk sąsiadujące z terenami zurbanizowanymi będą przekształcać się w tereny zurbanizowane.

2.4 Założenia analizy

Tereny zurbanizowane zwiększyły się poprzez wchłonicie części terenów takich jak: łąki i grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających oraz tereny kopalniane.

Czynnikami, które mogą oddziaływać na zmianę przeznaczenia terenów kopalnianych oraz łąk i gruntów orných poza zasięgiem urządzeń nawadniających na tereny zurbanizowane są:

- Bliska odległość terenów zurbanizowanych wpływa korzystnie na rozrost terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową.
- Bliska odległość od dróg wpływa korzystnie na rozrost terenów zurbanizowanych.
- Bliska odległość od terenów zielonych ma pozytywny wpływ na rozrost terenów zurbanizowanych.
- Daleka odległość od zbiorników wodnych wpływa korzystnie na rozwój terenów zurbanizowanych.

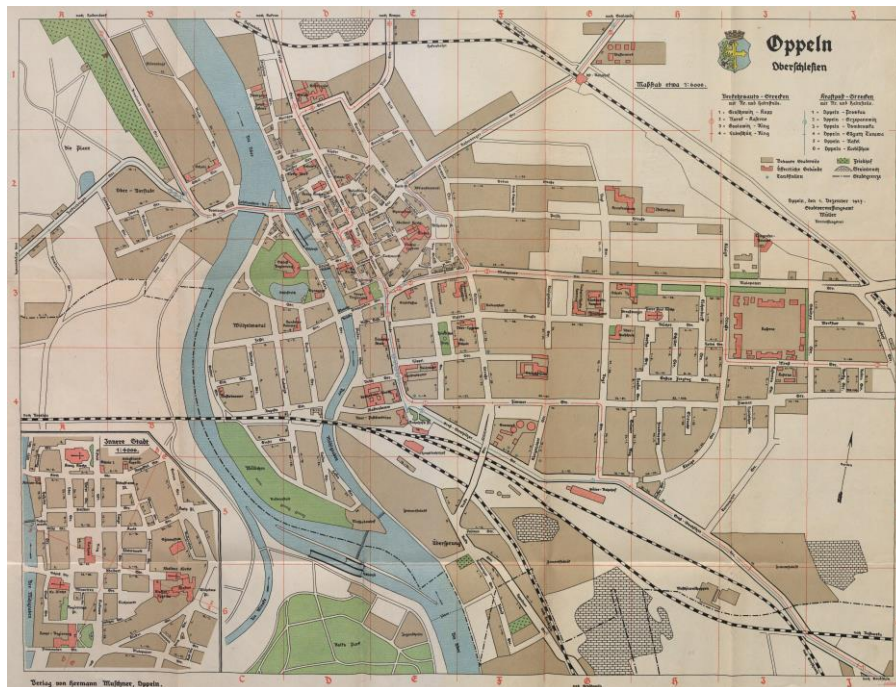
2.5 Narzędzia Analizy

W celu przeprowadzenia analizy zmian zagospodarowania terenu użyto programów: QGIS w wersji 3.14 oraz 2.18, a także programu SAGA w wersji 2.3.2. Starsza wersja programu QGIS była niezbędna by otrzymać wyniki końcowe analizy. W programie SAGA postanowiono użyć takich modułów takich jak: Shapes to grid, Reclassify grid values, Grid Calculator, Proximity Grid, Fuzzify oraz Cross-Classification and Tabulation, które służą do określenia zmian w użytkowaniu pokrycia terenu na przestrzeni wybranych lat. Po skompletowaniu map bazowych, wykorzystano wtyczkę MOLUSCE w programie QGIS, która służy do pomiarów i modelowania terenu na podstawie klasyfikacji obrazów rastrowych.

III. Wykorzystane dane i informacje źródłowe - opis i charakterystyka (postać, format i źródło danych pierwotnych oraz wtórnych).

Do przeprowadzenia analizy niezbędne będą mapy o charakterze pierwotnym oraz wtórnym. Część z nich pozyskano z baz danych, natomiast pozostałe będą efektem pracy na tych pobranych ze źródeł internetowych. Do analizy wybrano mapę Opola z roku 1927, ponieważ spełniała ona warunki analizy. Mapa powinna zawierać minimum 5 typów terenu.

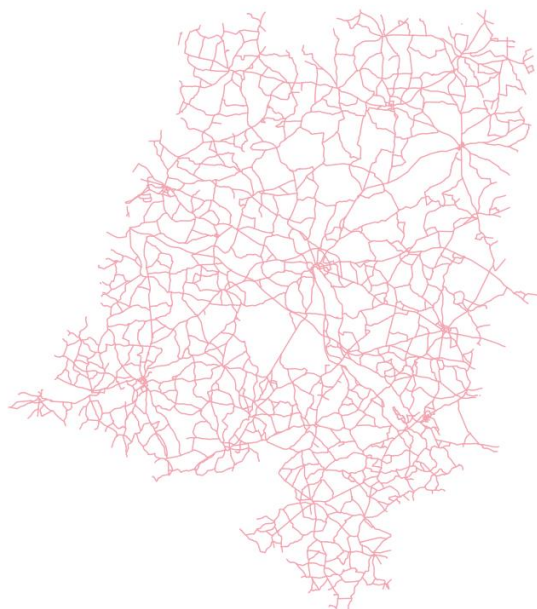
Rysunek 4. Historyczna mapa miasta Opole z roku 1927.



Źródło: <https://stareplanymiast.pl/wg-miast/opole/>

Następnie pobrano mapę dróg dla województwa opolskiego strony internetowej Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii. Poniższą mapę pobrano z bazy danych obiektów ogólnogeograficznych (BDOO). Baza zawiera stan dróg na rok 13-09-2015.

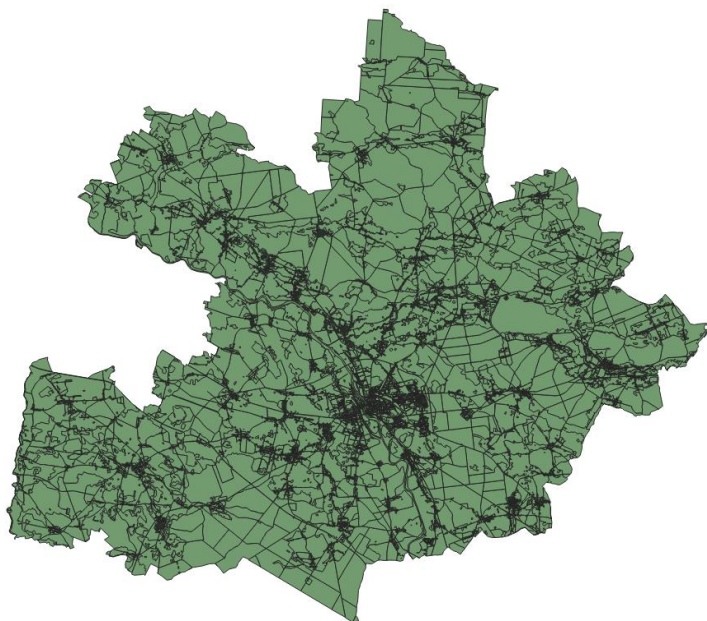
Rysunek 5. Mapa dróg dla województwa opolskiego.



Źródło: <http://www.gugik.gov.pl/>

Następnie wykonano geopozycjonowanie, aby ustawić mapę historyczną tak, aby jej współrzędne zgadzały się z rzeczywistą pozycją. Skorzystano z georeferencera w celu stworzenia punktów na mapie historycznej i dopasowaniu ich do mapy rzeczywistej OSM Standard.

Rysunek 6. Mapa pokrycia terenu Opola - Urban Atlas.

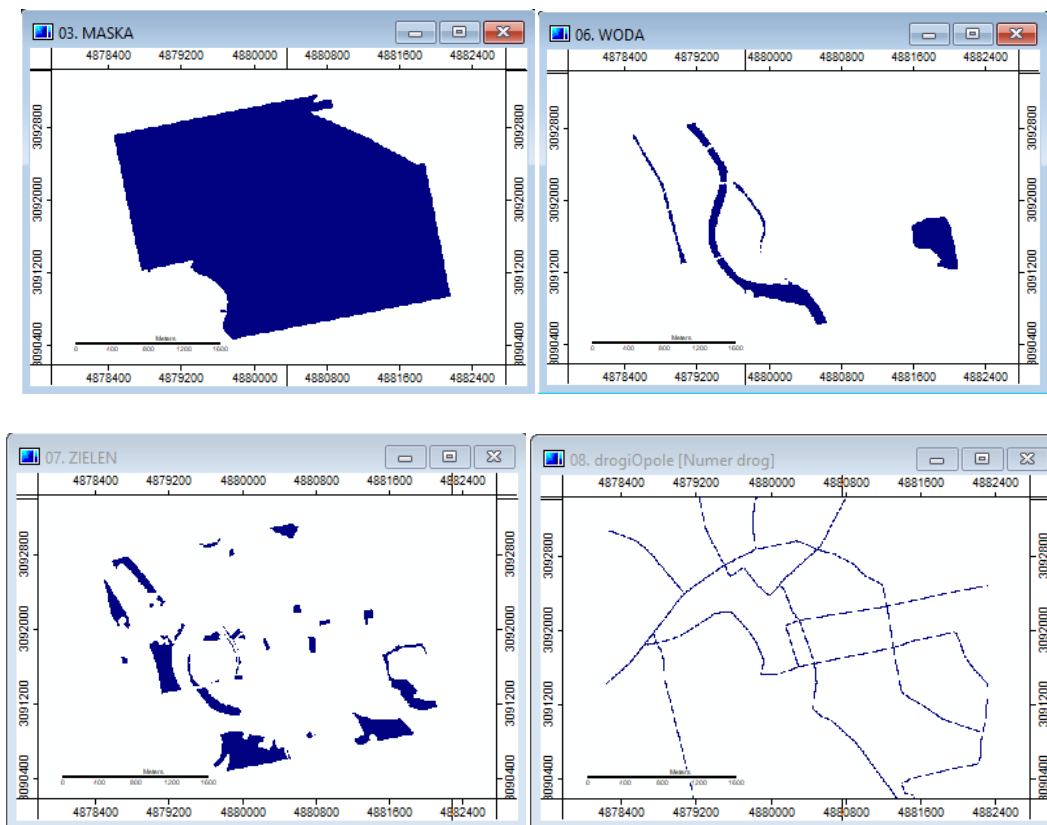


Źródło: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas>

Mapę pokrycia terenu dla miasta Opole pobrano ze strony internetowej European Environment Agency. Mapa ta zawiera rodzaje pokrycia terenu zgodne z zasadami Corine Land Cover.

Do przeprowadzenia analizy potrzebny będzie również zestaw map wykonanych w programie SAGA.

Rysunek 7. Mapy rastrowe opracowane w programie SAGA.



Źródło: Opracowanie własne.

Wszystkie wyżej wymienione i przedstawione mapy będą potrzebne do przeprowadzenia analizy.

IV. Procedura i fazy analizy

Aby rozpocząć analizę w pierwszej kolejności dopasowano mapę historyczną do stanu rzeczywistego. Wykorzystano punkty odniesienia, które były kompatybilne zarówno na mapie historycznej jak i mapie w stanie aktualnym. Mapę historyczną należy ustawić w taki sposób by odpowiadała realnemu położeniu. Aby efekt był jak najdokładniejszy stworzono kilka punktów w podobnych do siebie odległościach, tak by mapa mogła dopasować się do wymagań.

Rysunek 8. Proces geopozycjonowania.



Źródło: Opracowanie własne

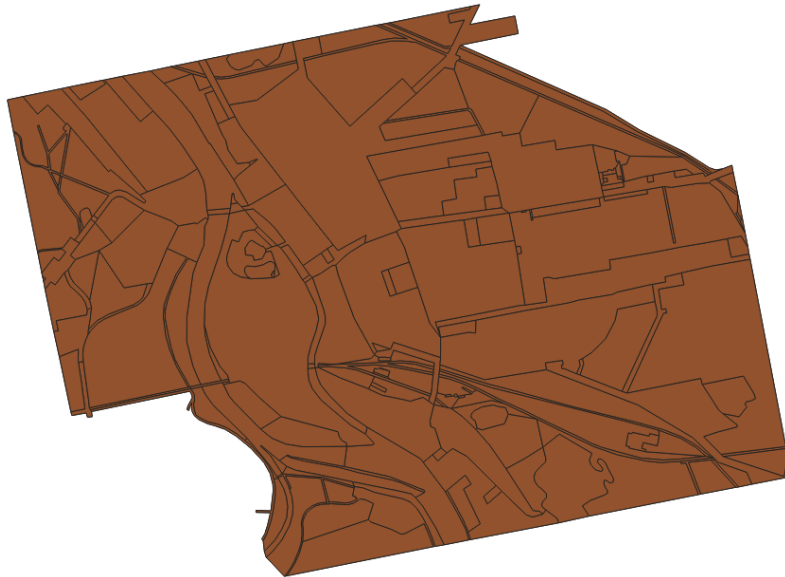
Rysunek 9. Mapa historyczna dopasowana do aktualnego stanu.



Źródło: Opracowanie własne

Następnie wykonano wektorową mapę użytkowania terenu w programie QGIS 3.14. W tym celu każdy element mapy historycznej narysowano na nowo z uwzględnieniem typów terenu jakie ta mapa historyczna zawierała.

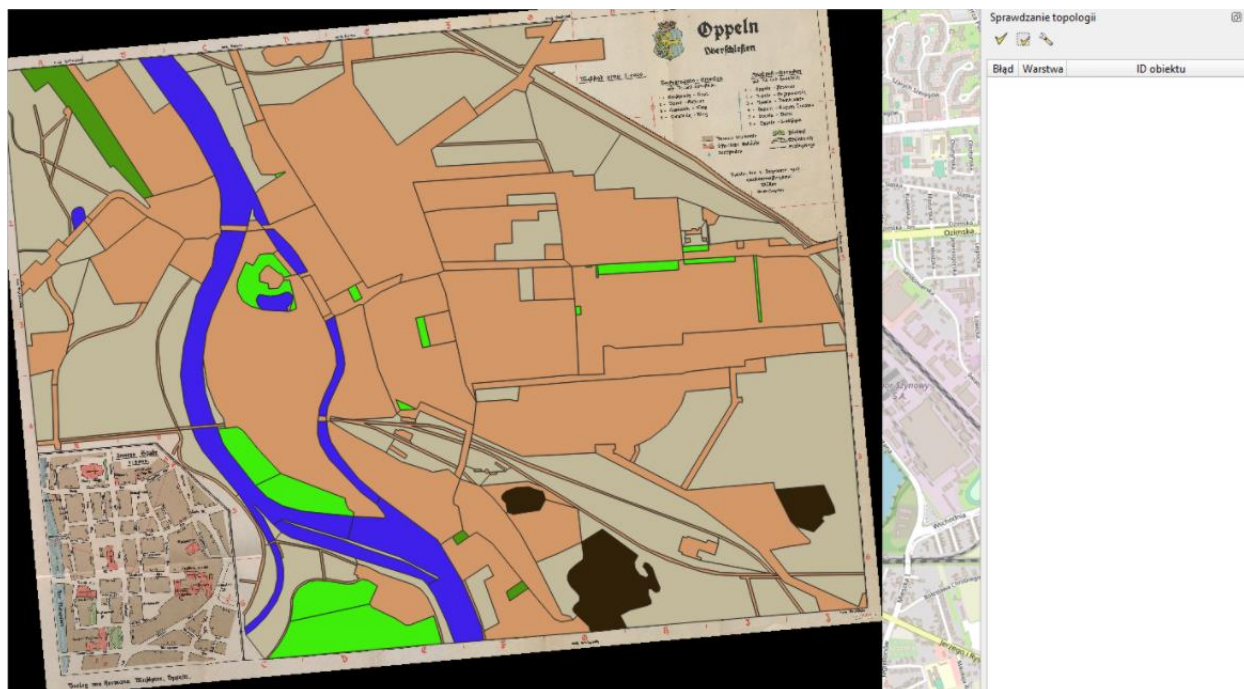
Rysunek 10. Mapa wektorowa użytków dla miasta Opole.



Źródło: Opracowanie własne

Po zwektoryzowaniu całej mapy nie pojawiają się błędy. Nie ma informacji o tym, że obiekty nachodzą na siebie bądź pojawiają się szczeliny między obiektami. Mapa jest spójna. Do mapy dodano kolory, aby poprawić jej czytelność.

Rysunek 11. Zwektoryzowana mapa historyczna.



Źródło: Opracowanie własne.

Rysunek 12. Tabela kategorii typów terenu.

Symbol	Wartość	Legenda
✓	1	Zielen
✓	2	Woda
✓	3	Urban
✓	4	Kamieniołomy
✓	5	Łąki

Źródło: Opracowanie własne.

Powyższa tabela przedstawia tereny, które zostały wzięte pod uwagę podczas analizy. Wybrano 5 rodzajów terenu: tereny zieleni, tereny wodne, tereny zurbanizowane, tereny kopalniane oraz tereny łąk.

Rysunek 13. Mapa użytkowania terenu Opola.



Źródło: Opracowanie własne.

Aby przypisać odpowiednią funkcję do danego obszaru należy zastosować się do standardów Corine Land Cover. Należy nadać obszarom odpowiedni numer w tabeli atrybutów by przypisać im odpowiednią funkcję. Aby usprawnić i przyspieszyć ten proces, należy skorzystać z kalkulatora pól, dzięki któremu za pomocą kodu będzie możliwe szybkie nadanie numerów odpowiednim obszarom. Należy stworzyć nową kolumnę w tabeli atrybutów, a następnie stworzyć odpowiedni kod. W przypadku tej analizy stworzono kolumnę „CODE” i uzupełniono ją odpowiednimi numerami użytkowania terenów.

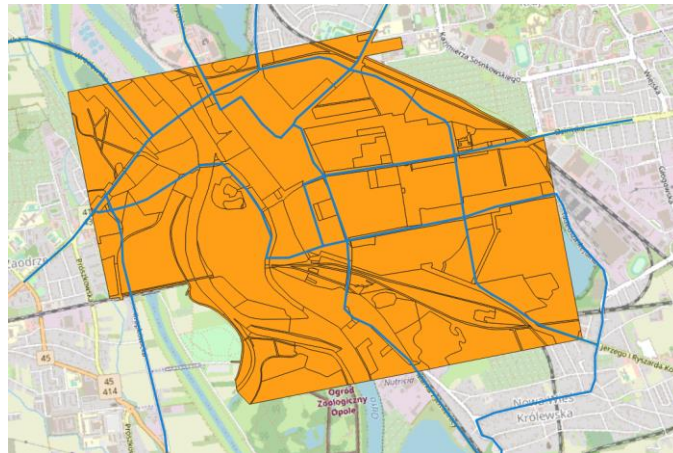
Rysunek 14. Kod do kalkulacji pól.

```
CASE
WHEN "CODE" is '11100' THEN '3'
WHEN "CODE" is '11210' THEN '3'
WHEN "CODE" is '11220' THEN '3'
WHEN "CODE" is '11230' THEN '3'
WHEN "CODE" is '11300' THEN '3'
WHEN "CODE" is '12100' THEN '3'
WHEN "CODE" is '12210' THEN '3'
WHEN "CODE" is '12220' THEN '3'
WHEN "CODE" is '12230' THEN '3'
WHEN "CODE" is '13000' THEN '4'
WHEN "CODE" is '13100' THEN '4'
WHEN "CODE" is '13300' THEN '4'
WHEN "CODE" is '13400' THEN '4'
WHEN "CODE" is '14100' THEN '1'
WHEN "CODE" is '14200' THEN '1'
WHEN "CODE" is '20000' THEN '6'
WHEN "CODE" is '30000' THEN '1'
WHEN "CODE" is '50000' THEN '2'
END
```

Źródło: Opracowanie własne.

Do dalszej części analizy będzie również potrzebna mapa dróg dla analizowanego obszaru. Pierwotną mapę pobrano z bazy BDOO dla województwa Opolskiego i dopasowano ją do granic terenu poddawanego analizie.

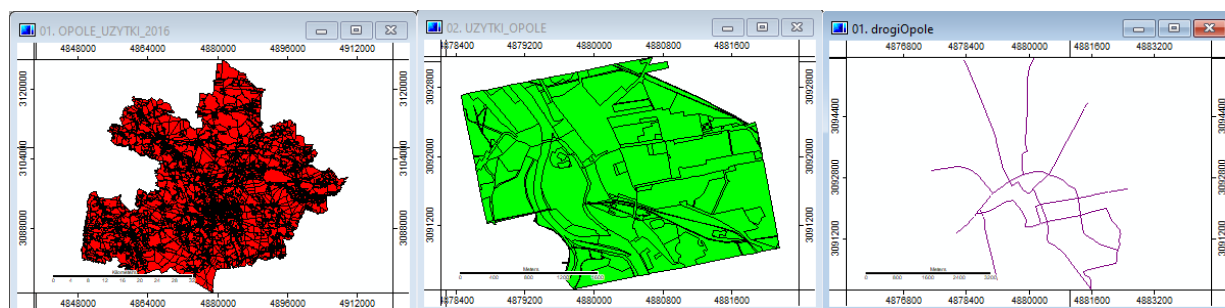
Rysunek 15. Mapa dróg oraz granic obszaru analizy.



Źródło: Opracowanie własne.

Po skompletowaniu wszystkich wyżej opisanych map, należy uruchomić program SAGA i zaimplementować owe mapy. Następnie należy pobrać odpowiednią mapę dla wybranego miasta z bazy danych Urban Atlas. Mapy Urban Atlas przedstawiają pokrycie terenu. Pobraną mapę również wdrożono do programu SAGA. Następnie wszystkie zaimplementowane mapy zamieniono na postać gridową za pomocą narzędzia *Shapes to grid*. Rysunek poniżej przedstawia mapę użytkowania terenu dla województwa opolskiego, mapę użytkowa terenów dla badanego obszaru oraz mapę dróg dopasowaną na potrzeby analizy.

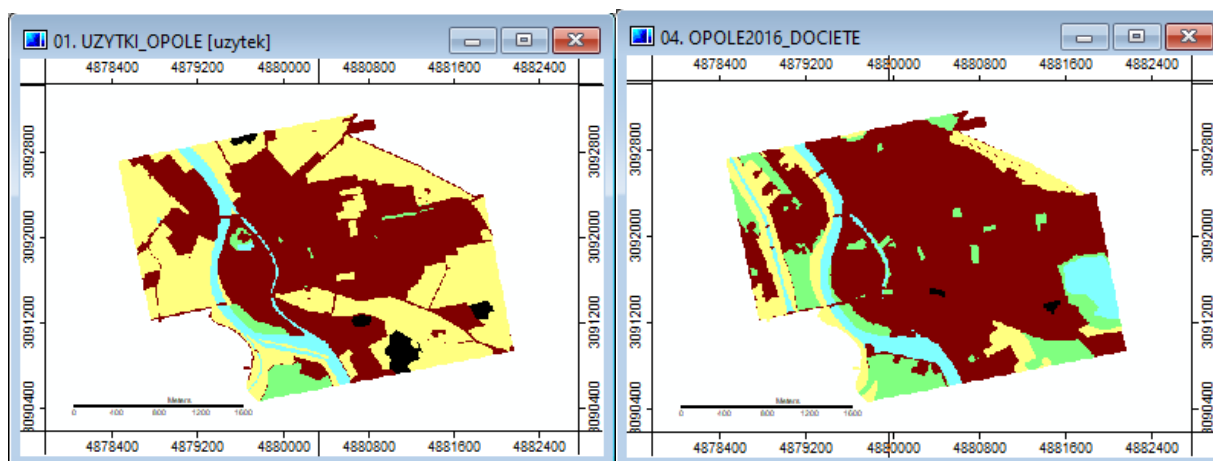
Rysunek 16. Mapy użytków i dróg.



Źródło: Opracowanie własne.

Posiadając powyższe mapy utworzono maskę dla badanego obszaru tak, by możliwe było dopasowanie granic terenu z roku 2016 do mapy historycznej. Aby to zrobić należy skorzystać z narzędzia *Reclassifygridvalues*. Efektem tego będzie mapa „maska”, dzięki której za pomocą narzędzia *GridCalculator* (należy przemnożyć maskę oraz mapę użytkowania terenu województwa) możliwe będzie utworzenie odpowiedniej mapy na rok 2016. Pod pojęciem maski rozumie się mapę binarną miasta Opole. Nowopowstała mapa, jak również ta historyczna, będą potrzebne w dalszej części analizy.

Rysunek 17. Mapa miasta Opole z roku 1927 oraz 2016.



Źródło: Opracowanie własne.

W następnym kroku utworzono tabelę przekształceń terenów. Aby to zrobić użyto narzędzia Cross-Classification and Tabulation. Za pomocą tej tabeli można sprawdzić, gdzie wystąpiła największa zmiana. W przypadku tej analizy pod uwagę wzięto 5 rodzajów terenu odpowiadających wierszom w tabeli. Natomiast szósty wiersz jest wygenerowany automatycznie i jest sumą zachodzących zmian. W kolumnie „Total” można odczytać, który typ terenu uległ największej zmianie. Tabela poniżej potwierdza, że największa zmiana zaszła na terenach łąk. Aby przejść do kolejnych kroków analizy obie mapy powinny zawierać te same oraz tyle samo rodzajów terenu.

Gdyby w jednej z map brakowało jakiegoś typu terenu, należałoby ją uzupełnić dodając sztucznie przynajmniej jeden mały obszar, tak aby mapa była kompletna, ale również by to działanie nie miało istotnego wpływu na wynik badań. Podczas analizy nie wystąpiła jednak sytuacja, w której jeden z typów terenu całkowicie zanikł, a więc nie jest konieczne wprowadzanie sztucznych danych.

Rysunek 18. Tabela zmian przeznaczenia terenów.

01. Cross-Tabulation							
	1	2	3	4	5	Total	
1	1753	4	339	0	27	2123	
2	145	2596	292	0	561	3594	
3	1603	350	30446	52	844	33295	
4	247	90	536	0	591	1464	
5	4252	2782	14318	126	5976	27454	
6	8000	5822	45931	178	7999	0	

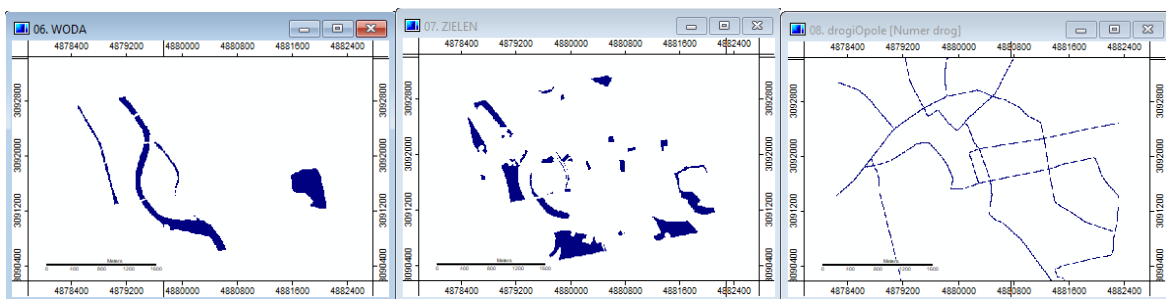
Źródło: Opracowanie własne.

Jako warunki do analizy przekształceń terenu wybrano trzy mapy przedstawiające:

- odległość od terenów wodnych,
- odległość od terenów zielonych,
- odległość od ulic.

Aby stworzyć takie mapy należy za pomocą narzędzia *Reclassifygridvalues* „wyciągnąć” określony typ terenu. W naszym przypadku będą to tereny wodne, tereny zieleni oraz drogi. Każdy interesujący nas typ terenu powinien znajdować się na osobnej mapie.

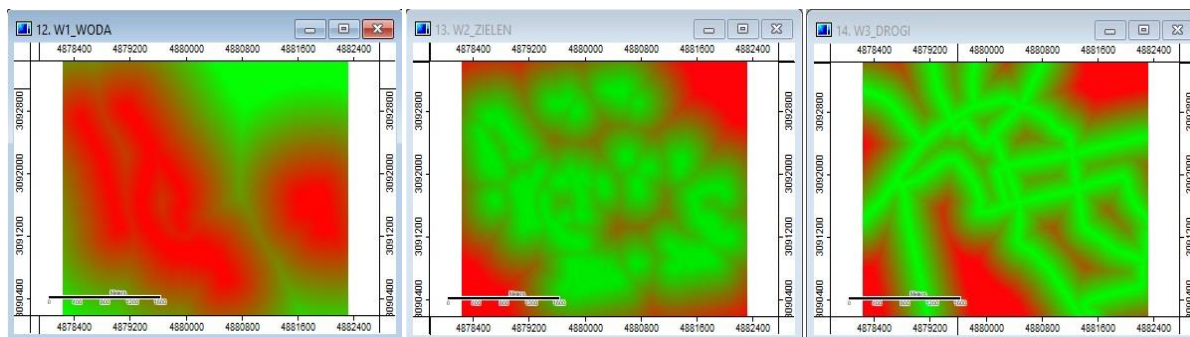
Rysunek 19. Mapa terenów wodnych, zieleni oraz dróg.



Źródło: Opracowanie własne.

Mając tak przygotowane mapy możemy przejść do narzędzia *Proximitygrid*, które służy do tworzenia map odległościowych. Otrzymane mapy należy następnie poddać fazyfikacji za pomocą narzędzia *Fuzzify* oraz nadać im odpowiednie do potrzeb analizy kolory.

Rysunek 20. Mapy odległości poddane fazyfikacji.

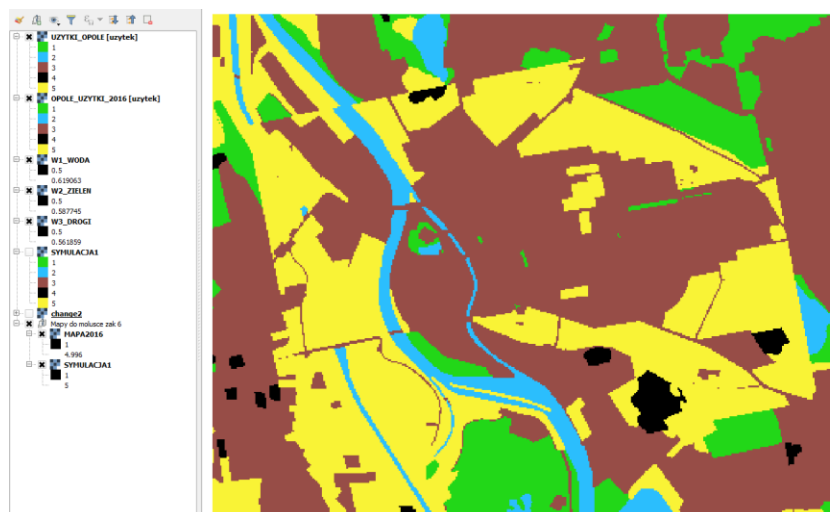


Źródło: Opracowanie własne

Powyższe mapy przedstawiają odległości od interesujących nas terenów po przeprowadzeniu fazyfikacji. Mapy zostały przedstawione w dwóch kolorach tak, by zobrazować tereny, na których powinna powstać zabudowa (kolor zielony) oraz takie, na których powstawanie zabudowy nie jest preferowane (kolor czerwony). W przypadku odległości od wód wzięto pod uwagę możliwe tereny zalewowe. Preferuje się tereny od nich oddalone, aby zniwelować ryzyko podtopień. Założono również, że tereny zurbanizowane powinny powstawać przy kontakcie z terenami zielonymi, a także blisko dróg tak, aby ułatwić komunikację dla tych obszarów. Mapy te zostaną wykorzystane jako warunki do przeprowadzenia analizy za pomocą rozszerzenia MOLUSCE w programie QGIS 2.18.

Posiadając mapy stanowiące warunki analizy oraz mapy Opola z roku 1927 oraz 2016 opracowane w programie SAGA, można przystąpić do kolejnego etapu analizy. W kolejnym kroku wspomniane mapy przeniesiono do programu QGIS, aby nadać im odpowiednie kolory (by ułatwić analizę), a następnie uruchomić wtyczkę MOLUSCE.

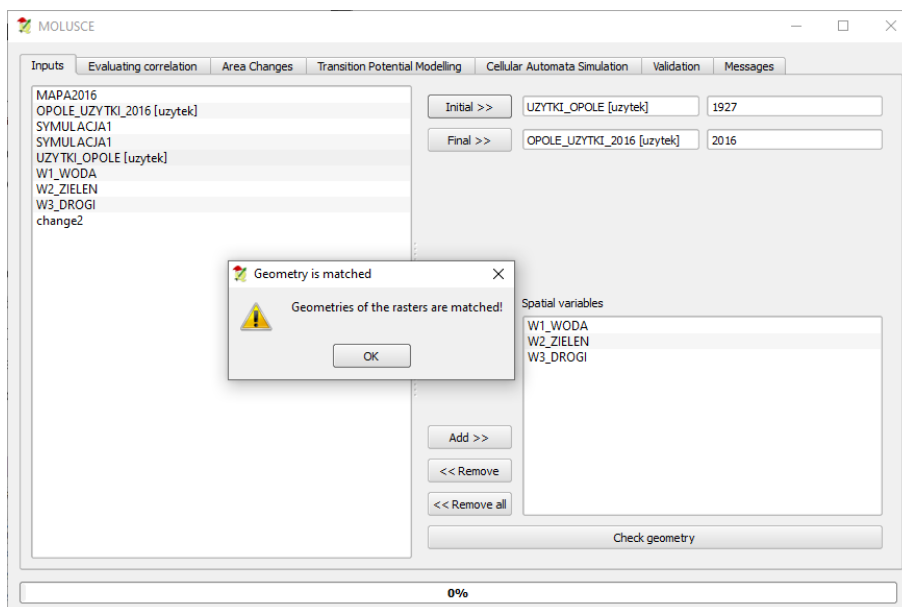
Rysunek 21. Zestaw map wejściowych do analizy MOLUSCE.



Źródło: Opracowanie własne.

Wyniki przeprowadzonych badań zostaną zaprezentowane za pomocą wtyczki MOLUSCE dla programu QGIS w wersji 2.18. Za pomocą tej wtyczki możliwe będzie sprawdzenie poprawności poprzednich kroków analizy, określenie korelacji między przyjętymi zmiennymi, sprawdzenie jak zmieniał się typ terenu na przestrzeni badanych lat oraz określenie prawdopodobieństwa zmiany terenu.

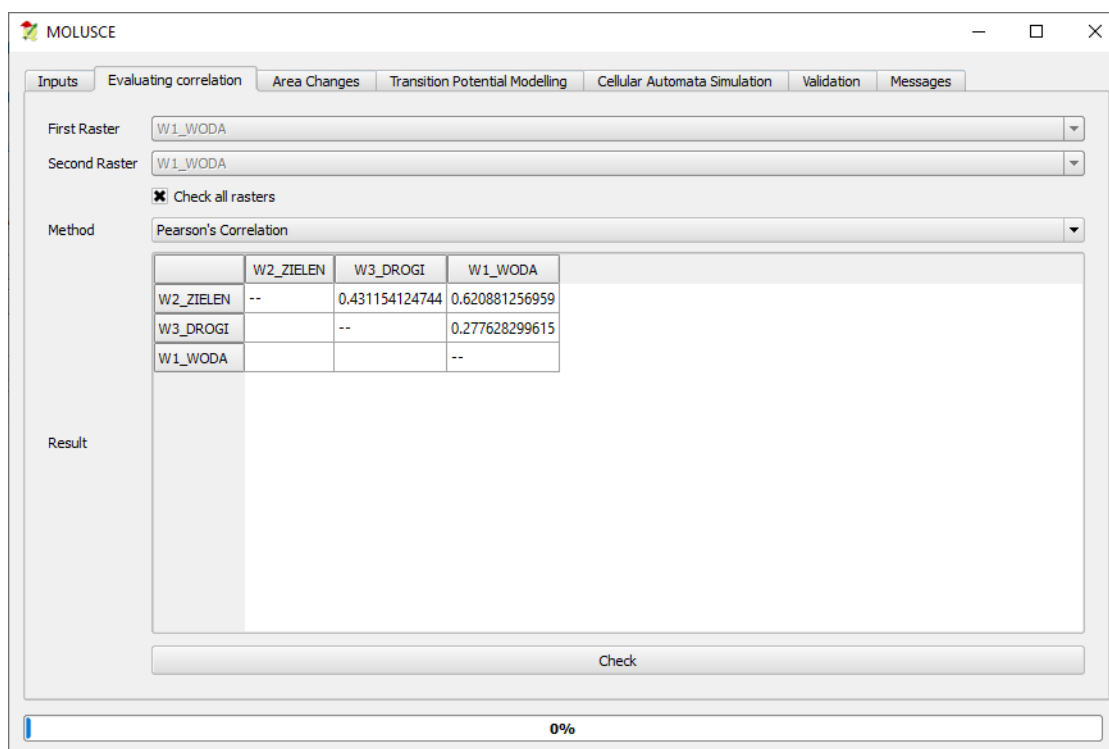
Rysunek 22. Test poprawności wprowadzonych map.



Źródło: Opracowanie własne.

Pozytywny wynik testu świadczy o tym, że wprowadzone mapy znajdują się w tym samym miejscu – mają ten sam wymiar rastra oraz układ współrzędnych. Wybranie map z lat 1927 i 2016 oznacza, że analizie podlegać będzie 89 lat pomiędzy nimi.

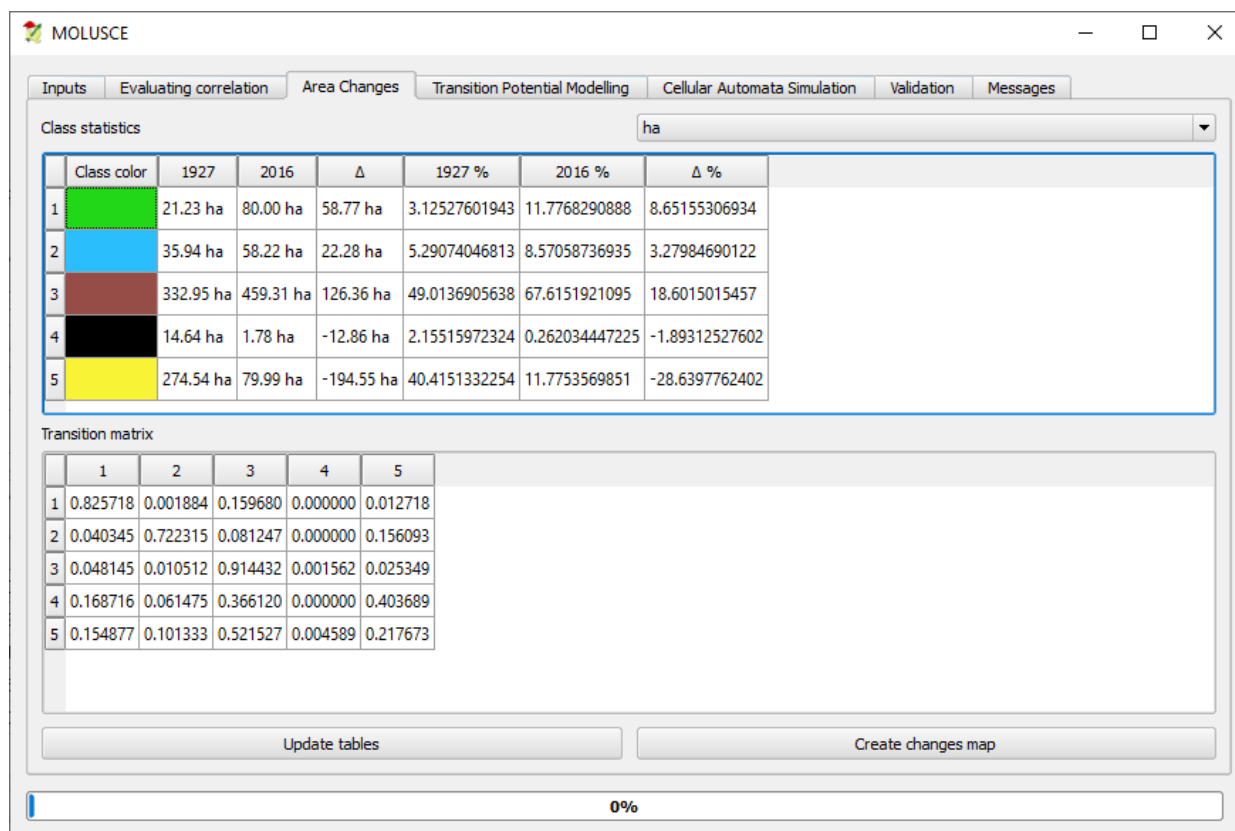
Rysunek 23. Tabela oceny współzależności.



Źródło: Opracowanie własne.

Tabela korelacji Pearsona przedstawia współzależność między zaimplementowanymi warunkami. W tym przypadku otrzymano jedną słabą korelację na poziomie 0,27 oraz dwie średnie korelacje na poziomach 0,43 oraz 0,62. Oznacza to, że współzależność między tymi warunkami wynosi analogicznie 27%, 43% oraz 62%. Żadna korelacja nie przekroczyła 70% co jest pozytywnym efektem, ponieważ mocno skorelowane zmienne jedynie powielają dane. Wszystkie korelacje są na poziomie dodatnim co oznacza, że są do siebie wprost proporcjonalne.

Rysunek 24. Tabela przekształceń terenu.



Źródło: Opracowanie własne.

Analizując powyższą tabelę przekształceń terenu widoczne jest zarówno powiększenie powierzchni pewnych terenów, jak również zmniejszenie powierzchni pozostałych. Powiększenie powierzchni względem sytuacji na rok 1927 nastąpiło w przypadku terenów zieleni (+8,7%), wód (+3,3%) oraz terenów zurbanizowanych (+18,6%), natomiast spadek powierzchni nastąpił w przypadku terenów kopalnianych (-1,9%) oraz łąk (-28,6%). Zarówno na początku jak i na końcu badanego okresu, największą powierzchnię zajmowały niezmiennie tereny zurbanizowane, a najmniejszą – tereny kopalniane. Największa zmiana wystąpiła jednak w przypadku terenów łąk – z 40% w 1927 roku do 11,8% w roku 2016. Najczęściej było to przekształcenie na tereny zurbanizowane.

Mapa użyta do analizy zawiera 5 klas terenu. Oznacza to, że w 25 przypadkach zaszła zmiana klasy terenu (macierz przejść). Należy podkreślić, że w przypadku 5 wartości widocznych na przekątnej macierzy zaszła tzw. zmiana pozorna, ponieważ w rzeczywistości w tych miejscach

rodzaj terenu się nie zmienił. Finalnie oznacza to, że faktycznej zmianie funkcji przeznaczenia terenu uległo 20 obszarów mapy.

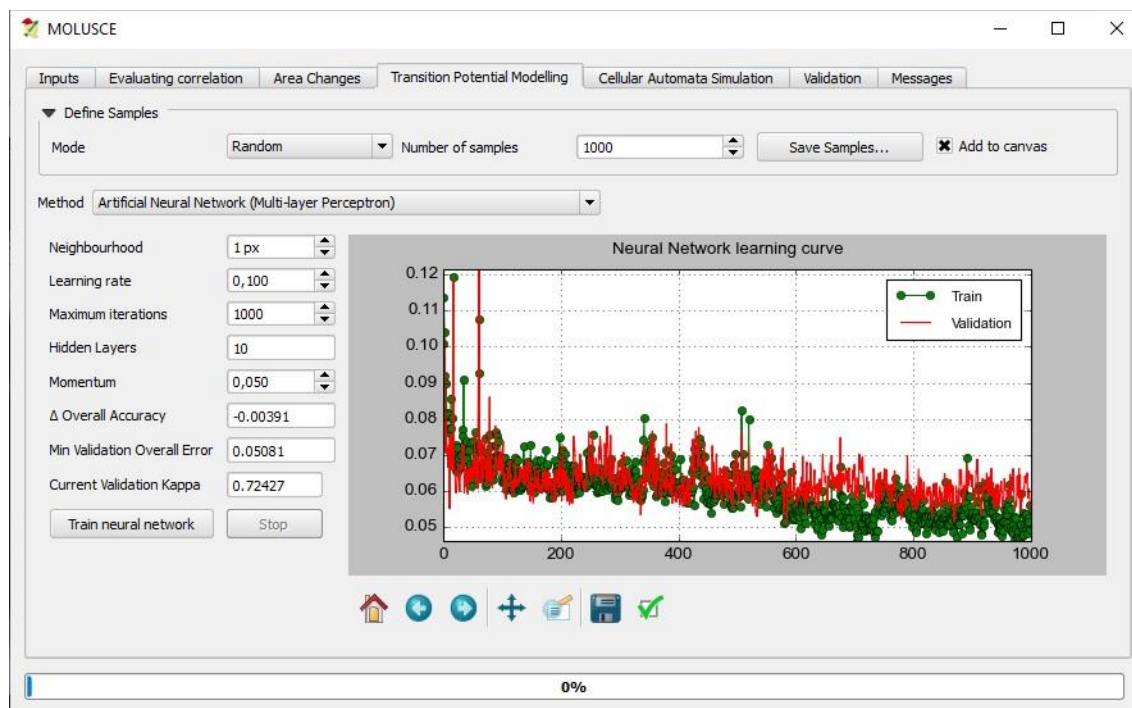
Rysunek 25. Mapa przejścia.



Źródło: Opracowanie własne.

Efektem analizy macierzy przejść jest mapa zmian, która przedstawia, zmianę poszczególnych funkcji terenu na inne. Dzięki temu można sprawdzić wizualnie jak aktualny stan zmieni się w przyszłości. Jest to jednak nieprecyzyjny obraz zmian, który czasami ciężko jest odczytać.

Rysunek 26. Modelowanie potencjału przejścia.

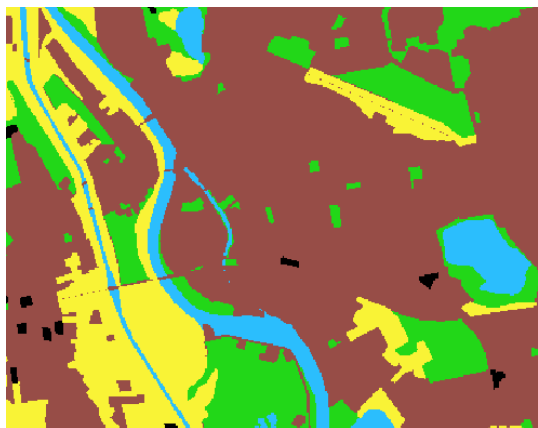


Źródło: Opracowanie własne.

Do analizy potencjału przejścia typu terenów wykorzystano metodę sieci neuronowych. Metoda ta umożliwiła przeprowadzenie symulacji zmiany zagospodarowania przestrzennego miasta w oparciu o trend zachodzących zmian w przeszłości oraz o odległość zachodzącej zmiany od określonych typów terenu. Współczynnik Kappa wyniósł 0,72 co oznacza, że wprowadzone do analizy mapy są do siebie podobne w 72 procentach.

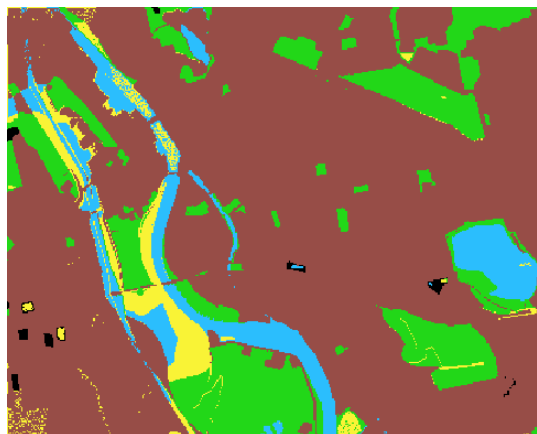
Następnym krokiem jest stworzenie symulacji, której wynikiem będzie mapa przedstawiająca prognozowane zagospodarowanie badanego terenu. Następnie dzięki otrzymanej mapie symulacji możliwe będzie porównanie jej do mapy przedstawiającej rzeczywisty stan i określenie podobieństwa między nimi. Mapa otrzymana po przeprowadzeniu symulacji zakłada, że duża część terenów łąk zamieni się w tereny zurbanizowane głównie w południowo-zachodniej części badanego obszaru. Faktyczna mapa na rok 2016 pokazuje jednak, że tereny łąk, w większym stopniu niż podczas symulacji, zostaną niezmienione.

Rysunek 27. Funkcje użytkowania terenu
Opola w 2016r.



Źródło: Opracowanie własne.

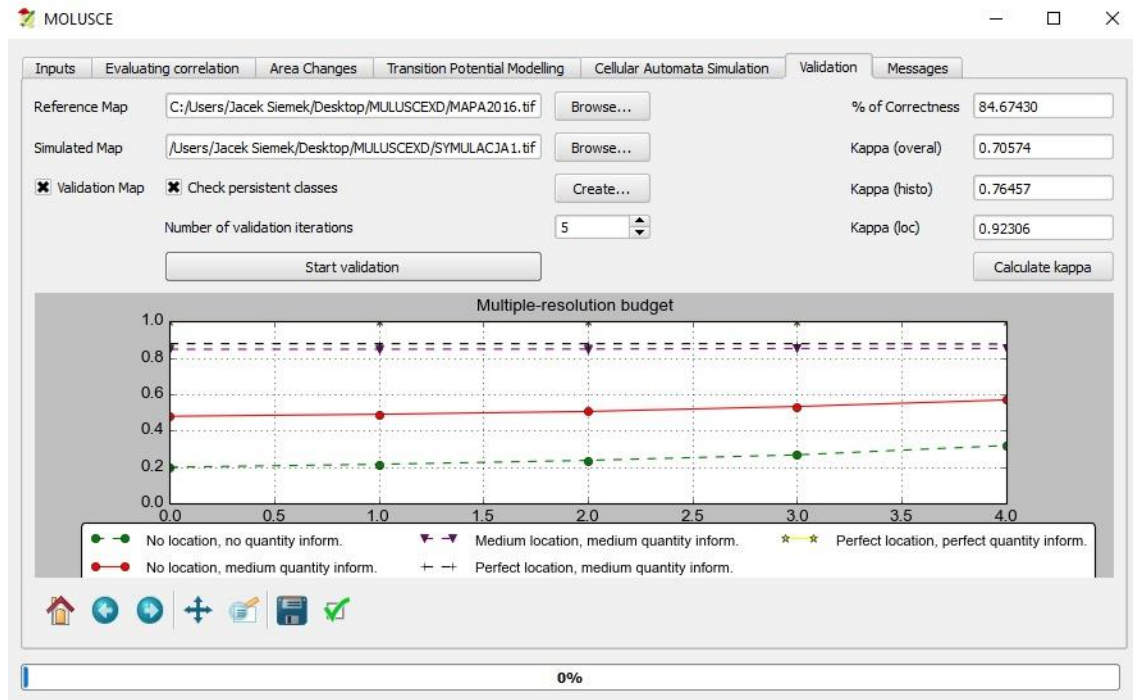
Rysunek 28. Mapa wynikowa symulacji dla
Opola.



Źródło: Opracowanie własne.

Poniżej przedstawiono wykres otrzymany po porównaniu mapy Opola z roku 2016 i mapy symulacji otrzymanej we wcześniejszej fazie analizy. Należy zwrócić uwagę na współczynnik podobieństwa Kappa, który wynosi 0,71. Oznacza to, że poddane analizie mapy wykazują silne podobieństwo na poziomie 71%.

Rysunek 29. Test walidacji map.



Źródło: Opracowanie własne.

V. PODSUMOWANIE

Podsumowując przeprowadzoną analizę można stwierdzić, że miasto Opole znacznie powiększyło swoje tereny pod względem ich urbanizacji na przestrzeni 89 lat. Największa zaobserwowana zmiana to przekształcenie terenów łąk na tereny zurbanizowane. Głównie zmiany te zaszły w centrum badanego obszaru, gdzie zmianie uległy te tereny łąk, które już wcześniej sąsiadowały z terenami zurbanizowanymi. Spadek wielkości terenów kopalnianych może być spowodowany zaprzestaniem wydobywania surowca w tych miejscach.

Hipotezę pierwszą potwierdza rozrost terenów zurbanizowanych w centralnej części miasta, ponieważ największy wzrost odnotowano właśnie dla tego typu terenu.

Hipoteza druga została potwierdzona, ponieważ wyniki wskazują na to, że tereny łąk miały największy udział w zmianach zagospodarowania terenów zurbanizowanych. Tereny łąk, które sąsiadowały z terenami zurbanizowanymi na mapie historycznej, faktycznie zmieniły swoje przeznaczenie.