

**KONCEPCJA MODELU ANALIZ PRZESTRZENNYCH
DO IDENTYFIKACJI TERENÓW WYŁĄCZONYCH Z ZABUDOWY,
NA POTRZEBY STUDIÓW UWARUNKOWAŃ I KIERUNKÓW
ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO GMIN MIEJSKICH**

**DESIGN OF A MODEL FOR SPATIAL ANALYSIS FOR USE IN IDENTIFYING
AREAS WHERE BUILDING DEVELOPMENT SHOULD BE PROHIBITED
OR FOR STUDIES OF SPATIAL PLANNING POLICIES
AND CONDITIONS AT LOCAL AUTHORITY LEVEL**

Joanna Jaroszewicz, Bożena Degórska

Katedra Gospodarki Przestrzennej i Nauk o Środowisku Przyrodniczym,
Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska

SŁOWA KLUCZOWE: GIS, model analiz przestrzennych, planowanie przestrzenne, tereny wyłączone z zabudowy, tereny otwarte, Kraków

STRESZCZENIE: W artykule przedstawiono koncepcję modelu analiz przestrzennych, wspomagającego proces planowania przestrzennego w zakresie identyfikacji terenów wyłączonych z zabudowy. Koncepcja modelu została opracowana na podstawie kryteriów środowiskowych dla gmin miejskich oraz przypisanych im wag stopniujących konieczność wyłączenia lub ograniczenia zabudowy. Model może być wykorzystywany przy sporządzaniu studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego oraz opracowań ekofizjograficznych na poziomie gminy. Parametryzacja modelu umożliwia analizowanie różnych scenariuszy. Udostępnienie aplikacji opartych na sparametryzowanym modelu społecznościom lokalnym może zwiększać ich udział w procesie planowania przestrzennego. W artykule omówiono również problemy na jakie natrafiono przy weryfikacji modelu. Wskazano na konieczność zintegrowania danych o środowisku w gminie w systemach informacji przestrzennej przyjmując jako podstawę referencyjną bazę danych. W artykule zwrócono również uwagę na korzyści wynikające z wprowadzenie w szerszym zakresie zaawansowanych technik GIS do praktyki planowania przestrzennego.

1. WSTĘP

Jednym z bardziej deficytowych zasobów przyrodniczych w mieście jest przestrzeń otwarta, biologicznie czynna – decydująca w znacznym stopniu o jakości życia człowieka i funkcjonowaniu „ekosystemu miejskiego”. Wyznaczenie terenów wolnych od zabudowy pozwala na przeznaczenie ich dla celów ochrony wartości przyrodniczych i krajobrazowych, wzmocnienia funkcjonowania systemu przyrodniczego oraz tworzenia godziwych warunków zamieszkania i rekreacji w mieście. Wskazania do wyłączeń powinny być oparte na rzetelnej analizie uwarunkowań, a wyniki zobrazowane w sposób czytelny i łatwy w odbiorze. Właściwa wizualizacja wyników analiz ma duże znaczenie w procesie planowania przestrzennego oraz komunikacji społecznej w zakresie ustaleń dokumentów planistycznych, ponieważ zakaz lub ograniczanie zabudowy często znacznie ingeruje w prawo własności.

W literaturze brakuje opracowań poświęconych analizie danych przestrzennych, która prowadziłaby do wyznaczenia terenów wyłączonych z zabudowy. Istnieje jednak wiele publikacji poświęconych terenom zieleni miejskiej i zastosowaniu GIS w planowaniu, rozmieszczeniu i analizie zmian tych terenów. Można przytoczyć tu prace nad rolą parków miejskich w zrównoważonym rozwoju miasta (Chiesura, 2003), zastosowaniem GIS do oceny rozmieszczenia parków w mieście (Oh, Jeong, 2007) do badania czasowych zmian rozmieszczenia zieleni miejskiej i jej typu (Kong, Nakagoshi, 2005) czy wzbogacenia metod ankietyzacji postaw społecznych wobec terenów zieleni miejskiej (Balram, Dragicevic, 2004). W ostatnich latach coraz więcej uwagi poświęca się możliwościom wykorzystania narzędzi GIS do rozwiązywania konfliktów społecznych na styku właściciel/developer a ochroną środowiska, tworząc właściwe podstawy dla zrównoważonego rozwoju miasta. Do tego nurtu zaliczyć można prace poświęcone alternatywnym scenariuszom ochrony przyrody (Lathrop, Bognar, 1998), roli właściwej wizualizacji w partycypacji społecznej w planowaniu przestrzennym (Andrzejewska *et al.*, 2007; Duhr, 2007).

Numeryczne bazy danych przestrzennych, dane opisowe i analogowe dane kartograficzne gromadzone w biurach planowania przestrzennego i innych jednostkach, właściwie zorganizowane w system informacji geograficznej, pozwalają na opracowanie modelu analiz przestrzennych przydatnego do wytypowania terenów wyłączonych z zabudowy lub predysponowanych do jej ograniczenia. Szczególnego podejścia wymagają dwa zagadnienia. Pierwsze z nich związane jest z integracją danych przestrzennych, dotyczącą zarówno baz danych referencyjnych definiujących odniesienie przestrzenne badanych obiektów i zjawisk (Gotlib *et al.*, 2007), jak i tematycznych danych przestrzennych, w tym danych środowiskowych (Nałęcz, 2007). Drugie zagadnienie związane jest z zakresem i oceną kryteriów wyłączania terenów z zabudowy, z zastosowaniem podziału na tzw. kryteria „twarde” i kryteria „miękkie”.

Organizacja danych w systemie informacji geograficznej umożliwi opracowanie modelu pozwalającego uzyskać syntetyczne wyniki waloryzujące przestrzeń miasta względem kryteriów wskazujących tereny do wyłączenia z zabudowy oraz prześledzenie przenikania się zasięgów obszarów, na których występują zdefiniowane kryteria „miękkie” i „twarde”. Model ten nie może być zdefiniowany raz na zawsze, stanowi raczej

propozycję podejścia do zagadnienia. Różnice regionalne i lokalne wymuszają bowiem, znaczną elastyczność. Szczególnie istotne z punktu widzenia opracowania modelu jest: dokładne zdefiniowanie kryteriów, określenie odpowiednich wag dla kryteriów, opracowanie właściwego modelu waloryzacji przestrzeni oraz odpowiednia prezentacja wyników analizy umożliwiająca właściwy odbiór i zrozumienie proponowanych wyłączeń i ograniczeń zabudowy. Prawidłowa prezentacja jest tu rozumiana jako system map – od map analitycznych obrazujących poszczególne kryteria, po mapy syntetyczne – ukazujących wyniki analizy.

Opracowany model może stać się efektywnym narzędziem wspomagającym proces planowania przestrzennego w gminie. Do budowy i testowania modelu wykorzystano, między innymi dane przestrzenne o środowisku, udostępnione do badań naukowych przez Urząd Miasta Krakowa, a zgromadzone na potrzeby „Opracowania ekofizjograficznego do zmiany Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Krakowa” (Degórska, 2009). Niniejszy model, mimo że skonstruowany na potrzeby ochrony środowiska, może być rozszerzany o inne kategorie obszarów i zastosowany dla innych miast, przy uwzględnieniu lokalnych uwarunkowań przestrzennych.

2. KRYTERIA POTENCJALNYCH WYŁĄCZEŃ I OGRANICZEŃ ZABUDOWY

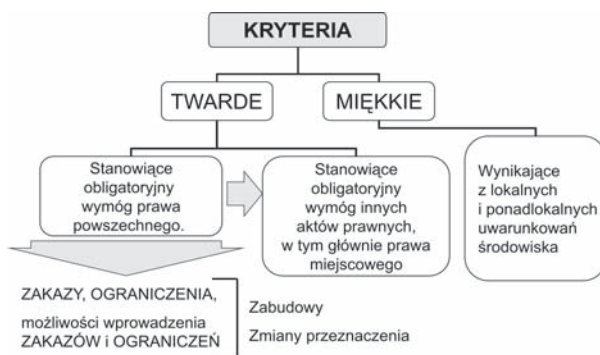
Opracowanie modelu i jego weryfikację poprzedziło wytypowanie kategorii terenów ważnych dla ochrony środowiska oraz nadanie im właściwych wag do identyfikacji potencjalnych wyłączeń i ograniczeń zabudowy. W nadawaniu wag uwzględniono różne kategorie obszarów istotne dla ochrony przyrody i funkcjonowania ekosystemów, ochrony przed zagrożeniami naturalnymi i antropogenicznymi, wymiany powietrza w mieście, eksploatacji surowców i wód oraz wynikające z potrzeb społecznych w zakresie zabezpieczenia przestrzeni rekreacyjnej.

Do określenia wag dla poszczególnych kategorii terenów według wskazań do wyłączenia lub ograniczenia zabudowy zastosowano podział obszarów według dwóch grup kryteriów, tj. kryteriów „twardych” i kryteriów „miękkich” (Rys. 1).

Kryteria „twarde” wynikają z uwarunkowań prawnych. Stanowią obligatoryjny wymóg prawa powszechnego, a zatem dotyczą wszystkich gmin w Polsce lub są wymogiem innych aktów prawnych, w tym głównie prawa miejscowego (np. plan ochrony rezerwatu przyrody). Wynikają, przede wszystkim, z Prawa ochrony środowiska (Dz. U. 2001, Nr 25, poz. 150 z późn. zm.), Ustawy o ochronie przyrody (Dz. U. 2004, Nr 92, poz. 880 z późn. zm.), Prawa wodnego (Dz. U. 2001, Nr 239, poz. 2019 z późn. zm.); Ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz. U. 1995, Nr 16, poz. 78 z późn. zm.), Prawa geologicznego i górniczego (Dz. U. 2005, Nr 228, poz. 1947 z późn. zm.), Ustawy o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz gminach uzdrowiskowych (Dz. U. 2005, nr 167, poz. 1399 z późn. zm.).

W grupie kryteriów „twardych” szczególną kategorię terenów stanowią obszary objęte zakazem zabudowy. Wskazanie w studiach uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin terenów wyłączonych z zabudowy ze względu na kryteria

prawne jest oczywiste. Należą do nich między innymi obszary bezpośredniego zagrożenia powodzią, tereny leżące w strefie 50 m od napowietrznej podstawy wału przeciwpowow-



Rys. 1. Schemat podziału kryteriów wyłączeń terenów spod zabudowy.

Tab. 1. Zestawienie wag dla przykładowych kategorii terenów Krakowa wskazanych do wyłączenia lub ograniczenia zabudowy wg kryteriów prawnych (tzw. „twardych”) w zakresie ochrony środowiska.

Kategorie obszarów	Wagi
Parki krajobrazowe z otuliną	
Tereny parków krajobrazowych poza dopuszczaną strefą zabudowy wg planu ochrony	100
Tereny parków krajobrazowych z dopuszczoną zabudową wg planu ochrony	5
Otulina parków krajobrazowych oraz obszar parków krajobrazowych z dopuszczeniem zabudowy	1
Obszary ochronne uzdrowiska Swoszowice	
strefa A	10
strefa B	5
strefa C	1
Strefy ochronne ujęć wód	
Teren ochrony bezpośredniej ujęcia wód podziemnych i powierzchniowych	100
Teren ochrony pośredniej ujęcia wód podziemnych	1
Teren ochrony pośredniej ujęcia wód powierzchniowych	10
Tereny ograniczonego użytkowania dla lotniska Kraków–Balice	
Strefa A	10
Strefa B	5
Strefa C	1
Tereny występowania zagrożenia powodzią	
Tereny bezpośredniego zagrożenia powodzią (tereny między wałami ochronnymi i leżące w strefie 50 m od napowietrznej podstawy wału przeciwpowodziowego)	100
Tereny potencjalnego zagrożenia powodzią	1

dziowego, tereny ochrony bezpośredniej ujęć wód powierzchniowych i podziemnych, rezerwy przyrody, użytki ekologiczne. Obszarom wskazanym w obowiązujących aktach do wyłączenia z zabudowy każdorazowo przypisano najwyższą wagę (100). W odniesieniu do terenów wskazanych do ograniczenia zabudowy na podstawie uwarunkowań prawnych przypisywano wagę 1 dla niewielkich ograniczeń zabudowy, 5 dla umiarkowanych oraz wagę 10 dla znacznych graniczeń (Tab. 1). Zróżnicowanie wielkości wag pomiędzy zakazem a ograniczeniami zabudowy ma za zadanie jednoznaczne wskazanie obszarów, dla których choć jedno kryterium wprowadza konieczność wyłączenia terenu z zabudowy.

Wobec coraz silniejszej presji urbanizacyjnej na tereny otwarte, wydaje się, że kryteria „twarde” nie są wystarczające dla zapewnienia: stabilnego funkcjonowania systemu przyrodniczego miast, w tym zabezpieczenia trwałego dostępu do terenów zieleni obecnym jak i przyszłym pokoleniom, dla kształtowania systemu regeneracji i wymiany powietrza, prawidłowego funkcjonowania systemu przyrodniczego (np. dla zachowania przebiegu korytarzy ekologicznych) oraz ochrony przed zagrożeniami.

Drugą grupę kryteriów stanowią, zatem, kryteria „miękkie”. Pozwalają one na przypisanie wag do terenów wyznaczonych na podstawie np. waloryzacji przestrzeni przyrodniczej czy innych opracowań tematycznych (Tab. 2).

Niezbędnym warunkiem wdrożenia modelu jest posiadanie przez gminę opracowań eksperckich, dotyczących głównie: waloryzacji środowiska biotycznego, w tym roślinności rzeczywistej, mapy korytarzy ekologicznych, mapy akustycznej, mapy systemu przewietrzania miasta, waloryzacji terenów otwartych dla potrzeb rekreacji i ochrony krajo-

Tab. 2. Zestawienie wag dla przykładowych kategorii terenów Krakowa wskazanych do wyłączenia lub ograniczenia zabudowy wg kryteriów „miękkich” w zakresie ochrony środowiska.

Kategorie obszarów	Wagi
Waloryzacja roślinności rzeczywistej (wg Dubiel, Szwańczyk (red.), 2008)	
Obszary o najwyższych walorach przyrodniczych	100
Obszary o wysokich walorach przyrodniczych	10
Obszary cenne pod względem przyrodniczym	5
Korytarze ekologiczne (wg Walasz, 2009)	
Osiowe pasma korytarzy ekologicznych	100
Pozostałe tereny wodnych korytarzy ekologicznych	5
Pozostałe tereny innych korytarzy ekologicznych	1
Korytarze ekologiczne pomiędzy obszarami Natura 2000 – pasma osiowe	100
Korytarze ekologiczne pomiędzy obszarami Natura 2000 – pasma uzupełniające	5
System przewietrzania miasta (wg Błażejczyk, 2009)	
Rynny splywu powietrza ze zboczy	10
Korytarze wymiany powietrza – pasma osiowe	100
Korytarze wymiany powietrza – pozostałe tereny w bezpośrednim sąsiedztwie pasm osiowych	5
Korytarze wymiany powietrza – pozostałe tereny	1
Główne obszary regeneracji powietrza poza rynnami splywu i korytarzami wymiany powietrza (lasy, parki, zieleńce, itp.)	10

brazu i innych opracowań w formie umożliwiającej zintegrowanie informacji w spójnej bazie danych GIS.

Określenie kryteriów wyłączenia terenów z zabudowy lub jej ograniczania, które znajdowałyby powszechne zastosowanie dla wszystkich gmin miejskich w Polsce jest praktycznie niemożliwe, w związku ze zróżnicowanymi warunkami fizycznogeograficznymi jak i uwarunkowaniami prawnymi, głównie w zakresie prawa lokalnego. W związku z tym kryteria muszą być przyjmowane w odniesieniu do danej jednostki terytorialnej. Przyjęta metoda bazuje na systemowym podejściu do określania terenów wyłączonych z zabudowy lub podlegających jej ograniczaniu. Podobne systemowe podejście, jakkolwiek na poziomie jakościowym, bez zastosowania modułowej parametryzacji, zastosowano do wyznaczenia Sieci Stabilności Ekologicznej Krakowa (Degórska, 2009).

3. KONCEPCJA MODELU ANALIZ PRZESTRZENNYCH

Koncepcja modelu została oparta na dwóch głównych założeniach: budowie modułowej i parametryzacji. Budowa modułowa umożliwiła podział modelu na podmodele zorganizowane tematycznie, np. podmodel ochrony przyrody, czy podmodel ochrony wód i ich ujęć. W podstawowym podziale każdy moduł odpowiada jednemu kryterium wyłączenia terenów z zabudowy lub ograniczenia zabudowy. Takie podejście umożliwia swobodną rozbudowę modelu w przyszłości i ułatwia pracę koncepcyjną, która może odbywać się w zespołach naukowych związanych z danym zagadnieniem badawczym. Parametryzacja modelu pozwala natomiast na proste i szybkie wprowadzanie zmian kluczowych ustawień modelu. Możliwość ta okazała się istotna już na etapie projektowania. Docelowo jednak, jest ona przeznaczona głównie dla użytkowników, pozwalając im tworzyć różne scenariusze i otrzymywać adekwatne wyniki analizy. Wprowadzono następujące parametry: 1) parametr generalizacyjny – określający wielkość komórki rastra w środowisku geoprzetwarzania modelu. Parametr ten określa szczegółowość prowadzonej w modelu analizy i jest zależny głównie od danych źródłowych; 2) parametr strefowy – określający wielkość buforów stref ochronnych wokół obszarów spełniających dane kryterium – przy czym sparаметryzowane zostały tylko te strefy buforowe, które wynikały z kryteriów „miękkich”; 3) parametr wagujący - określający wagi dla kryteriów miękkich, wprowadzony na etapie reklasyfikacji wartości rastrow.

Koncepcja modelu określa również etapy jego opracowania: 1) pozyskanie danych; 2) organizacja danych; 3) wstępne przetworzenie danych wektorowych; 4) przejście z modelu wektorowego na rastrowy (rasteryzacja); 5) przypisanie wartości wag (reklasyfikacja); 6) łączenie podmodeli (łączenie kryteriów) prowadzące do otrzymania końcowych wyników; 7) opracowanie prezentacji wyników.

3.1. Etap 1 - pozyskanie danych

Jednym z bardziej czasochłonnnych etapów opracowania modelu jest etap pozyskania danych. Jest to spowodowane znacznym ich rozproszeniem – przestrzennym i


pojęciowym. Obecnie, istotnym problemem jest zapewnienie pełnej integracji danych. W konsekwencji, wiele cennego czasu, który mógłby zostać przeznaczony na prace koncepcyjne, analityczne i konsultacje społeczne w planowaniu przestrzennym trwoniony jest na zebranie i doprowadzenie do „wspólnego mianownika” danych pochodzących z różnych źródeł. Dane są gromadzone, przechowywane i udostępniane przez wiele różnych instytucji: dyrekcje parków narodowych, krajobrazowych, regionalne dyrekcje ochrony środowiska, regionalny zarząd gospodarki wodnej i inne. Część danych zorganizowana jest w postaci baz danych przestrzennych, inne składają się z opisu i załączników graficznych. Przystąpienie do opracowania studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy może być bodźcem do integracji danych w jednym systemie informacji przestrzennej. Na potrzeby opracowania studium gromadzone są ogromne ilości różnorodnych danych przestrzennych. Niestety brak wytycznych dotyczących takiej organizacji ogranicza często wykorzystanie ich w przyszłości. Organizacja zgromadzonych danych w systemie informacji geograficznej ułatwiłaby prace analityczne, opracowanie prezentacji kartograficznej czy przyszłą aktualizację i opracowanie nowego planu. Pozwoliłaby również na śledzenie zmian zachodzących w czasie i przewidywanie prawdopodobnych scenariuszy rozwoju miasta na przyszłe lata. Istotne wydaje się wprowadzenie regulacji prawnych wymuszających w jakimś stopniu zmianę podejścia. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 28 kwietnia 2004 r. w sprawie zakresu projektu studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy (Dz. U. 2004 nr 118 poz. 1233) mówi o rysunku sporządzonym na kopii mapy topograficznej (w skali od 1:5 000 do 1:25 000). Takie podejście zapewnia jedynie zachowanie minimum odniesienia przestrzennego, nie precyzuje czy możliwe jest opracowanie studium w oparciu np. o topograficzną bazę danych (TBD). Natomiast Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie opracowań ekofizjograficznych (Dz. U. 2002 nr 155 poz. 1298) określa część kartograficzną już jako zbiór map analitycznych i syntetycznych. Przegląd części kartograficznych w opracowaniach ekofizjograficznych na poziomie gminy wykonany w 2008 roku w ramach własnych prac badawczych (Jaroszewicz, 2008) wskazuje, że w większości przypadków mapa syntetyczna rozumiana jest przez autorów opracowań jako proste nałożenie wszystkich zebranych warstw tematycznych skutkując brakiem czytelności.

Do opracowanej koncepcji modelu wykorzystano materiały zgromadzone na potrzeby opracowania zmian studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Krakowa w skali 1:25 000. Niestety jedynie część danych pozyskana została w postaci zorganizowanych baz danych. Pozostałe dane pochodziły z programów wspomagających projektowanie. Charakteryzowała się również bardzo różną szczegółowością. Na przykład obszary występowania złóż kopalin pozyskano w postaci punktów geodezyjnych załamania granic tych obszarów, dane o walorach przyrodniczych z bazy danych waloryzacji przyrodniczej o szczegółowości odpowiadającej mapie topograficznej w skali 1:10 000, informacje dotyczące systemu wymiany regeneracji powietrza z mapy w skali 1:25 000. Utrudniło to w znacznym stopniu prace nad modelem.

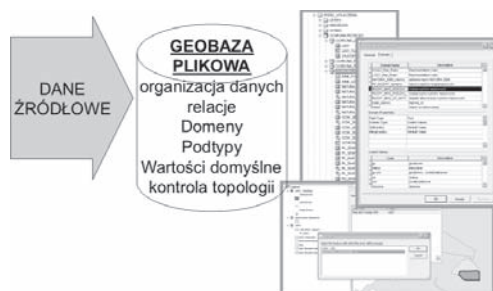
3.2. Etap 2 – organizacja danych

Dla każdego kryterium opracowano teoretycznie wymagane dane oraz podano ich źródła. Rysunek poniżej (Rys. 2) przedstawia przykłady niezbędnych danych dla założonych kryteriów. Poszczególne kryteria i związane z nimi dane zostały połączone w grupy tematyczne, np. kryteria związane z formami ochrony przyrody, z ochroną przed powodzią itd.

Na przykład w zestawie danych dotyczących klimatu zdefiniowane zostały klasy obiektów: korytarze wymiany powietrza (wielobok), granice ciągów nawietrzających (wielobok), rynnny spływu powietrza ze zbroczy (wielobok), zastoiska zimnego powietrza (wielobok), osie korytarzy, ciągów i rynien (linie), strefy regeneracji powietrza (wielobok). A w zestawie danych dotyczących zagrożeń zdefiniowano m.in.: ponadnormatywny hałas (wielobok), tereny skażenia gleb metalami ciężkimi (wielobok), strefy emanacji radonu (linie), obiekty stanowiące potencjalne źródło zanieczyszczeń (wielobok), potencjalni sprawcy poważnych awarii (poligon), obszary zagrożone powodzią (wielobok),

KRYTERIA PRAWNE	KRYTERIA „MIĘKKIE”
<p>WYŁĄCZENIA I OGRANICZENIA ZABUDOWY Z UWAGI NA USTANOWIENIE FORM OCHRONY PRZYRODY</p> <p>I. REZERWATY PRZYRODY > REZERWATY ISTNIEJĄCE</p> <p>ŹRÓDŁA DANYCH: AKT POWOŁUJĄCY PLAN OCHRONY</p> <p>DANE:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. granice rezerwatu 2. typ rezerwatu: - ochrony ścisłej i czynnej - ochrony krajobrazowej <p>OPCJE: Inne strefy wynikające z zapisów planu ochrony lub planu zadań ochronnych</p> <p>akt powołania rezerwatu obecnie zarządzanie regionalnego dyrektora ochrony środowiska</p> <p>Plan ochrony rezerwatu przyrody ustanowiony przez regionalnego dyrektora ochrony środowiska, w drodze aktu prawa miejscowego w formie zarządzenia</p> 	<p>WYŁĄCZENIA I OGRANICZENIA ZABUDOWY Z UWAGI NA UWARUNKOWANIA KLIMATYCZNE</p> <p>ELEMENTY SYSTEMU WYMIANY I REGENERACJI POWIETRZA</p> <p>ŹRÓDŁA DANYCH: SPECJALISTYCZNE OPRACOWANIE dla potrzeb opracowania ekofizjograficznego do zmiany studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego</p> <p>DANE:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. granice korytarzy wymiany powietrza 2. granice ciągów nawietrzających 3. rynnny spływu powietrza ze zbroczy pełniące jednocześnie funkcje napowietrzające 4. pozostałe rynnny spływu powietrza ze zbroczy 5. zastoiska zimnego powietrza 6. osie korytarzy, ciągów i rynien <p>zalecane wyłączenie z zabudowy środkowych pasm oraz znaczne ograniczenia w pozostałym obszarze</p>

Rys. 2. Przykłady organizacji danych dla potrzeb opracowania modelu.



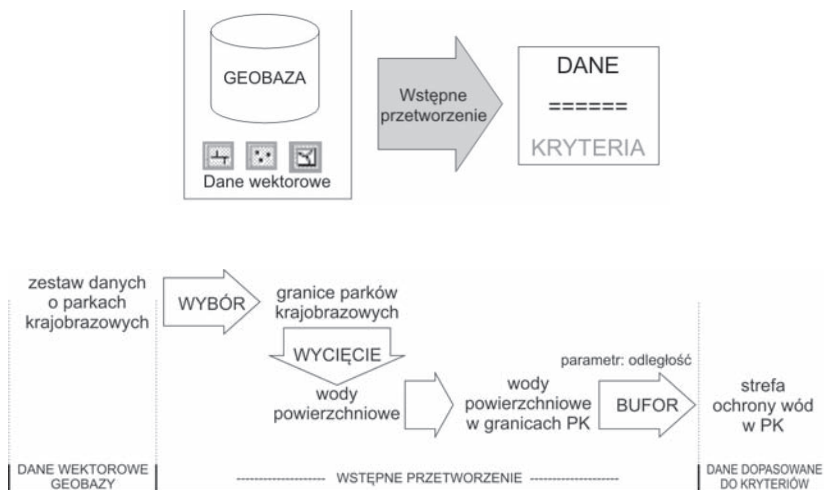
Rys. 3. Organizacja danych źródłowych w geobazie plikowej ArcGIS ESRI.

zagrożenia geodynamiczne (poligon), obszary o płytko zalegającej wodzie gruntowej (wielobok), linie transportu niebezpiecznych środków chemicznych (linie), i inne.

Dla każdej klasy obiektów zaprojektowane zostały atrybuty tabeli. Zdefiniowano również reguły geobazy (reguły organizacji danych, relacje i ich klasy, domeny, podtypy, wartości domyślne, reguły topologiczne) (Rys. 3).

3.3. Etap 3 – wstępne przetworzenie danych

Organizacja danych została zaplanowana w taki sposób, aby zbliżyć się do opracowanych kryteriów. Dane źródłowe musiały zostać wstępnie przetworzone, aby w pełni odzwierciedlały pojęciowo kryteria. Przykładowo, jednym z kryteriów była strefa ochronna od linii brzegu wód powierzchniowych w parkach krajobrazowych, w której przewidywano zakaz zabudowy (z pewnymi wyjątkami). Dane źródłowe wprowadzone do modelu zawierały m.in. klasę obiektów liniowych (np. rzeki i kanały) i klasę obiektów poligonowych (np. zbiorniki wodne). Otrzymanie klasy obiektów spełniających zadane kryterium wymagało wstępnego przetworzenia tych danych wektorowych. Konieczne było wycięcie wód powierzchniowych w granicach parków krajobrazowych, wyznaczenie buforów, a następnie ponowne przycięcie buforów do granic parku krajobrazowego. Przyjmując wymiar liniowy bufora równy 100 m otrzymano klasę obiektów poligonowych strefy ochronnej wód powierzchniowych w parkach krajobrazowych. Schemat tych działań ilustruje Rys. 4. Należy zaznaczyć, że analogiczne postępowanie mogłoby zostać zastosowane dla danych o szczegółowości odpowiadającej skali mapy zasadniczej i pochodzących z katastru wodnego.



Rys. 4. Schemat wstępnego przetworzenia danych wektorowych. Przykład dotyczy kryterium stref ochronnych dla wód powierzchniowych w parkach krajobrazowych.

3.4. Etap 4 - przejście z modelu wektorowego na rastrowy (rasteryzacja)

Klasy obiektów poligonowych otrzymano w wyniku wstępnego przetworzenia danych źródłowych. Rozbieżności między danymi, błędy topologiczne, różne dokładności i zniekształcenia wynikające z transformacji między układami uniemożliwiły opracowanie efektywnego narzędzia analiz wektorowych. Ponadto dla części branych pod uwagę obiektów lub zjawisk nie ma możliwości ścisłego wyznaczenia granic. Dotyczy to np. obszarów wymiany i regeneracji powietrza, korytarzy ekologicznych itd. W celu prostego zintegrowania danych postanowiono wprowadzić procedurę rasteryzacji przetwarzając klasy obiektów poligonowych w rastry. Wartości pikseli rastra stanowiły liczby całkowite pochodzące z pola atrybutów o nazwie roboczej typ_kod przewidzianego dla każdej klasy obiektów poligonowych. Dodatkowo konieczna okazała się zamiana wartości BrakDanych (NoData) na wartości zerowe. Wszystkie warstwy rastrowe miały określony dokładnie ten sam zasięg przestrzenny oraz wielkość komórki rastra. Wielkości te zostały sparametryzowane w modelu, dzięki czemu istnieje możliwość zmiany ich wartości w momencie uruchomienia modelu przez użytkownika.

Etap ten mógłby zostać w znacznym stopniu ograniczony, pod warunkiem możliwości pozyskania obiektów geometrycznych danych przestrzennych na wysokim poziomie dokładności. W przyszłości zapewnić to mogą referencyjne bazy danych.

3.5. Etap 5 – przypisanie wag (reklasyfikacja)

Jest to kluczowy etap dla prawidłowego funkcjonowania modelu. Reklasyfikacja wartości rastrowe powinna odzwierciedlać wagi poszczególnych kryteriów dla wyłączeń terenów spod zabudowy. Wartości wag dla kryteriów „miękkich” zostały sparametryzowane w modelu, przy czym możliwe wartości do wprowadzenia odpowiadają wartościom określonym w rozdziale 2.

3.6. Etap 6 - łączenie podmodeli (łączenie kryteriów) prowadzące do otrzymania końcowych wyników

Otrzymane zestawy danych rastrowych odzwierciedlają wagę poszczególnych kryteriów na konieczność wyłączenia terenów spod zabudowy lub jej ograniczenia. W etapie łączenia podmodeli wykorzystywano jednowynikową algebrę map ArcGIS. Zastosowano algebrę jednowynikową, gdyż może ona zostać wprowadzona do modelu tworzonego w Model Builder, aplikacji wykorzystanej do opracowania i archiwizacji modelu analiz przestrzennych. Na tym etapie sparametryzowane zostały dane wejściowe do algebry map. Jeżeli jakieś kryterium nie jest w danym momencie brane pod uwagę wprowadzany jest raster o wartościach zerowych, posiadający jednakowy zakres przestrzenny i wielkość piksela.

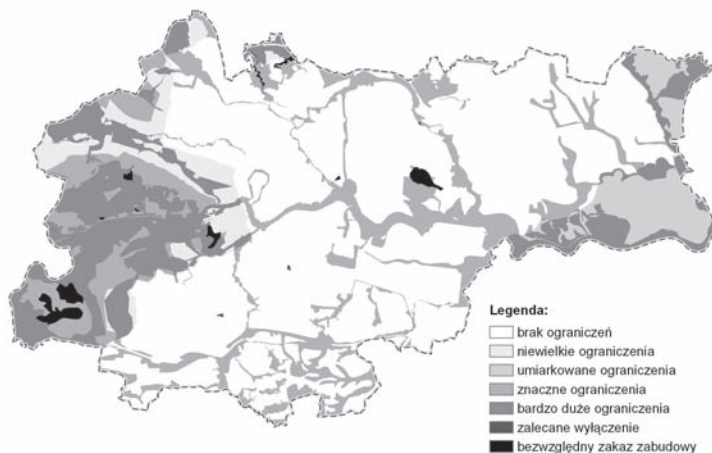
3.7. Etap 7 – opracowanie prezentacji wyników

Wynikiem analizy jest raster o wartościach pikseli odpowiadających sumie wag wprowadzonych do analizy kryteriów. Istnieje także możliwość wykonania analizy dla wybranych zestawów kryteriów, na przykład jedynie dla kryteriów wynikających z usta-

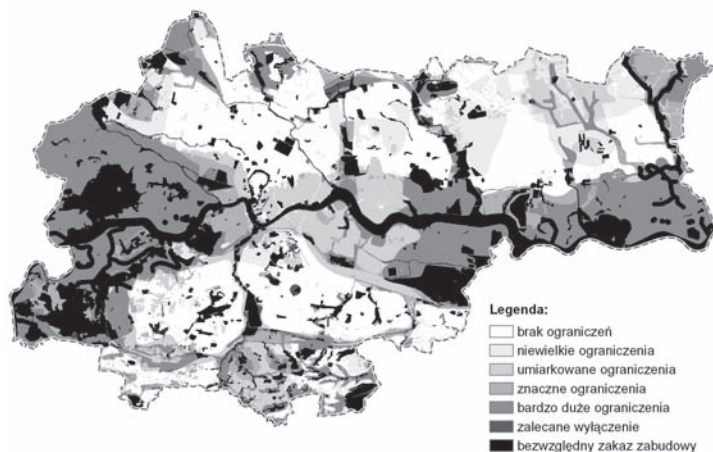
wy o ochronie przyrody i o zadanej szczegółowości (parametr wielkości piksela rastra). Otrzymany obraz rastrowy jest obrazem syntetycznym, ukazującym stopień konieczności podjęcia decyzji o wyłączeniu lub ograniczeniu zabudowy na danym obszarze. Jest również obrazem zgeneralizowanym (do wielkości piksela rastra). Prawidłowa prezentacja wyników wymaga odpowiedniej klasyfikacji otrzymanych sumarycznych wartości. Ideą tej klasyfikacji jest zasada, że dla każdego piksela rastra wynikowego klasa nie może być niższa niż najwyższa klasa z rastrów składowych. Przyjęto następującą klasyfikację:

- 0 – brak ograniczeń,
- 1 – niewielkie ograniczenia,
- 1-5 – umiarkowane ograniczenia,
- 5-10 – znaczne ograniczenia,
- 10-50 – bardzo duże ograniczenia,
- 50-99 – wyłączenia z zabudowy,
- 100 i powyżej – bezwzględny zakaz zabudowy (z wyjątkiem zabudowy o specjalnym przeznaczeniu).

Na rysunkach (Rys. 5 i Rys. 6) przedstawiono mapy syntetyczne prezentujące rezultaty analizy uzyskane za pomocą opracowanego modelu i pozyskanych danych źródłowych. Pierwsza z nich (Rys. 5) została opracowana dla kryteriów związanych z ochroną środowiska biotycznego, druga zaś (Rys. 6) dla wszystkich branych pod uwagę kryteriów w aktualnie opracowanym modelu związanym z kompleksową ochroną środowiska w Krakowie. Sumaryczne wartości wag zostały sklasyfikowane zgodnie z propozycją podaną wyżej.



Rys. 5. Mapa ograniczeń lub wyłączeń terenów z zabudowy wyznaczonych za pomocą modelu w zakresie ochrony środowiska biotycznego (dla zgromadzonych przykładowych danych).



Rys. 6. Mapa ograniczeń lub wyłączeń terenów z zabudowy wyznaczonych za pomocą modelu w zakresie kompleksowej ochrony środowiska (dla zgromadzonych przykładowych danych).

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Model pozwala na analizę stopnia konieczności wprowadzenia ograniczeń i wyłączeń terenów spod zabudowy w sposób uogólniony – dostosowany do potrzeb studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy. Może być wykorzystany przy projektowaniu systemu terenów otwartych miasta. Może stać się również materiałem do dalszych analiz. Budowa modułowa pozwala na swobodną rozbudowę modelu o dodatkowe kryteria, które dotychczas nie były brane pod uwagę, na przykład o strefy ochrony konserwatorskiej i inne.

Model może być wykorzystywany zarówno do opracowania ekofizjograficznego (pozwalając na uzyskanie syntetycznych map) jak i do prac nad studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego ułatwiający proces decyzyjny. Może również zostać wykorzystany do opracowania alternatywnych scenariuszy (parametryzacja modelu) i ułatwić zwiększenie udziału społeczeństwa w procesie planowania przestrzennego na etapie konsultacji. W trakcie opracowywania modelu natrafiono na szereg trudności, najważniejsze z nich to: brak danych o środowisku pozwalających na analizę rozkładu przestrzennego zjawiska lub wyznaczenia granic obszaru (kilka punktów monitoringu w gminie), duże rozproszenie danych źródłowych, niska jakość geometryczna i topologiczna, brak integralności (np. różna szczegółowość danych, różne definicje obiektów, różna organizacja danych: zarówno w bazach danych przestrzennych jak i w postaci warstw w programach wspomagających projektowanie).

Praca nad modelem ujawniła również ogólniejszy problem. Istnieje pilna potrzeba zintegrowania danych o środowisku w gminie w systemach informacji przestrzennej w oparciu o referencyjną bazę danych oraz wprowadzenie w szerszym zakresie zaawansowanych technik GIS do praktyki planowania przestrzennego.

5. LITERATURA

Andrzejewska M., Baranowski M., Fiedziukiewicz K., Kowalska A., Matuszkiewicz J.M., Rusztecka M., Roo-Zielińska E., Solon J., 2007. O partycypacji społecznej w planowaniu przestrzennym – Zastosowania geowizualizacji w celu wzmocnienia udziału społecznego w planowaniu przestrzennym. http://www.gridw.pl/pspe/movies/O%20partycypacji_spoecznej.pdf

Balram Sh., Dragicevic S., 2005. Attitudes toward urban green spaces: integrating questionnaire survey and collaborative GIS techniques to improve attitude measurements. *Landscape and Urban Planning*, 71 (2005), s. 147-162.

Błażejczyk K., 2009. Możliwości poprawy warunków aerosanitarnych i klimatycznych – kształtowanie systemu przewietrzania i regeneracji powietrza. [w:] B. Degórska (red.) *Opracowanie ekofizjograficzne do zmiany Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Krakowa* (manuskrypt).

Chiesura A., 2004. The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, 68 (2004), s. 129-138.

Degórska B., 2009. Sieć stabilności ekologicznej jako ważny czynnik zrównoważonego rozwoju dużego miasta na przykładzie Krakowa. [w:] Ochrona łączności ekologicznej w Polsce, W. Jędrzejewski, D. Ławreszuk (red.), *Wdrażanie koncepcji korytarzy ekologicznych w Polsce*, Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk, Białowieża, s. 162-170.

Degórska B. (red.), 2009. *Opracowanie ekofizjograficzne do zmiany Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Krakowa*. Urząd Miasta Krakowa, (manuskrypt).

Dubiel E., Szwagrzyk J. (red.) 2008, *Atlas roślinności rzeczywistej Krakowa*. Urząd Miasta Krakowa, Kraków.

Duhr S., 2007. *The visual language of spatial planning: exploring cartographic representations for spatial planning in Europe*. London; New York: Routledge, cop.

Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R., 2007. Harmonizacja baz danych referencyjnych – niezbędny krok ku budowie krajowej infrastruktury danych przestrzennych. *Roczniki Geomatyki*, t. V (z.1), s. 35-38.

Jaroszewicz J., 2008. Koncepcja systemu znaków dla prezentacji kartograficznych w opracowaniach ekofizjograficznych obszarów metropolii. Prace badawcze własne w ramach grantu dziekański (manuskrypt).

Kong F., Nakagoshi N., 2006. Spatial-temporal gradient analysis of urban green spacer in Jinan, China. *Landscape and Urban Planning*, 78, s. 147-164.

Lathrop R. G., Bognar J. A., 1998. Applying GIS and Landscape ecological principles to evaluate land conservation alternatives. *Landscape and Urban Planning*, 41, s. 27-41.

Nałęcz T., 2007. Integracja danych przestrzennych o środowisku naturalnym – wyzwanie dla instytucji z branży ochrony środowiska? *Roczniki Geomatyki*, t. V (z.1), s. 81-89.

Oh K., Jeong S., 2007. Assessing the spatial distribution of urban parks using GIS. *Landscape and Urban Planning*, 82, s. 25-32.

Walaśz K., 2009. Identyfikacja terenów o wysokich walorach przyrodniczych, z uwagi na ochronę fauny i jej siedlisk. [w:] B. Degórska (red.) Opracowanie ekofizjograficzne do zmiany Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Krakowa (manuskrypt).

DESIGN OF A MODEL FOR SPATIAL ANALYSIS FOR USE IN IDENTIFYING AREAS WHERE BUILDING DEVELOPMENT SHOULD BE PROHIBITED OR FOR STUDIES OF SPATIAL PLANNING POLICIES AND CONDITIONS AT LOCAL AUTHORITY LEVEL

KEY WORDS: GIS, spatial analysis model, spatial planning, areas excluded from building development, urban open space, Cracow

SUMMARY: The article presents a concept for a model of spatial analysis which supports the spatial planning of urban municipalities in terms of identification of those areas excluded from building development. This model was based on predetermined environmental criteria for urban municipalities to which numerical values are attached. This may be helpful for spatial planning at a local level. The definition of these parameters permits the analysis of various scenarios. Models may also include another criterion in terms of areas where building development is not to be permitted. Making the present model easily accessible to local communities may enhance their participation in the spatial planning process. This article also presents the difficulties encountered during the verification of the model. The study puts the stress on the necessity of integrating environmental data into the geographic information systems based on the reference database. Every single Polish commune should have such a database. Another issue given special consideration therein is the advantage conferred in the short term by the greater use of advanced methods of GIS in spatial planning.

dr inż. Joanna Jaroszewicz
j.jaroszewicz@gik.pw.edu.pl
telefon: +48 22 2347142

dr Bożena Degórska
bodego@op.pl
telefon: +48 22 2345587