

dr Krzysztof Pyszny

Wydział Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

e-mail:pyszny.gis@gmail.com

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA NARZĘDZI GIS W OPRACOWANIACH EKOFIZJOGRAFICZNYCH I STRATEGICZNEJ OCENIE ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO

Wprowadzenie

Systemy informacji geograficznej (GIS) to pojęcie głęboko osadzone w świadomości każdej osoby zajmującej się szeroko rozumianą gospodarką przestrzenną. Jednak faktyczne wykorzystanie narzędzi GIS i ich możliwości na etapie sporządzenia opracowania ekofizjograficznego czy prognozy oddziaływania na środowisko jest małe. Wyniki badań przeprowadzonych w województwie wielkopolskim (Pyszny 2016) wskazują, że narzędzia GIS rozumiane jako oprogramowanie GIS były wykorzystane zaledwie w 9,2% prognoz oddziaływania na środowisko sporządzonych do projektów studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin w latach 2009-2015. Ponadto autorzy prognoz w 38% analizowanych dokumentów nie odnosili się do wniosków wynikających z opracowań ekofizjograficznych.

Celem niniejszego artykułu jest wskazanie odpowiedzi na następujące pytania: z jakich narzędzi GIS korzystamy i z jakich będziemy korzystać, gdzie szukać wektorowych danych o środowisku i ile one kosztują, dlaczego warto wspierać się modelowaniem GIS.

1. Opracowanie ekofizjograficzne

Aktualnie obowiązującym aktem prawa i jednoznacznie wskazującym na konieczność zapewnienia w studium i miejscowym planie warunków równowagi przyrodniczej i racjonalnej gospodarki zasobami środowiska, jest ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. *Prawo ochrony środowiska* (Dz. U. z 2016 r. poz. 672 z późn. zm.). W ustawie tej, w art. 72 ust. 4 wskazuje się, by warunki te zostały określone na podstawie opracowań ekofizjograficznych, które w kolejnym ustępie zdefiniowano jako dokumentację charakteryzującą poszczególne elementy przyrodnicze na obszarze objętym studium lub planem miejscowym i ich wzajemne powiązania. Sporządza się je przed rozpoczęciem prac nad projektem ww. dokumentów. Zakres, w jakim należy sporządzić opracowanie ekofizjograficzne

podstawowe i problemowe, określono w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie opracowań ekofizjograficznych (Dz. U. Nr 155 poz. 1298). Opracowanie składa się z części kartograficznej i opisowej. Zgodnie z § 6 ww. rozporządzenia część kartograficzna i opisowa opracowania podstawowego obejmuje:

- 1) rozpoznanie i charakterystykę stanu oraz funkcjonowania środowiska, udokumentowane i zinterpretowane przestrzennie w zakresie:
 - a) poszczególnych elementów przyrodniczych i ich wzajemnych powiązań oraz procesów zachodzących w środowisku,
 - b) dotychczasowych zmian w środowisku,
 - c) struktury przyrodniczej obszaru, w tym różnorodności biologicznej,
 - d) powiązań przyrodniczych obszaru z jego szerszym otoczeniem,
 - e) zasobów przyrodniczych i ich ochrony prawnej,
 - f) walorów krajobrazowych i ich ochrony prawnej,
 - g) jakości środowiska oraz jego zagrożeń wraz z identyfikacją źródeł tych zagrożeń;
- 2) diagnozę stanu i funkcjonowania środowiska, a w szczególności:
 - h) ocenę odporności środowiska na degradację oraz zdolności do regeneracji,
 - i) ocenę stanu ochrony i użytkowania zasobów przyrodniczych, w tym różnorodności biologicznej,
 - j) ocenę stanu zachowania walorów krajobrazowych oraz możliwości ich kształtowania,
 - k) ocenę zgodności dotychczasowego użytkowania i zagospodarowania obszaru z cechami i uwarunkowaniami przyrodniczymi,
 - l) ocenę charakteru i intensywności zmian zachodzących w środowisku,
 - m) ocenę stanu środowiska oraz jego zagrożeń i możliwości ich ograniczenia;
- 3) wstępną prognozę dalszych zmian zachodzących w środowisku, polegającą na określeniu kierunków i możliwej intensywności przekształceń i degradacji środowiska, które może powodować dotychczasowe użytkowanie i zagospodarowanie;
- 4) określenie przyrodniczych predyspozycji do kształtowania struktury funkcjonalno-przestrzennej, polegające w szczególności na wskazaniu obszarów, które powinny pełnić przede wszystkim funkcje przyrodnicze;
- 5) ocenę przydatności środowiska, polegającą na określeniu możliwości rozwoju i ograniczeń dla różnych rodzajów użytkowania i form zagospodarowania obszaru;
- 6) określenie uwarunkowań ekofizjograficznych, formułowanych w postaci wniosków z analiz, prognoz i ocen, o których mowa w pkt 1–5, stosownie do przedmiotu i skali sporządzanego planu zagospodarowania przestrzennego, które w szczególności obejmują:
 - a) określenie przydatności poszczególnych terenów dla rozwoju funkcji użytkowych, a w szczególności: mieszkaniowej, przemysłowej, wypoczynkowo-rekreacyjnej, rolniczej, leśnej, uzdrowskiej,

- komunikacyjnej, z uwzględnieniem infrastruktury niezbędnej do prawidłowego spełniania tych funkcji,
- b) wskazanie terenów, których użytkowanie i zagospodarowanie, z uwagi na cechy zasobów środowiska i ich rolę w strukturze przyrodniczej obszaru, powinno być podporządkowane potrzebom zapewnienia prawidłowego funkcjonowania środowiska i zachowania różnorodności biologicznej,
 - c) określenie ograniczeń wynikających z konieczności ochrony zasobów środowiska lub występowania uciążliwości i zagrożeń środowiska oraz wskazanie obszarów, na których ograniczenia te występują.

Opracowanie ekofizjograficzne powinno być opracowane przed przystąpieniem do prac planistycznych. M. Kistowski (2001) mocno akcentuje, że wykonanie opracowania ekofizjograficznego jest koniecznym warunkiem przystąpienia do prac nad prognozą, przez co wyraża się metodyczne sprzężenie obu tych opracowań, regulujących uwarunkowania przyrodnicze w procesie planowania. Słusznie sugeruje on, że wskazane jest, by opracowanie ekofizjograficzne wykonywał ten sam lub nieco zmieniony zespół wykonawców. Rozwiązanie takie może stanowić dodatkową kontrolę i weryfikację dla nierzadko spotykanych, a wywołanych głównie przez presję, władz samorządowych, antyprzyrodniczych ustaleń planów czy studiów.

Prognoza oddziaływania na środowisko powinna weryfikować zaplanowane przez projektanta funkcje z uwarunkowaniami przyrodniczymi określonymi w opracowaniu ekofizjograficznym. Nie ma wątpliwości, że urbaniści, podczas pracy nad projektami studiów gmin i miejscowych planów, powinni uwzględnić wnioski wynikające z analiz przeprowadzonych na potrzeby opracowania ekofizjograficznego. Podkreślić tutaj należy, że czym lepiej zostanie wykonane opracowanie ekofizjograficzne, tym mniej konfliktów na linii środowisko-człowiek powinna wykazać prognoza. Oczywiście przy założeniu, że projektanci uwzględnili uwarunkowania ekofizjograficzne, a samo opracowanie zostało wykonane metodycznie właściwie. Takie postępowanie minimalizuje potencjalną potrzebę wprowadzenia zmian w gotowych projektach na etapie sporządzenia prognozy i w konsekwencji skraca czas, w jakim dokument jest procedowany.

Warto zastanowić się nad koncepcją, przedstawioną w raporcie „Przestrzeń życia Polaków” (Sepioł i in. 2015), w której zaproponowano zastąpienie dotychczasowego opracowania ekofizjograficznego, analizą uwarunkowań środowiskowych. Analiza uwarunkowań środowiskowych, miałaby stanowić dokument, w którym problematyka zabytków, walorów kulturowych i krajobrazu, byłaby traktowana równie wnikliwie, jak zagadnienia środowiska przyrodniczego w dotychczas sporządzanych opracowaniach ekofizjograficznych. Dokument taki miałby być sporządzony dla obszaru całej gminy i aktualizowany raz na kadencję. Okres aktualizacji takiego dokumentu jest dyskusyjny, niemniej z punktu widzenia celów jakim miałoby służyć samo opracowanie, propozycję oceniam jako bardzo rozsądną.

Obecnie, sporządzanie opracowania ekofizjograficznego na potrzeby każdego planu, którego powierzchnia czasami wynosi kilka, kilkanaście hektarów jest co najmniej nieuzasadniona. Rozwiązanie polegające na sporządzeniu jednego opracowania, analizy dla całego obszaru gminy, potencjalnie wpłynęłoby na obniżenie kosztów sporządzenia studium czy planu miejscowego, tym samym podczas każdej aktualizacji można by zinventaryzować przyrodniczo jakąś część gminy, co po kilku latach rozwiązałoby problem braku inwentaryzacji przyrodniczych cennych elementów środowiska przyrodniczego, które nie są chronione w granicach form ochrony przyrody ustanowionych na mocy ustawy o ochronie przyrody.

Zauważa się, że praktyka ostatnich lat w dziedzinie planowania przestrzennego wskazuje na umniejszenie roli opracowania ekofizjograficznego, na rzecz prognoz oddziaływania na środowisko. Stan taki zawdzięczamy przede wszystkim konstrukcji przepisów prawa, które większą rolę przypisują prognozom oddziaływania na środowisko niż opracowaniom ekofizjograficznym, m.in. poprzez obowiązek co najmniej opiniowania prognoz oddziaływania na środowisko przez organ ochrony środowiska, jakim jest regionalny dyrektor ochrony środowiska a opracowanie ekofizjograficzne należy sporządzić, lecz w żaden sposób jego treść nie podlega ocenie. Wracając do koncepcji sporządzania analizy uwarunkowań środowiskowych, propozycja zakłada uzgodnienie opracowanego dokumentu z organami ochrony środowiska. Takie rozwiązanie zapewne wpłynęłoby na poprawę jakości sporządzanych opracowań.

2. Prognoza oddziaływania na środowisko

Prognoza oddziaływania na środowisko jest głównym elementem, stanowiącym najważniejszy etap postępowania w sprawie strategicznej oceny oddziaływania na środowisko (dalej SOOŚ). Jak pisze B. Rakoczy (2012) prognoza oddziaływania na środowisko jest dokumentem mającym charakter dowodu w postępowaniu administracyjnym. Co do zasady, prognozę sporządza podmiot opracowujący projekt dokumentu. W przypadku studium jest to wójt, burmistrz lub prezydent. W praktyce jednak, zarówno prognoza jak i sam projekt dokumentu, z reguły są przedmiotem zlecenia wykonawcom zewnętrznym, w trybie przepisów prawa zamówień publicznych.

Obecnie zakres, w jakim należy sporządzić prognozę oddziaływania na środowisko, reguluje art. 51 ust 2 ustawy z dnia 3 października 2008 r. *o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko* (Dz. U. z 2016 r. poz. 353 z późn. zm.) i zgodnie z zapisami tego artykułu prognoza oddziaływania na środowisko:

- 1) zawiera:
 - a) informacje o zawartości, głównych celach projektowanego dokumentu oraz jego powiązaniach z innymi dokumentami,
 - b) informacje o metodach zastosowanych przy sporządzaniu prognozy,

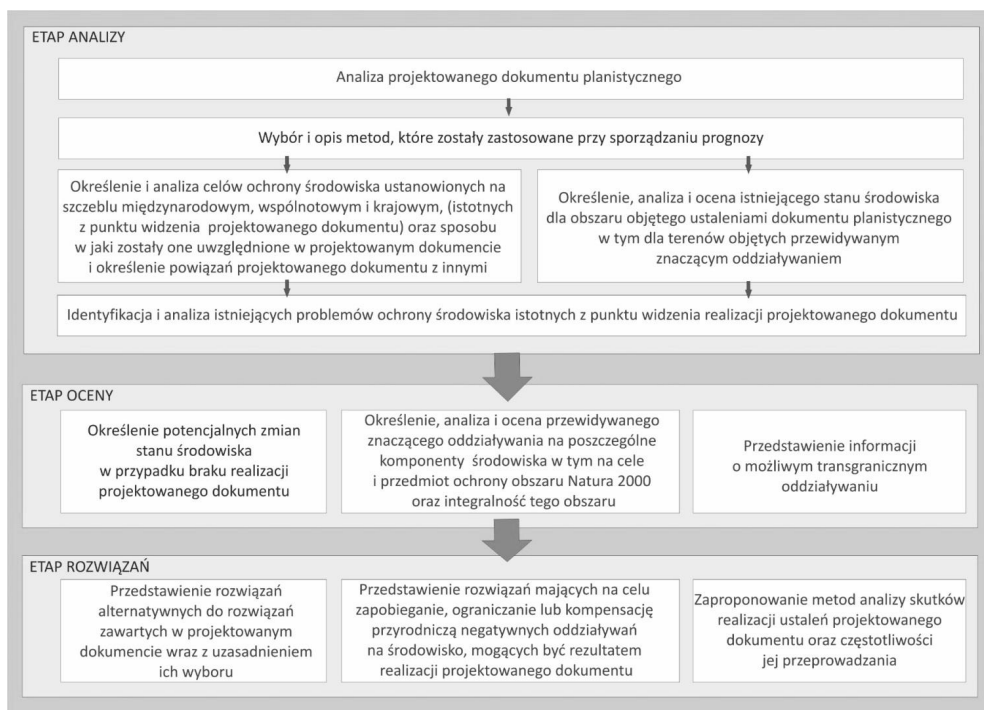
- c) propozycje dotyczące przewidywanych metod analizy skutków realizacji postanowień projektowanego dokumentu oraz częstotliwości jej przeprowadzania,
 - d) informacje o możliwym transgranicznym oddziaływaniu na środowisko,
 - e) streszczenie sporządzone w języku niespecjalistycznym;
- 2) określa, analizuje i ocenia:
- a) istniejący stan środowiska oraz potencjalne zmiany tego stanu w przypadku braku realizacji projektowanego dokumentu,
 - b) stan środowiska na obszarach objętych przewidywanym znaczącym oddziaływaniem,
 - c) istniejące problemy ochrony środowiska istotne z punktu widzenia realizacji projektowanego dokumentu, w szczególności dotyczące obszarów podlegających ochronie na podstawie ustawy o ochronie przyrody,
 - d) cele ochrony środowiska ustanowione na szczeblu międzynarodowym, wspólnotowym i krajowym, istotne z punktu widzenia projektowanego dokumentu, oraz sposoby, w jakich te cele i inne problemy środowiska zostały uwzględnione podczas opracowywania dokumentu,
 - e) przewidywane znaczące oddziaływania, w tym oddziaływania bezpośrednie, pośrednie, wtórne, skumulowane, krótkoterminowe, średnioterminowe i długoterminowe, stałe i chwilowe oraz pozytywne i negatywne, na cele i przedmiot ochrony obszaru Natura 2000 oraz integralność tego obszaru, a także na środowisko, a w szczególności na: różnorodność biologiczną, ludzi, zwierzęta, rośliny, wodę, powietrze, powierzchnię ziemi, krajobraz, klimat, zasoby naturalne, zabytki, dobra materialne, z uwzględnieniem zależności między tymi elementami środowiska i między oddziaływaniami na te elementy;
- 3) przedstawia:
- a) rozwiązania mające na celu zapobieganie, ograniczanie lub kompensację przyrodniczą negatywnych oddziaływań na środowisko, mogących być rezultatem realizacji projektowanego dokumentu, w szczególności na cele i przedmiot ochrony obszaru Natura 2000 oraz integralność tego obszaru,
 - b) biorąc pod uwagę cele i geograficzny zasięg dokumentu oraz cele i przedmiot ochrony obszaru Natura 2000 oraz integralność tego obszaru - rozwiązania alternatywne do rozwiązań zawartych w projektowanym dokumencie wraz z uzasadnieniem ich wyboru oraz opis metod dokonania oceny prowadzącej do tego wyboru albo wyjaśnienie braku rozwiązań alternatywnych, w tym wskazania napotkanych trudności wynikających z niedostatków techniki lub luk we współczesnej wiedzy.

Konstrukcja prawna art. 51 ust. 2 *u.o.o.ś.* o tyle, o ile definiuje elementy, które powinny składać się na prognozę oddziaływania na środowisko, nie określa etapów, w jakich należałoby sporządzać prognozę, nie precyzuje również struktury opracowania (Pyszny 2012). Zasadniczo możemy wydzielić trzy etapy pracy podczas

sporządzania prognozy: to etap analizy, etap oceny oraz etap rozwiązań (ryc. 1). Należy podkreślić, że katalog elementów, które powinny składać się na prognozę nie jest ograniczony tylko do elementów wymienionych w art. 51 *u.o.o.ś.* Organ opracowujący prognozę musi uzgodnić zakres i stopień szczegółowości informacji wymaganych w prognozie, a właściwe organy uzgadniające zakres mogą stwierdzić konieczność rozszerzenia lub uszczegółowienia prognozy o elementy niewymienione w ustawie.

W przypadku niewielkich modyfikacji przyjętych wcześniej dokumentów i tylko po uzgodnieniu z właściwymi organami (RDOŚ, PPIS w przypadku studium czy planu miejscowego) organ opracowujący projekt dokumentu stwierdzając, że realizacja postanowień danego dokumentu nie spowoduje znaczącego oddziaływania na środowisko na podstawie art. 48 ust. 1 *u.o.o.ś.*, może odstąpić od przeprowadzenia postępowania w sprawie strategicznej oceny oddziaływania na środowisko. Należałoby przez to rozumieć, że nie ma potrzeby sporządzania prognozy oddziaływania na środowisko, co jest logiczne. Jednak analizując zapis art. 17 pkt 4 ustawy z dnia 27 marca 2003 roku o *planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym* (Dz. U. z 2016 r. poz. 778 z późn. zm.), w którym jest mowa, że wójt, burmistrz albo prezydent sporządza projekt planu miejscowego wraz z prognozą oddziaływania na środowisko i na mocy zapisu art. 17 pkt 6 występuje o opinię o projekcie do regionalnego dyrektora ochrony środowiska. Stąd pomimo, że organ odstąpił od przeprowadzenia strategicznej oceny oddziaływania na środowisko na podstawie *u.o.o.ś.* to na mocy *u.p.z.p.* prognozę trzeba opracować. Kwestię tę można by uporządkować w prosty sposób usuwając z art. 17 pkt 4 *u.p.z.p.* frazę „wraz z prognozą oddziaływania na środowisko”.

Pomimo, że w art. 51 ust. 2 *u.o.o.ś.* nie mówi się wprost o konieczności kartograficznej prezentacji zagadnień analizowanych w prognozie oddziaływania na środowisko, jednak dobrą praktyką powinno stać się wykorzystywanie narzędzi GIS do wizualizacji stanu środowiska na badanym obszarze oraz do prowadzenia i przedstawiania wyników analiz wykonywanych na potrzeby opracowania prognozy. Dużą rolę w kartograficznej prezentacji opisywanych w prognozie elementów odgrywa organ, który uzgadnia zakres, w jakim należy sporządzić prognozę. Może on wskazać konieczność prezentacji zjawisk w formie kartograficznej.



Ryc. 1. Etapy sporządzania prognozy oddziaływania na środowisko

Oprogramowanie GIS

Od kilku lat obserwuje się coraz większe zainteresowanie i wykorzystywanie danych przestrzennych, udostępnianych poprzez witryny internetowe, w formie geoportali. Jednak geoportale w większości świadczą usługi wyszukiwania i przeglądania danych przestrzennych. Oczywiście korzystanie z tych danych ułatwia i przyspiesza pracę, jednak danych tych nie możemy wykorzystać do przeprowadzenia analiz dostosowanych do potrzeb danego opracowania, których wyniki pozwoliłyby przyspieszyć podejmowanie trafnych decyzji.

Oprogramowanie GIS często kojarzone jest z szeregiem programów komercyjnych, które od lat wyznaczają kierunki rozwoju geoinformatyki. W tym miejscu należy wymienić jeden z najczęściej stosowanych pakietów oprogramowania GIS, program ArcGIS (obecnie w wersji 10.4) firmy ESRI, nie można pominąć programu MapInfo Pro (Pitney Bowes) i GeoMedia (Intergraphs), które również dysponują imponującymi możliwościami analitycznymi.

Wyżej wymienione programy są bardzo dobrymi narzędziami analitycznymi, mają jednak jeden zasadniczy minus - cenę. Argument ten jest bardzo często wymieniany jako powód nie korzystania z narzędzi GIS. W tym miejscu należy wyjaśnić czym jest wolne i otwarte oprogramowanie GIS i dlaczego warto z niego korzystać. Wolne i otwarte oprogramowanie GIS to takie oprogramowanie, którego kod źródłowy jest dostępny, a zasady jego udostępniania zezwalają na

nieograniczone wykorzystywanie, kopiowanie i modyfikację, zgodnie z życzeniami użytkowników.

Najpopularniejszym oprogramowaniem tego typu jest QGIS (obecnie w wersji 2.16), SAGA GIS (obecnie w wersji 2.3) oraz GRASS GIS (obecnie w wersji 7.0). Wolne i otwarte oprogramowanie GIS skupia wokół siebie coraz większą grupę użytkowników, nie tylko ze względu na bezpłatną możliwość jego wykorzystywania, ale również poprzez coraz większą jego funkcjonalność, w zupełności wystarczającą, by przygotować opracowanie ekofizjograficzne czy prognozę oddziaływania na środowisko.

W tabeli 1 podano adresy stron www, z których można bezpłatnie pobrać oprogramowanie GIS oraz krótko scharakteryzowano wymienione programy. Wszystkie z wymienionych programów pozwalają na gromadzenie, przetwarzanie, wizualizację i analizę danych wektorowych jak i rastrowych.

Tabela 1. Wolne i otwarte oprogramowanie GIS, które można wykorzystać na etapie sporządzenia opracowania ekofizjograficznego i prognozy oddziaływania na środowisko

Program	Adres strony www, z której można bezpłatnie pobrać oprogramowanie	Opis
QGIS obecnie w wersji 2.16	http://qgis.org/pl/site/forusers/download.html	Program o bardzo przyjaznym i intuicyjnym interfejsie, pracę nad programem rozpoczynały w 2002 roku dwie osoby, aktualnie pracuje nad nim kilkadziesiąt, funkcjonalność programu może być rozszerzona przez wykorzystywanie dodatkowych wtyczek. Program jest dostępny w polskiej wersji językowej.
SAGA GIS obecnie w wersji 2.3	https://sourceforge.net/projects/saga-gis/files/	Program posiada intuicyjny interfejs, został stworzony przez specjalistów z Uniwersytetu w Getyndze w Niemczech. Od 2007 roku program jest rozwijany przez zespół naukowców z uniwersytetu w Hamburgu. Pierwsza wersja programu została opublikowana w 2004 roku, początkowo służył głównie do analiz powierzchni terenu. Obecnie jego funkcjonalność jest znacznie większa, bardzo dobrze radzi sobie z przetwarzaniem i analizą wysokorozdzielczych numerycznych modeli terenu.
GRASS GIS obecnie w wersji 7.0	https://grass.osgeo.org/download/	Program opracowany w ośrodku US Army CERL dla potrzeb amerykańskiej armii w 1982 roku, ciągle rozwijany przez międzynarodowy zespół programistów GRASS Development

		Team. Ma budowę modułową, działa w środowisku UNIX. Funkcjonalność jego 350 modułów można wykorzystać m.in. poprzez przyjazny użytkownikowi panel programu QGIS.
--	--	--

3. Dane cyfrowe jako źródło informacji o środowisku

Wraz z pojawieniem się cyfrowych zapisów informacji kartograficznej rozpoczęło się analityczne podejście do badań zjawisk przestrzennych (Kaczmarek 2013). Zainicjowana przez W. R. Toblera (1959), na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych ubiegłego wieku, kartografia analityczna przeniosła warsztat badacza do komputera, a tradycyjne metody analizy map odniesiono do transformacji danych (Clarke 1995).

Cyfrowe dane o środowisku możemy pozyskać w drodze pomiaru bezpośredniego, digitalizacji materiałów kartograficznych, zakupu danych teledetekcyjnych, zarówno w postaci surowej jak i przetworzonej, zakupu bazy danych przestrzennych, wykorzystania wolnych i otwartych zasobów baz danych przestrzennych, zakupu licencji na korzystanie z danych oraz korzystanie z usług sieciowych udostępnionych przez geoportale.

W Polsce opracowano cały szereg baz danych przestrzennych zawierających informacje o środowisku przyrodniczym. W niniejszej publikacji (tabela 2) zestawiono te bazy danych przestrzennych, których zasoby są udostępniane w formie danych wektorowych, rastrowych i mogą być wykorzystane do sporządzenia opracowania ekofizjograficznego i prognozy oddziaływania na środowisko.

Tabela 2. Zestawienie krajowych baz danych przestrzennych, których zasoby są udostępniane w formie danych cyfrowych i mogą być wykorzystane do sporządzenia opracowania ekofizjograficznego i prognozy oddziaływania na środowisko

Lp.	Akronim	Nazwa bazy danych przestrzennych	Adres strony www, z której można pobrać dane lub wnioski o udostępnienie danych	Cena
1	PRG	Państwowy rejestr granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju	Dane: http://www.codgik.gov.pl/index.php/darmowe-dane/prg.html	bezpłatnie
2	PRNG	Państwowy Rejestr Nazw Geograficznych	Dane: http://www.codgik.gov.pl/index.php/darmowe-dane/prng.html	bezpłatnie
3	–	Bazy danych wysokościowych (m.in. NMT, NMPT)	Wniosek: http://www.codgik.gov.pl/index.php/obsługa-klienta/formularze/wnioski.html	2zł/km ²
5	BDOT10k	Baza Danych Obiektów Topograficznych	Wniosek: http://www.codgik.gov.pl/index.php/obsługa-klienta/formularze/wnioski.html	2zł/km ²

6	EGiB	Baza danych katastralnych (Ewidencja Gruntów i Budynków)	gminy, powiatowe ośrodki dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej	bezpłatnie
7	MSP	Mapa Sozologiczna Polski	Wniosek: http://www.codgik.gov.pl/index.php/obsługa-klienta/formularze/wnioski.html	15 zł/arkusz
8	MHP	Mapa Hydrograficzna Polski	Wniosek: http://www.codgik.gov.pl/index.php/obsługa-klienta/formularze/wnioski.html	15 zł/arkusz
9	MGR	Mapa Glebowo-Rolnicza	Wniosek: http://www.iung.pulawy.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=100&Itemid=18	7,5 zł/km ²
10	SMGP	Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski	Wniosek: https://www.pgi.gov.pl/wydawnictwa/jak-kupowac.html	40 zł/arkusz
11	MGŚP	Mapa Geośrodowiskowa Polski	Wniosek: https://www.pgi.gov.pl/wydawnictwa/jak-kupowac.html	40 zł/arkusz
12	MHgP	Mapa Hydrogeologiczna Polski	Wniosek: https://www.pgi.gov.pl/wydawnictwa/jak-kupowac.html	40 zł/arkusz
13	MIDAS	MIDAS –System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych Polski	Dane: http://geoportal.pgi.gov.pl/midas-web/pages/mapa/zloza_mapa.jsf?conversationContext=1	bezpłatnie
14	BankHYDRO	Centralny Bank Danych Hydrogeologicznych	Dane: http://www.psh.gov.pl/bazy_danych_mapy_i_aplikacje/bazy_danych_mapy/	bezpłatnie
15	MPHP	Mapa Podziału Hydrograficznego Polski	Wniosek do KZGW lub RZGW	bezpłatnie
16	MZP, MRP	Mapy Zagrożenia i Ryzyka Powodziowego	Powinny się znajdować w zasobach gminy, gmina może bezpłatnie wnioskować o udostępnienie danych w wersji wektorowej do właściwego RZGW	bezpłatnie
17	CRFOP	Centralny Rejestr Form Ochrony Przyrody	http://www.gdos.gov.pl/dane-i-metadane	bezpłatnie
18	PO, PZO	Plany Ochrony, Plany Zadań Ochronnych	Dane pozyskane na etapie sporządzania Planów Ochronny i Planów Zadań Ochronnych obszarów Natura 2000 udostępniane są przez właściwe RDOŚ	bezpłatnie
19	BDL, LMN, SILP	Bank Danych o Lasach, Leśna Mapa Numeryczna i System Informatyczny Lasów Państwowych	http://www.bdl.lasy.gov.pl/portal/udostepnianie	bezpłatnie

W tabeli 3 zestawiono komponenty środowiska przyrodniczego, które literalnie zostały wymienione w art. 51 ust 2. pkt 2 lit. e *u.o.o.ś.* (Natura 2000, różnorodność biologiczna, ludzie, zwierzęta, rośliny, woda, powietrze, powierzchnia ziemi, krajobraz klimat, zasoby naturalne, zabytki, dobra materialne), z informacją, w jakich bazach danych przestrzennych można je znaleźć.

Tabela 3. Grupy warstw charakteryzujących wybrane elementy środowiska, których potencjał informacyjny można wykorzystać na etapie sporządzania prognozy oddziaływania na środowisko

Elementy środowiska wymienione w art. 51 ust 2. pkt 2 lit. e u.o.o.ś.	BAZA DANYCH PRZESTRZENNYCH																	
	PRG	PRNG	Bazy danych wysokościowych	BDOT10k	EGIB	MSP	MHP	MGR	SMGP	MGsP	MHgP	MIDAS	BankHYDRO	MPHP	MZP, MRP	CRFOP	PO. PZO	BDL, LMN, SILP
Różnorodność biologiczna				x	x	x		x		x						x	x	x
Natura 2000				x		x				x						x	x	x
Zwierzęta				x												x	x	x
Rośliny				x				x								x	x	x
Ludzie		x		x	x	x	x	x										
Woda		x	x	x		x	x				x		x	x	x			
Powietrze						x												
Powierzchnia ziemi			x	x	x	x		x	x									
Krajobraz		x	x			x	x	x	x						x	x		x
Klimat						x	x								x			
Zasoby naturalne					x				x	x	x	x	x					x
Zabytki				x											x			
Dobra materialne				x	x	x									x			

W związku z rozwojem powszechnie dostępnych, wysoko wydajnych technologii monitoringu i obrazowania środowiska, systemy informacji przestrzennej zostają zalewane potokiem danych. Ich optymalne wykorzystanie staje się obecnie najważniejszym wyzwaniem technologicznym, naukowym i społecznym (Kozakiewicz 2015). Jak pisze L. Kaczmarek (2013) zagadnieniem fundamentalnym przy korzystaniu ze źródłowych danych przestrzennych, jest ich jakość. P. Longley

i in. (2006) podkreślają, że zobrazowanie zjawisk przyrodniczych w systemach geoinformacyjnych jest w nieunikniony sposób obarczone niepewnością.

J. Urbański (2010) podaje wartość dopuszczalnego błędu położenia, wynikającego ze skali opracowania, który w położeniu obiektów na mapie nie powinien być większy od odległości odpowiadającej 0,5 mm na mapie, czyli np. dla mapy w skali: 1:10 000 nie powinien przekraczać 5 metrów, 1:25 000 nie powinien przekraczać 12,5 m, a 1:50 000 nie powinien przekraczać 25 m.

W związku z powyższym oraz z możliwością dowolnego powiększania i pomniejszania mapy w systemach geoinformacyjnych, niezwykle istotne jest uwzględnienie w analizie dokładności danych wejściowych, którą determinuje m.in. nominalna skala ich opracowania.

4. GIS jako narzędzie wspierające proces podejmowania decyzji

Za pomocą narzędzi GIS, na podstawie dostępnych materiałów i wiedzy o procesach zachodzących w środowisku przyrodniczym, można modelować przebieg zdarzeń i prognozować zmiany jakie mogą wystąpić m.in. w konsekwencji realizacji założeń dokumentów planistycznych. Modelowanie GIS daje możliwość przeprowadzenia szybkiej analizy wielu zmiennych (warstw), odpowiadających różnym elementom środowiska przyrodniczego, pozwala szybko przeprowadzić analizy dla obszaru, np. całej gminy, daje możliwość pozyskania dodatkowych informacji, które można uzyskać na podstawie istniejących danych, np. spadków terenu na podstawie numerycznego modelu terenu (NMT), zmian użytkowania terenu na podstawie zobrażeń teledetekcyjnych.

Należy jednak pamiętać, że jakość wprowadzanych danych, aktualność, kompletność baz danych niejednokrotnie pozostawia wiele do życzenia. W związku z tym przed przystąpieniem do sporządzania opracowania ekofizjograficznego czy prognozy oddziaływania na środowisko w pierwszej kolejności należy dokonać krytycznej analizy zawartości baz danych oraz określić ich przydatność w określonym opracowaniu. Jednym słowem należy wyselekcjonować wiarygodne materiały, które zostaną wykorzystane podczas przeprowadzania prac analitycznych.

Zakładając, że pozyskano potrzebne do sporządzenia opracowania ekofizjograficznego czy prognozy dane przestrzenne oraz uzyskano prawo do ich wykorzystywania, należy je skopiować do repozytorium pierwotnego. Repozytorium pierwotne jest taką bazą danych, do której wprowadza się mapy referencyjne, warstwy tematyczne, tabele z danymi itp. Wskazane jest opisanie zawartości repozytorium.

Na pozyskanych danych można przeprowadzić szereg przekształceń i analiz (działań na obiektach wektorowych i rastrowych) w celu uzyskania nowych informacji. Proces ten nazywany jest geoprzetwarzaniem.

Programy GIS oferują szereg narzędzi geoprzetwarzania, rozpoczynając od prostych, służących np. do nakładania, buforowania i sumowania danych. Narzędzie pozwalające nakładać różne warstwy, ułatwia i przyspiesza np. wskazanie

konfliktów funkcji zaproponowanych w projekcie studium lub planu miejscowego ze środowiskiem przyrodniczym czy obecnym zagospodarowaniem. Nakładając warstwy danych prezentujących granice form ochrony przyrody czy siedlisk przyrodniczych, na projektowane zagospodarowanie, można określić zagrożenia, jakie będą wynikać z realizacji zaproponowanych funkcji.

Do bardziej skomplikowanych analiz można zaliczyć geoprzetwarzanie danych rastrowych, wykorzystujące tzw. algebrę map. W ten sposób możemy dokonywać szeregu obliczeń, których wynikiem może być np. waloryzacja zasobów przyrodniczych, analizowanego obszaru, czy ocena przydatności terenu pod określone funkcje. Możemy dokonywać klasyfikacji użytkowania terenu i analizować zmiany w zagospodarowaniu w określonym okresie. Wyniki takiej analizy ułatwiają np. ekstrapolowanie interesujących nas zjawisk na danym terenie.

Należy podkreślić, że wiele analiz, które przeprowadzamy można zapisać w postaci tzw. modelu przetwarzania, który możemy wykorzystać wielokrotnie, czyli wystarczy, że raz zbudujemy właściwy model, a następnie wprowadzając te same dane wejściowe, możemy przeprowadzić wszystkie analizy dosłownie w kilka minut, uzyskując wynik, który możemy porównać z wynikami wcześniej przeprowadzonych analiz.

Wyniki wszystkich analiz determinuje kilka elementów: aktualność, wiarygodność i dokładność geometryczna danych, zastosowanie modeli obliczeniowych i przede wszystkim umiejętność interpretacji wyników.

Przetworzone dane stanowią zestaw danych przestrzennych spełniających założone cele opracowania ekofizjograficznego czy prognozy oddziaływania na środowisko wraz z niezbędnymi danymi towarzyszącymi i wówczas nazywa się je geobazą.

Po przetworzeniu danych wskazana jest ich wizualizacja kartograficzna. Mapa powinna być wykonana w skali adekwatnej do skali opracowania, a więc przedstawienie projektu planu miejscowego obejmującego powierzchnię 10 ha nie powinno się obrazować na mapie w skali 1: 100 000, ponieważ czytelność takiej mapy będzie co najmniej wątpliwa. Częstymi błędami podczas przygotowywania map, na potrzeby szeroko rozumianych opracowań środowiskowych, jest brak opisu układu współrzędnych, w jakim opracowano mapę, brak skali mapy, brak informacji o dacie wykonania mapy, autorze i źródłach danych, z których korzystaliśmy. Pamiętać należy również o właściwej hierarchizacji elementów przedstawianych na mapie. Jeżeli podczas opracowywania prognozy przyjmuje się, że mapą referencyjną jest mapa topograficzna czy projekt rysunku studium lub planu miejscowego, barwy warstwy referencyjnej powinny być osłabione, a warstwy tematycznej wzmocnione.

5. Podsumowanie

Podsumowując należy stwierdzić, że obecnie mamy dostęp do wielu bezpłatnych programów GIS, których funkcjonalność wystarcza, by przeprowadzić analizy na potrzeby sporządzenia opracowania ekofizjograficznego i prognozy

oddziaływania na środowisko. Dodając do tego bezpłatne i niedrogię dane przestrzenne, nieuniknione wydaje się wykorzystywanie narzędzi GIS w praktyce wykonywania ww. opracowań. W niniejszej pracy jedynie zasygnalizowałem możliwości jakie dają narzędzia GIS, ponieważ na kilku stronach niemożliwe jest podanie instrukcji, jak korzystać z programów i ich możliwości. Zainteresowanym podaję poniżej kilka adresów stron www, z którymi warto się zapoznać, rozpoczynając czy rozwijając pracę z narzędziami GIS. Wszystkie proponowane tytuły są udostępnione przez autorów bezpłatnie:

- Szczepanek R. 2013, Systemy informacji przestrzennej z Quantum GIS. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej. Kraków.
- http://suw.biblos.pk.edu.pl/resources/i3/i9/i4/i1/i1/r39411/SzczepanekR_SystemyInformacji.pdf
- Urbański J. 2012, GIS w badaniach przyrodniczych. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego. Gdańsk.
- http://ocean.ug.edu.pl/~oceju/CentrumGIS/dane/GIS_w_badaniach_przyrodniczych_12_2.pdf
- Podręcznik do najnowszej wersji Q GIS 2.16 - Q GIS Training Manual (podręcznik w języku angielskim), http://docs.qgis.org/testing/en/docs/training_manual/

Dodatkowo zapraszam do lektury książki, pt. „GIS w strategicznych ocenach oddziaływania na środowisko” autorstwa Krzysztofa Pysznego oraz Czesława Przybyły, która ukaże się na przełomie 2016/2017 roku. Sygnalizowane w niniejszym artykule elementy zostaną w niej szczegółowo omówione.

Literatura

Clarke K., Parks B., Crane M. 2000, Preface: A Perspective on GIS-environmental model intergration (GIS/EM). [w:] *Journal of Environmental Management* 59 (4), s. 229–233. DOI: 10.1006/jema.2000.0375.

Kaczmarek L. 2013, Potencjał informacyjny krajowych baz danych przestrzennych w kartograficznych badaniach środowiska przyrodniczego, Wydawnictwo UAM Poznań.

Kistowski M. 2001, Opracowania ekofizjograficzne a prognozy oddziaływania na środowisko projektów planów zagospodarowania przestrzennego – zagadnienia wstępne. [w:] *Problemy Ocen Środowiskowych*, Nr 2(13) 2001, s. 21-29.

Kozakiewicz R. 2015, Possible use of spatial information listed in INSPIRE Directive in Environmental Impact Assessment. *Geomatics and Environmental Engineering*, Vol. 9, Number 2, s. 41-50.

Longley P. A., Godchild M. F., Maguire D. J. Rhind D.W. 2006, GIS Teoria i praktyka, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Sepiół J. i in. 2015, Przestrzeń życia Polaków, http://www.sarp.org.pl/pliki/1908_53fdc64bb3140-pzp_spistresci_1.pdf

Pyszny K. 2012, Prognoza oddziaływania na środowisko projektu mpzp i suikzp [w:] Strategiczna ocena oddziaływania na środowisko w planowaniu przestrzennym, red. Bednarek R., Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych O/ Wielkopolski na zlecenie Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Poznaniu, Poznań.

Pyszny K. 2016, Systemy informacji przestrzennej w strategicznych ocenach oddziaływania na środowisko w planowaniu przestrzennym województwa wielkopolskiego, Manuskrypt pracy doktorskiej.

Rakoczy B. 2012, Strategiczne oceny oddziaływania na środowisko w prawie polskim. [w:] Strategiczna ocena oddziaływania na środowisko w planowaniu przestrzennym, red. Bednarek R., Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych O/ Wielkopolski na zlecenie Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Poznaniu, Poznań.

Tobler W. R. 1959, Automation and cartography, *Geographical Review*, 49. 4, s. 526-534.

Urbański J. 2010, GIS w badaniach przyrodniczych, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego. Gdańsk.