

EkoMiasto#Środowisko

EkoMiasto#Środowisko

Zrównoważony, inteligentny i partycypacyjny rozwój miasta

pod redakcją
Agnieszki Rzeńcy



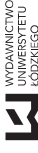
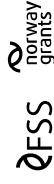
WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO
www.wydawnictwo.uni.lodz.pl
e-mail: księgarnia@uni.lodz.pl
tel. (42) 665 58 63, faks (42) 665 58 62

SBN 978-83-7965-576-8



9 788379 695768

Projekt „EkoMiasto. Kształcenie na rzecz zrównoważonego i partycypacyjnego rozwoju miasta”
finansowany ze środków funduszy norweskich oraz środków krajowych.



EKOMIASTO#ŚRODOWISKO

**Zrównoważony, inteligentny
i partycypacyjny rozwój miasta**



WYDAWNICTWO
UNIwersytetu
ŁÓDZKIEGO

EKOMIASTO#ŚRODOWISKO

Zrównoważony, inteligentny
i partycypacyjny rozwój miasta

pod redakcją
Agnieszki Rzeńcy



WYDAWNICTWO
UNIwersytetu
ŁÓDZKIEGO

Łódź 2016

Agnieszka Rzeńca – Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny
Katedra Gospodarki Regionalnej i Środowiska
90-214 Łódź, ul. Rewolucji 1905 r., nr 39

RECENZENCI

Arnold Bernaciak, Hieronim Andrzejewski

REDAKTOR INICJUJĄCY

Monika Borowczyk

OPRACOWANIE REDAKCYJNE

AGENT PR

SKŁAD I ŁAMANIE

AGENT PR

LAYOUT I PROJEKT GRAFICZNY OKŁADKI

Pan Grafik – Konrad Galiński

REDAKCJA TECHNICZNA

Leonora Wojciechowska

Publikacja finansowana ze środków funduszy norweskich oraz środków krajowych w ramach projektu „EkoMiasto. Kształcenie na rzecz zrównoważonego, inteligentnego i partycypacyjnego rozwoju miast” (FSS/2014/HEI/W/0081)



© Copyright by Agnieszka Rzeńca, Łódź 2016

© Copyright for this edition by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2016

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

Wydanie I. W.07136.15.0.K

Ark. wyd. 18,0; ark. druk. 16,0

ISBN 978-83-7969-576-8

e-ISBN 978-83-7969-942-1

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

90-131 Łódź, ul. Lindleya 8

www.wydawnictwo.uni.lodz.pl

e-mail: ksiegarnia@uni.lodz.pl

tel. (42) 665 58 63

Spis treści

1. Kształcenie na rzecz zrównoważonego, inteligentnego i partycypacyjnego rozwoju miast (<i>Aleksandra Nowakowska, Agnieszka Rzeńca, Zbigniew Przygodzki</i>)	9
1.1. Kierunek „Ekonomia miasta zrównoważonego” – odpowiedź na wyzwania w rozwoju współczesnych miast	10
1.2. Kierunek „Ekonomia miasta zrównoważonego” – nowoczesna edukacja na poziomie wyższym	11
1.3. Kierunek „Ekonomia miasta zrównoważonego” – nowatorska logika i specyfika kształcenia	14
1.4. Kierunek „Ekonomia miasta zrównoważonego” – integracja metod i narzędzi dydaktycznych	18
2. Miasto jako system ekologiczny (<i>Agnieszka Rzeńca, Piotr Rzeńca</i>)	21
2.1. Ekosystem miasta	
2.1.1. Przyrodnicze uwarunkowania lokalizacji miast	22
2.1.2. Istota i czynniki kształtujące ekosystem miasta	27
2.2. Kapitał przyrodniczy miasta	29
2.3. Jakość środowiska w mieście	40
3. Zrównoważony rozwój miast (<i>Agnieszka Rzeńca</i>)	49
3.1. Geneza i istota rozwoju zrównoważonego	50
3.2. Miasto jako podmiot procesów rozwoju zrównoważonego	52
3.3. Idea miasta zrównoważonego	57
4. Usługi ekosystemów – nowe spojrzenie na wartość środowiska przyrodniczego (<i>Jakub Kronenberg</i>)	63
4.1. Usługi ekosystemów	64
4.1.1. Reorientacja podejścia do znaczenia środowiska w mieście	64
4.1.2. Klasyfikacja usług ekosystemów	67
4.2. Wartość środowiska przyrodniczego w mieście	71
4.2.1. Istota i znaczenie wyceny zasobów przyrodniczych	71
4.2.2. Wybrane metody wyceny zasobów przyrodniczych w mieście	75
4.3. Wyzwania i dylematy wokół wyceny zasobów przyrodniczych	83
5. Polityka ekologiczna miasta (<i>Agnieszka Rzeńca</i>)	89
5.1. Uwarunkowania i wyzwania polityki ekologicznej	90
5.2. Podmioty i interesariusze polityki ekologicznej miasta	93
5.3. Obszary polityki ekologicznej miasta	97
5.4. Instrumenty polityki ekologicznej miasta	103
5.5. System i źródła finansowania polityki ekologicznej	109
6. Bezpieczeństwo ekologiczne miasta (<i>Beata Wieteska-Rosiak</i>)	117
6.1. Bezpieczeństwo ekologiczne w systemie bezpieczeństwa publicznego	118
6.2. Zagrożenia środowiskowe w mieście	119
6.2.1. Pojęcie i rodzaje zagrożeń w mieście	119
6.2.2. Ekstremalne zjawiska pogodowe w mieście	122
6.2.3. Zagrożenia antropogeniczne w mieście	127
6.3. Skutki zagrożeń środowiskowych w mieście	131
6.4. Polityka bezpieczeństwa ekologicznego miasta	132
6.4.1. Instytucje bezpieczeństwa ekologicznego miasta	132

135	6.4.2. Zarządzanie kryzysowe
136	6.4.3. Technologie w zarządzaniu bezpieczeństwem ekologicznym miasta
143	7. Adaptacja terenów zurbanizowanych do zmian klimatu (<i>Małgorzata Burchard-Dziubińska</i>)
144	7.1. Zmiany klimatu i ich konsekwencje dla społeczeństwa i gospodarki
144	7.2. Wpływ zmian klimatu na obszary zurbanizowane
144	7.2.1. Zmiany klimatu a wrażliwość, podatność i adaptacyjność systemów społeczno-gospodarczych
146	7.2.2. Nadmiar wody na terenach zurbanizowanych
148	7.2.3. Niedobór wody i susze
150	7.2.4. Fale gorąca
151	7.2.5. Przerwanie ciągłości dostaw energii, wody i żywności
151	7.2.6. Rozprzestrzenianie się chorób przenoszonych przez wektory
152	7.3. Uwarunkowania polityczne adaptacji do zmian klimatu
152	7.3.1. Działania na rzecz ochrony klimatu na świecie – zarys problematyki
152	7.3.2. Polityka adaptacyjna do zmian klimatu Unii Europejskiej
155	7.3.3. Polska polityka adaptacji do zmian klimatu
156	7.4. Instrumenty wdrażania polityki adaptacji do zmian klimatu w warunkach miejskich
165	8. Gospodarka niskoemisyjna w mieście (<i>Małgorzata Burchard-Dziubińska</i>)
166	8.1. Koncepcja rozwoju gospodarki niskoemisyjnej
168	8.2. Gospodarka niskoemisyjna w regulacjach prawnych i polityce Unii Europejskiej
168	8.2.1. Pakiet klimatyczno-energetyczny
169	8.2.2. Gospodarka niskoemisyjna w polityce spójności
171	8.3. Gospodarka niskoemisyjna w Polsce
173	8.4. Ślad węglowy miasta
178	8.5. Wdrażanie gospodarki niskoemisyjnej na terenach zurbanizowanych
181	8.6. Działania na rzecz wdrażania gospodarki niskoemisyjnej w mieście
191	9. Technologie i narzędzia informatyczne w zarządzaniu środowiskiem (<i>Marcin Feltynowski</i>)
192	9.1. Rola informacji w zarządzaniu środowiskiem
196	9.2. Bazy danych dotyczące stanu i jakości środowiska
196	9.2.1. Krajowe i międzynarodowe bazy danych
199	9.2.2. Użyteczność baz danych do identyfikacji i monitorowania zmian środowiskowych
201	9.3. Narzędzia identyfikacji, analizy i wizualizacji danych środowiskowych
201	9.3.1. Narzędzia komercyjne wykorzystywane w pracy z danymi przestrzennymi
203	9.3.2. Narzędzia open source wykorzystywane w pracy z danymi przestrzennymi
201	9.4. Systemy informatyczne w zarządzaniu środowiskiem
209	9.5. Technologie mobilne jako wsparcie monitoringu środowiska
213	10. Ocena i prognozowanie zmian środowiskowych (<i>Elżbieta Antczak</i>)
214	10.1. Charakterystyka zjawisk środowiskowych
216	10.2. Statystyka środowiskowa
223	10.3. Ocena zmian strukturalno-geograficznych

10.4. Ujawnianie nierówności w zasobach i czynnikach rozwoju miasta	226
10.5. Identyfikacja powiązań przestrzennych	230
10.6. Ekoprogniza	236
11. Nature-based solutions (<i>Jakub Kronenberg</i>)	241
11.1. Origin of the concept	242
11.2. Living with nature: Nature for the city	246
11.2.1. Practical applications of nature-based solutions	246
11.2.2. Implementation limitations	252
11.3. Recommendations for Polish cities	253

<http://dx.doi.org/10.18778/7969-576-8.09>

Marcin Feltynowski*

TECHNOLOGIE I NARZĘDZIA INFORMATYCZNE W ZARZĄDZANIU ŚRODOWISKIEM

**Dr, Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny,
Katedra Gospodarki Regionalnej i Środowiska,
e-mail: marcin.feltynowski@uni.lodz.pl*

9.1. Rola informacji w zarządzaniu środowiskiem

Obecnie funkcjonujemy w społeczeństwie informacji i wiedzy, a dostęp do tych elementów staje się podstawą egzystencji. Informacja wykorzystywana przez społeczeństwo staje się fundamentem prowadzenia działań w sferze przestrzennej, gospodarczej, społecznej, środowiskowej i kulturowej, tak w przestrzeni miasta, jak również na obszarach wiejskich. Pozwala to na implementowanie zasobów informacji do prowadzenia polityk lokalnych. Społeczeństwo informacyjne użytkuje technologie informacyjne, co ułatwia wytwarzanie, przechowywanie, przekazywanie, pobieranie i wykorzystywanie informacji [Nowina-Konopka, 2006, s. 19]. Przekłada się to na konieczność posiadania umiejętności zastosowania informacji oraz technologii niezbędnych do jej pozyskiwania (zob. *EkoMiasto#Społeczeństwo*, rozdział *Społeczeństwo informacyjne w mieście*).

Należy podkreślić, że obecnie wszyscy wykorzystują w szerokim zakresie informację, która dostępna jest z różnych źródeł. Najważniejszym sposobem pozyskiwania informacji są technologie informacyjne, które charakteryzują się spójnością i kompatybilnością, odnoszącą się do różnych sfer działalności człowieka. Pozwala to na uproszczenie procesu wymiany i pozyskania informacji, która charakteryzuje się formą cyfrową. Wpływa to na szybkość przekazywania i odbierania danych bez względu na miejsce funkcjonowania podmiotów biorących udział w tym procesie [Community Development Foundation, 1997]. Elementy te stanowią podstawę dalszego rozwoju społeczeństwa informacyjnego, a jego rozwój nie pozostaje bez wpływu na zdolność pozyskiwania informacji o środowisku. Staje się to koniecznością z uwagi na potrzebę prowadzenia polityk szczegółowych zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

Informacja o środowisku powiązana jest z tworzeniem w latach 60. XX wieku systemów informacji przestrzennej, które miały służyć szeroko zakrojonym analizom odnoszącym się do wykorzystania przestrzeni oraz środowiska. Wymuszało to pozyskanie i gromadzenie informacji pochodzących z różnych źródeł oraz wiązało się z koniecznością dostępu do danych. Podstawy działań w tym zakresie można odnaleźć w przepisach Unii Europejskiej. Pierwszą dyrektywą wprost wskazującą na konieczność swobodnego dostępu do informacji o środowisku była Dyrektywa Rady 90/313/EWG z dnia 7 czerwca 1990 roku w sprawie swobody dostępu do informacji o środowisku [Dyrektywa Rady 90/313/EWG z 7 czerwca 1990 r.], która została zmieniona Dyrektywą 2003/4/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2003 roku w sprawie publicznego dostępu do informacji dotyczących środowiska [Dyrektywa 2003/4/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 28 stycznia 2003 r.]. Zapisy Dyrektywy z 2003 roku wynikały z konieczności: zwiększenia świadomości ekologicznej, swobody wymiany opinii pomiędzy aktorami lokalnymi, bardziej efektywnego uczestnictwa społeczeństwa w podejmowaniu decyzji dotyczących środowiska, czego konsekwencją ma być poprawa stanu środowiska.

Przepisy Unii Europejskiej pozwoliły skodyfikować, co kryje się pod pojęciem informacji o środowisku. Pierwszym elementem było wskazanie formy informacji, która może zostać przekazana zainteresowanym podmiotom. Przyjęto, że za informację o środowisku uznaje się taką, która przyjmuje formę: pisemną, wizualną, dźwiękową, elektroniczną lub inną formę materialną. Informacja o środowisku dotyczyć może: stanu elementów środowiska (np. powietrza, gleby, wody, atmosfery itp.), czynników wpływających na środowisko (np. hałasu, promieniowania, odpadów itp.), instrumentów wpływających na ochronę środowiska (np. planów, programów, przepisów prawa itp.), a także raportów, analiz kosztów i korzyści, analiz gospodarczych czy stanu ludzkiego zdrowia i bezpieczeństwa.

Kolejnym krokiem na drodze ułatwienia dostępu do informacji o środowisku była Dyrektywa INSPIRE [Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 14 marca 2007 r.], która wskazała i realizuje potrzebę odpowiedniego przygotowania danych dla prowadzenia polityk i działań wpływających bezpośrednio lub pośrednio na środowisko. Podstawowym elementem Dyrektywy w obszarze danych przestrzennych jest konieczność gromadzenia i udostępniania metadanych oraz zbiorów danych przestrzennych, które dotyczą środowiska. Taka konstrukcja przepisów prowadzi do tego, że dane gromadzone w ramach infrastruktury informacji przestrzennej odnoszą się również do polityk oddziałujących na środowisko. Celem głównym Dyrektywy INSPIRE jest konieczność integracji danych przestrzennych poprzez wprowadzanie jednolitych formatów i struktur danych. Wśród danych, które powinny być gromadzone w postaci zbiorów danych przestrzennych, wyznaczono 34 tematy powiązane ze sferą środowiska, co ułatwia realizację założeń związanych z udostępnianiem informacji o środowisku (tab. 9.1). Tematy związane ze środowiskiem w postaci metadanych dostępne są od 3 grudnia 2013 roku. Efektem wdrożenia INSPIRE jest również konieczność gromadzenia danych przestrzennych w postaci zbiorów danych, co w przyszłości będzie elementem wspierającym rozwój infrastruktury informacji przestrzennej oraz pozwoli na wykorzystywanie ich do szeroko zakrojonych analiz przestrzennych. Zgodnie z wytycznymi wynikającymi z Dyrektywy INSPIRE zbiory danych przestrzennych mają być dostępne do końca października 2020 roku.

Tabela 9.1. Tematy danych przestrzennych określone w Dyrektywie INSPIRE

Tematy danych zawarte w załączniku 1. Dyrektywy	Tematy danych zawarte w załączniku 2. Dyrektywy	Tematy danych zawarte w załączniku 3. Dyrektywy
▶ systemy odniesienia za pomocą współrzędnych (długość i szerokość geograficzna) ▶ systemy siatek geograficznych ▶ nazwy geograficzne dotyczące m.in. miast, regionów, obiektów topograficznych itp. ▶ jednostki administracyjne wszystkich szczebli ▶ adresy ▶ kataster ▶ sieci transportowe drogowe, kolejowe, powietrzne i wodne ▶ hydrografia ▶ obszary chronione	▶ ukształtowanie terenu ▶ użytkowanie terenu ▶ ortofotomapy, czyli dane obrazowe powierzchni posiadające odniesienie geograficzne ▶ geologia	▶ jednostki statystyczne ▶ budynki ▶ dane glebowe ▶ zagospodarowanie przestrzenne z uwzględnieniem jego przeznaczenia społeczno-gospodarczego ▶ zdrowie i bezpieczeństwo ludzi ▶ usługi użyteczności publicznej i służby państwowe z uwzględnieniem sieci infrastrukturalnych ▶ urządzenia do monitorowania środowiska ▶ obiekty produkcyjne i przemysłowe ▶ obiekty rolnicze oraz akwakultury ▶ rozmieszczenie ludności – demografia ▶ gospodarowanie obszarem/strefy ograniczone/regulacyjne oraz jednostki sprawozdawcze ▶ strefy zagrożenia naturalnego ▶ warunki atmosferyczne ▶ warunki meteorologiczno-geograficzne ▶ warunki oceanograficzno-geograficzne ▶ regiony morskie ▶ regiony biogeograficzne ▶ siedliska i obszary przyrodniczo jednorodne ▶ rozmieszczenie gatunków ▶ zasoby energetyczne ▶ zasoby mineralne

Źródło: Dyrektywa INSPIRE, Dz.U. L 108 z 25.4.2007 r.

W ślad za przepisami unijnymi dostosowywaniu ulegały również przepisy krajów członkowskich. W Polsce dostęp do informacji gwarantowany jest przez zapisy Konstytucji [Artykuł 74 Konstytucji RP z 2 kwietnia 1997 r.]. Pierwszym krokiem na drodze do udostępniania informacji o środowisku była ustawa o dostępie do informacji o środowisku i jego ochronie oraz o ocenach oddziaływania na środowisko [Ustawa z 9 listopada 2000 r.]. Zapisy aktu zostały zaimplementowane do ustawy Prawo ochrony środowiska [Ustawa z 27 kwietnia 2001 r.], która zaczęła obowiązywać od 1 października 2001 roku. Ważnym krokiem Polski w kierunku rozwoju dostępu do informacji o środowisku było ratyfikowanie *Konwencji o dostępie do informacji, udziale społeczeństwa w podejmowaniu decyzji oraz dostępie do sprawiedliwości w sprawach dotyczących środowiska (Konwencja z Aarhus)* [Konwencja z 25 czerwca 1998 r.], który to akt został podpisany 31 grudnia 2001 roku.

Obecnie prawo w zakresie informacji o środowisku kształtowane jest przez ustawę o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko [Ustawa z 3 października 2008 r.]. Akt ten odnosi się do kwestii związanych z udostępnianiem informacji o środowisku i jego ochronie, z ocenami oddziaływania na środowisko oraz z transgranicznym oddziaływaniem na środowisko. Uzupełnieniem powyższych przepisów jest ustawa o dostępie do informacji publicznej [Ustawa z 6 września 2001 r.], która nakłada na podmioty publiczne obowiązek udostępniania danych związanych z realizowanymi politykami, w tym z polityką dotyczącą ochrony środowiska.

Dopełnieniem przepisów z pierwszej dekady XXI wieku była ustawa o infrastrukturze informacji przestrzennej [Ustawa z 4 marca 2010 r.], która jest implementacją Dyrektywy INSPIRE do prawa polskiego. Można uznać, że zapisy tej ustawy dokonały prostej transpozycji dyrektywy unijnej do prawa krajowego, utrzymując tak strukturę, jak i merytoryczną zawartość macierzystej Dyrektywy INSPIRE. Wymusiło to na administracji publicznej różnych szczebli gromadzenie i udostępnianie danych przestrzennych związanych z tematami określonymi w poszczególnych rozdziałach ustawy. Należy podkreślić, że ustawa z punktu widzenia technologii informacyjnych odnosi się do najbardziej pożądanego typu danych, czyli informacji elektronicznej.

Uwarunkowaniem wpływającym na charakter danych przestrzennych dotyczących środowiska jest również rozwój technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT). Postęp w zakresie sprzętu oraz związany z tym rozwój oprogramowania pozwalają użytkownikom instytucjonalnym i indywidualnym na wykorzystywanie danych zdigitalizowanych. Rozwój ICT warunkuje również łatwość w dotarciu do danych środowiskowych, które w dużej mierze można uzyskać z wiarygodnych źródeł. Za elektronicznym dostępem do danych przemawia również zwiększający się odsetek gospodarstw domowych posiadających dostęp do Internetu, w tym również Internetu szerokopasmowego, który w 2014 roku według danych Eurostatu kształtował się w Polsce odpowiednio na poziomie 75% (średni wskaźnik w UE 81%) oraz 71% (78% w UE). Jest to ważne uwarunkowanie wpływające na kierunek rozwoju dostępu do informacji publicznej w formie elektronicznej.

Istotnym elementem związanym z informacją o środowisku jest możliwość jej wykorzystania w codziennym życiu oraz w pracy urzędników administracji publicznej, którzy mogą korzystać z technologii informacyjnych w trakcie opracowywania dokumentów strategicznych czy w procesie decyzyjnym związanym chociażby z usuwaniem drzew i krzewów w miastach. Niezbędna w tym celu jest edukacja aktorów lokalnych, ale przede wszystkim kadry urzędniczej przy jednoczesnej wymianie doświadczeń w zakresie wykorzystania informacji o środowisku do prowadzenia zrównoważonych polityk [Kozakiewicz, 2006, s. 172]. Chodzi tu o działania

w zakresie analiz dotyczących: wykorzystania przestrzeni, oddziaływania na środowisko inwestycji lokalizowanych w miastach, map akustycznych (w szczególności inwestycji liniowych np. autostrad), monitoringu zasięgów zalewów i podtopień w celu kreowania polityki przestrzennej (gospodarka wodna), gospodarki odpadami, obszarów chronionych, geologii, leśnictwa (w tym leśnictwa miejskiego), jakości powietrza czy elementów przyrodniczych. Ważną składową procesu decyzyjnego mogą być dane przestrzenne pochodzące z akcji społecznych prowadzonych przez organizacje pozarządowe. Organizacje te niejednokrotnie są źródłem wsparcia dla inicjatyw prowadzonych przez władze miast oraz wpływają na poziom edukacji ekologicznej społeczności lokalnej.

Dane przestrzenne są dostępne dla władz lokalnych w znacznej mierze bez opłat, dzięki czemu procesy podejmowania decyzji powinny odbywać się w oparciu o tego rodzaju zasoby oraz z wykorzystaniem systemów informacji przestrzennej (SIP), które pozwalają w łatwy sposób zarządzać danymi. SIP może zostać podzielony na małoskalowe opracowania, takie jak systemy informacji geograficznej oraz wielkoskalowe, które noszą nazwę systemów informacji o terenie (skala 1:5000 i większe). Z punktu widzenia analiz dotyczących środowiska w przestrzeniach lokalnych większą użytecznością odznacza się system informacji o terenie (SIT). SIT rozumiany jest jako system informatyczny do podejmowania decyzji o charakterze prawnym, administracyjnym i gospodarczym oraz element pomocy w planowaniu i rozwoju. System ten składa się z bazy danych o terenie utworzonej dla określonego obszaru oraz metod i technik systematycznego pozyskiwania, aktualizowania i udostępniania danych, a jego podstawą jest jednolity sposób identyfikacji przestrzennej, wykorzystywany do tworzenia relacji pomiędzy danymi systemu i innych systemów przestrzennych [United Nations, 2005, s. 71–72]. Pozwala to również wskazać powiązanie SIT ze społeczeństwem informacyjnym, ponieważ dzięki tym systemom i informacjom przestrzennym możliwe jest prowadzenie analiz i generowanie nowych informacji dotyczących funkcjonowania administracji publicznej w sferze środowiskowej.

Z roku na rok następuje coraz większa korelacja pomiędzy danymi statystycznymi a systemami informacji przestrzennej, za pomocą których dane te są wizualizowane, tworząc dodatkowy zasób dla osób zarządzających środowiskiem. Możliwość prowadzenia symulacji z wykorzystaniem danych przestrzennych pozwala na obrazowanie zjawisk zachodzących w środowisku miejskim oraz wskazywanie powiązań pomiędzy tym środowiskiem a otoczeniem. Informacja środowiskowa niezbędna jest w procedurze planistycznej, w której podczas procedur planistycznych sporządzane są prognozy oddziaływania na środowisko czy opracowania ekofizjograficzne. Obowiązek opracowania prognozy oddziaływania na środowisko wynika z przepisów ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [Ustawa z 27 marca 2003 r.], natomiast wykonanie opracowania ekofizjograficznego usankcjonowane jest Prawem ochrony środowiska [Ustawa z 27 kwietnia 2001 r.].

Informacje związane ze środowiskiem oraz obowiązujące uwarunkowania prawne umożliwiają ich wykorzystywanie za pomocą technologii informacyjnych. Staje się to niezbędnym elementem wspierającym procesy decyzyjne w samorządach oraz na szczeblu krajowym. Obecnie ważnym wyzwaniem dla władz miasta jest minimalizowanie zjawiska luki wiedzy. Termin ten wskazuje na brak koordynacji pomiędzy rozwojem kompetencji administracji publicznej w odniesieniu do postępu w dziedzinie rozwoju technologii informacyjno-komunikacyjnych oraz dostępności informacji przestrzennej [Tomlinson, 2007, s. 204]. Ma to również wpływ na informację o środowisku, która jest elementem gospodarki opartej na wiedzy i może być wykorzystywana w działaniach na rzecz zrównoważonego rozwoju, a tym samym środowiska.

9.2. Bazy danych dotyczące stanu i jakości środowiska

9.2.1. Krajowe i międzynarodowe bazy danych

Dane wykorzystywane w różnych gałęziach gospodarki oraz w edukacji uważa się za fakty, które mogą być kształtowane i formowane, by stworzyć informacje [Laudon, Laudon, 1991, s. 14]. Dopiero przekształcone przez człowieka bądź sprzęt komputerowy dane tworzą informację, która pozwala generować wiedzę. Z punktu widzenia podziału danych można mówić o danych statystycznych i przestrzennych. W przypadku danych statystycznych mogą być one zbierane w bazach danych, czyli zbiorach gromadzonych z wykorzystaniem określonej systematyki, które są dostępne dla użytkowników indywidualnych w jakikolwiek sposób, w tym za pomocą środków elektronicznych [Ustawa z 27 lipca 2001 r.]. Dane statystyczne co do zasady są danymi o charakterze opisowym, które opisują cechy nieprzestrzenne obiektów lub zjawisk.

Dane przestrzenne oznaczają wszelkie dane odnoszące się bezpośrednio lub pośrednio do określonego położenia lub obszaru geograficznego [Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 14 marca 2007 r.]. Dane przestrzenne nierozdzielnie związane są z danymi opisowymi, dzięki czemu tworzą zbiór danych o wyższym poziomie informacyjności. Dane przestrzenne mogą być przechowywane w postaci wektorowej lub rastrowej. Zbiory rastrowe tworzą uporządkowaną siatkę, podzieloną na oka. Każdy element składowy siatki może mieć przypisane atrybuty (kolory). Należy wskazać, że dane rastrowe często kojarzone są ze zdjęciami, ponieważ wartości zawarte w siatce składają się na pewien obraz, który prezentują w postaci obiektów przestrzennych. W przypadku danych wektorowych należy wskazać, że najczęściej składają się one z różnych rodzajów obiektów, wśród których wyróżnić można obiekty: punktowe (np. pomniki przyrody itp.), liniowe (np. szlaki turystyczne, ciek wodne itp.) oraz powierzchniowe, zwane poligonalnymi (np. lasy, obszarowe formy ochrony przyrody, zbiorniki wodne itp.).

Bank Danych Lokalnych – źródło informacji o środowisku

Dane dla jednostki podziału terytorialnego			
Jednostka terytorialna, dane, format » Zestawienie »			
Jednostka terytorialna: Powiat m.Łódź			
Okres sprawozdawczy: Dane roczne			
Kategoria: STAN I OCHRONA ŚRODOWISKA			
Lata: 2014			
Zakres danych: OGÓŁEM			
Pokaż/ukryj objaśnienia			
KOMUNALNE OCZYSZCZALNIE ŚCIEKÓW		Jednostka miary	2014
Oczyszczanie komunalne			
z podwyższonym usuwaniem biogenów		sat.	1
Wielkość (przepustowość) oczyszczalni wg projektu			
z podwyższonym usuwaniem biogenów		m3/dobę	215300
z podwyższonym usuwaniem biogenów na 1 mieszkańca		m3/dobę	0,30
Równoważna liczba mieszkańców			
ogółem		osoba	1026260
Ścieki oczyszczane w ciągu roku			
odprowadzone ogółem		dm3	39378,0
odprowadzone w czasie doby do kanalizacji		dm3	107,9
oczyszczane łącznie z wodami infiltracyjnymi i ściekami dowożonymi		dm3	61526
oczyszczane razem		dm3	39378
oczyszczane z podwyższonym usuwaniem biogenów		dm3	39378
oczyszczane biologicznie i z podwyższonym usuwaniem biogenów w % ścieków ogółem		%	100,0
Ludność korzystająca z oczyszczalni wg lokalizacji			
ogółem		osoba	693930
w miastach		osoba	693930
Ludność korzystająca z oczyszczalni			
ogółem		osoba	693930
z podwyższonym usuwaniem biogenów		osoba	693930
z podwyższonym usuwaniem biogenów w % ludności		%	98,3
Ładunki zanieczyszczeń w ściekach po oczyszczeniu			
BZT5		kg/rok	425144
CHZT		kg/rok	2856034
zawiesina ogólna		kg/rok	917967
azot ogólny		kg/rok	567884

Dane pochodzące z BDL są podstawą opracowań wykonywanych na rzecz miast. Informacje dotyczące środowiska można znaleźć między innymi w zakładce „Stan i ochrona środowiska” czy „Rolnictwo, leśnictwo i łowiectwo”. Dane w postaci zestawień dla poszczególnych lat można generować poprzez stronę internetową BDL.

Źródło: opracowanie własne na podstawie BDL, <http://stat.gov.pl/bdl/> [dostęp 8.08.2015].

Dane dotyczące środowiska w związku z realizacją dyrektyw unijnych dostępne są na szczeblu krajowym oraz wspólnotowym. W przypadku baz krajowych jako podstawowe źródło informacji należy wskazać Główny Urząd Statystyczny (GUS) wraz z szesnastoma oddziałami regionalnymi oraz ośrodkami specjalizacyjnymi. W przypadku tych ostatnich odpowiadają one za prowadzenie statystyki obejmującej miasta, samorządy terytorialne czy obszary wiejskie. Wśród nich znajduje się również ośrodek odpowiedzialny za informacje zawarte w Banku Danych Lokalnych (BDL) (wcześniejsza nazwa Bank Danych Regionalnych), który jest uporządkowanym zbiorem danych udostępnianych w Internecie w podziale na dane roczne i krótkookresowe (miesięczne i kwartalne). Dane udostępniane w BDL odnoszą się do sfery społecznej, gospodarczej, kulturowej, przestrzennej oraz środowiskowej. W zależności od danych są one dostępne dla poziomu województw, powiatów oraz gmin, co jest zgodne z podziałem administracyjnym kraju. Dodatkowo agregaty danych dotyczą regionów i podregionów, czyli jednostek wynikających z nomenklatury jednostek terytorialnych do celów statystycznych (NTS).

NTS zostało opracowane na podstawie europejskiej *Nomenclature of Territorial Units for Statistics* (NUTS) obowiązującej w krajach Unii Europejskiej i funkcjonującej na podstawie Rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie wprowadzenia Nomenklatury Jednostek Terytorialnych do Celów Statystycznych (NTS) [Rozporządzenie Rady Ministrów z 14 listopada 2007 r.]. Dodatkową funkcjonalność BDL stanowią tablice, które mogą być generowane według typologii Eurostatu lub Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD).

Podobny zasób danych może być pozyskany z portalu Eurostatu, czyli Europejskiego Urzędu Statystycznego, który odpowiada za prowadzenie prognoz i analiz statystycznych dotyczących obszaru Unii Europejskiej i Europejskiego Stowarzyszenia Wolnego Handlu (EFTA). Dane te odnoszą się do poziomu krajowego, a w niektórych przypadkach do poziomu NUTS 2, czyli odpowiednika polskich województw. Podobnie jak w przypadku rodzimego portalu statystycznego dane dotyczą sfery społecznej, gospodarczej, kulturowej, przestrzennej oraz środowiskowej, czyli pokrywają wszystkie obszary funkcjonowania administracji publicznej.

Wybrane przykłady międzynarodowych baz danych

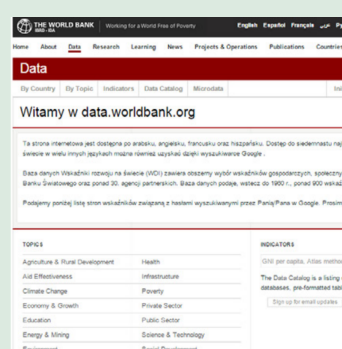
A



B



C



We wszystkich międzynarodowych portalach można znaleźć zakładkę z danymi statystycznymi odnoszącymi się do środowiska. Niedogodnością serwisów międzynarodowych jest brak odniesienia danych do podstawowych jednostek podziału terytorialnego Polski, co utrudnia ich wykorzystanie w zarządzaniu miastem. Dane te stanowią niejednokrotnie tło dla analiz prowadzonych na poziomie miast.

Źródło: opracowanie własne na podstawie Eurostat <http://ec.europa.eu/eurostat> (A), OECD.Stat <http://stats.oecd.org/> (B), World Bank <http://data.worldbank.org/> (C). Data dostępu: 8.08.2015 r.

Kolejnym źródłem danych o środowisku jest portal OECD, w którym można znaleźć dane dla poziomu krajowego członków organizacji. Nie jest to regułą, ponieważ niektóre dane udostępniane są jedynie dla poziomu OECD, a część, podobnie jak w Eurostatie, dla poziomu NUTS 2. W przypadku statystyk OECD w wybranych przypadkach zasób danych wzbogacony jest o kraje niebędące członkami OECD. Należy podkreślić, że statystyka OECD jest ważnym źródłem danych międzynarodowych w zakresie wskaźników dotyczących trzydziestu czterech państw (członków OECD) z pięciu kontynentów.

Ostatnim z omawianych zbiorów danych statystycznych jest zasób zgromadzony dla krajów członkowskich Banku Światowego. W jego skład wchodzi obecnie 188 państw, których dane dostępne są w portalu statystycznym prowadzonym przez tę instytucję finansową. Pomimo że Bank Światowy w głównej mierze skupia swoją działalność w obszarze ochrony zdrowia, edukacji, ochrony środowiska oraz związanej z tymi kategoriami infrastruktury, to dane dostępne w portalu odnoszą się do większej liczby zagadnień. Stanowią one rozszerzenie zasobu dostępnego w innych bazach krajowych i międzynarodowych.

Niewątpliwym uzupełnieniem wymienionych portali statystycznych, tak krajowych, jak i międzynarodowych, jest możliwość wizualizacji danych w postaci map. Powiązane jest to z ciągłym rozwojem statystyki przestrzennej (tab. 2), która w tym przypadku pozwala na osadzanie danych statystycznych na kartogramach, a w części z nich na kartodiagramach w czasie rzeczywistym. Geostatystyczne portale zintegrowane z bazami danych charakteryzują się zróżnicowanymi funkcjonalnościami, które najczęściej pozwalają na określenie liczby klas, granic przedziałów czy eksport zwizualizowanych danych do plików PDF bądź wybranych formatów graficznych. W subiektywnej ocenie autora jednym z bardziej zaawansowanych portali geostatystycznych w zakresie wizualizacji danych jest strona GUS.

Tabela 9.2. Wykaz portali geostatystycznych wraz z adresami stron internetowych

Nazwa portalu	Link do portalu
Portal Geostatystyczny GUS	http://geo.stat.gov.pl/
Eurostat Statistical Atlas	http://ec.europa.eu/urostat/statistical-atlas/gis/viewer/
Eurostat GISCO	http://ec.europa.eu/urostat/web/gisco
Eurostat Moduł Map	http://ec.europa.eu/urostat/data/database
World Bank Interactive Maps	http://maps.worldbank.org/p2e/mcmap/index.html
OECD Statistic Explorer	http://stats.oecd.org/OECDregionalstatistics/#

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku danych przestrzennych dokonuje się ciągły postęp w zakresie ich dostępności. Zasoby te mogą być wykorzystane w analizach dotyczących środowiska w połączeniu z danymi statystycznymi. W odniesieniu do danych przestrzennych dostępnych w instytucjach krajowych jako podstawowe źródło danych należy wskazać Główny Urząd Geodezji i Kartografii na czele z Głównym Geodetą Kraju. Na rzecz Głównego Geodety Kraju czynności materialno-techniczne służące realizacji zadań publicznych, w tym w zakresie udostępniania danych przestrzennych, wykonuje Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK).

Na stronach ośrodka można znaleźć zakładkę dotyczącą udostępnianych danych bez opłat, w skład których wchodzi: państwowy rejestr granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju – PRG, państwowy rejestr nazw geograficznych – PRNG, obiekty ogólnogeograficzne – BDOO, numeryczny model terenu o interwale siatki co najmniej 100 m – NMT_100, siatki skorowidzowe do map topograficznych i niestandardowych opracowań topograficznych oraz siatki podziału arkuszowego układu PL-1992 w skalach 1:1250, 1:2500 i 1:5000. Szczególnie dane dotyczące PRG są istotne w prezentacji zjawisk związanych ze środowiskiem w miastach. Należy podkreślić, że dane do celów edukacyjnych gromadzone w ramach działalności Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii zgodnie z ustawą Prawo geodezyjne i kartograficzne [Ustawa z 17 maja 1989 r.] udostępniane są bez opłat w postaci elektronicznej.

Ważnym źródłem danych przestrzennych o zasięgu międzynarodowym jest Open Street Map (OSM). Dane pochodzące z portalu OSM dostępne są w formacie shape, przez co w łatwy sposób mogą być wykorzystywane do analiz, symulacji i wizualizacji zjawisk zachodzących w środowisku na obszarach miast. Minusem danych pochodzących z OSM jest to, że są one gromadzone przez społeczność internetową, co nie zawsze łączy się z wiarygodnością tego zasobu. Należy podkreślić, że dane te są w pełni otwarte, dzięki czemu każdy użytkownik może je wykorzystywać i edytować.

Analizując bazy danych przestrzennych dotyczące środowiska, należy wskazać na Europejską Agencję Środowiska (EEA), która jest jedną z agencji Unii Europejskiej dostarczających rzetelnych i obiektywnych informacji na temat ochrony środowiska. Obok danych przestrzennych na stronach EEA można zapoznać się z raportami, artykułami oraz produktami i usługami online. Jednym ze zbiorów danych przestrzennych o dużym znaczeniu dla środowiska jest lokalizacja i zasięg obszarów Natura 2000 oraz obszarów chronionych. Zbiorem danych o dużej wartości informacyjnej jest opracowanie Urban Atlas zawierające dane przestrzenne dotyczące stref funkcjonalnych obszarów miejskich. Ciekawych informacji o środowisku dostarcza również zbiór danych związany z projektem *CORINE Land Cover* (CLC), dotyczący użytkowania terenu w oparciu o wszystkie formy użytkowania występujące na kontynencie europejskim. Oprócz wymienionych danych przestrzennych na stronach EEA można odnaleźć zasoby dotyczące: zmian klimatycznych, powietrza, gleb, linii brzegowej, bioróżnorodności, hałasu, zasobów naturalnych czy zielonej gospodarki.

9.2.2. Użyteczność baz danych do identyfikacji i monitorowania zmian środowiskowych

We wszystkich bazach danych można odnaleźć szeroki wachlarz informacji środowiskowych, stających się podstawą prowadzenia analiz, symulacji oraz przekazywania informacji o środowisku władzom oraz społeczności miast. Ważnym elementem monitoringu środowiska jest ocena zmian w zakresie użytkowania terenów. Dane dotyczące wykorzystania terenu generowane są dzięki zdjęciom satelitarnym powierzchni Ziemi. Rozwijający się rynek zdjęć satelitarnych przyczynia się do tego, że zasób ten staje się coraz bardziej dostępny w sensie podażowym, co wpływa na obniżenie ceny. Konsekwencją upowszechnienia dostępu do tego rodzaju materiałów jest coraz częstsze wykorzystywanie ich przez organy administracji publicznej do celów monitoringu środowiskowego. Zaangażowanie w sferę analiz zdjęć satelitarnych wymaga dodatkowych umiejętności, które można rozwijać z użyciem otwartego oprogramowania, tworząc zasoby danych wektorowych.

Ważnym obszarem wykorzystania baz danych przestrzennych oraz danych pomiarowych jest analiza hałasu w przestrzeni miasta. Dotyczy to zarówno ocen

związanych z oddziaływaniem inwestycji drogowych, szynowych, jak i ocen odnoszących się do obiektów punktowych, które mogą znaleźć się na terenie miasta (np. wiatraków, przemysłu). Analizy te prowadzi się w oparciu o weryfikację liczby osób oraz lokali narażonych na hałas. Jest to możliwe dzięki wykorzystaniu izofon, czyli swoistych buforów wokół inwestycji generujących hałas, pozwalających na wskazanie zasięgu oddziaływania o określonym natężeniu. Ciekawymi zastosowaniami danych przestrzennych oraz danych hałasu jest tworzenie map konfliktów akustycznych, które powstają poprzez nałożenie na siebie mapy oddziaływania akustycznego inwestycji oraz map zagospodarowania terenu wraz z dopuszczalnymi wartościami hałasu. Analizy danych mogą również dotyczyć wariantowania inwestycji poprzez stosowanie różnych rozwiązań technicznych (np. ekranów akustycznych) pozwalających na weryfikację oddziaływania akustycznego na dany obszar przed wprowadzeniem i po wprowadzeniu tego rodzaju rozwiązań. Należy podkreślić, że analizy tego typu mają najszersze zastosowanie w miastach, gdzie występuje duże zróżnicowanie źródeł emisji hałasu.

Kolejnym obszarem zastosowań danych przestrzennych jest zanieczyszczenie środowiska. Dane przestrzenne wraz z danymi statystycznymi wykorzystywane są w podobny sposób jak w przypadku map hałasu, pozwalając na weryfikację, gdzie dochodzi do przekroczeń dopuszczalnych wskaźników. Oceny takie stają się podstawą informacji o środowisku, która może być przekazana aktorom lokalnym. Tego rodzaju analizy niezbędne są w miastach, gdzie niejednokrotnie dochodzi do przekroczenia dopuszczalnych norm zanieczyszczeń, czego przykładem jest Kraków, który podobnie jak inne duże ośrodki miejskie zмага się ze zjawiskiem smogu.

Dane hydrologiczne oraz dane wysokościowe często stają się podstawą prowadzenia analiz o zagrożeniu powodziowym. Dzięki gromadzeniu danych oraz ich wykorzystaniu wraz ze specjalistycznym oprogramowaniem możliwe jest oszacowanie obszarów, które są narażone na zalanie przy określonej wysokości fali powodziowej. Pozwala to na ocenę, jak dużo osób może odczuć skutki powodzi. Tego rodzaju analizy wpływają też na właściwe podejmowanie decyzji związanych z zarządzaniem kryzysowym czy zagospodarowaniem przestrzeni, czego konsekwencją jest zapobieganie skutkom ekstremalnych zjawisk związanych z powodziami w miastach (zob. rozdział *Bezpieczeństwo ekologiczne miasta*).

Dane geologiczne, dane dotyczące jakości gleb oraz ich przepuszczalności mogą stać się podstawą oceny przydatności terenów pod planowane inwestycje w miastach. Ocena nośności gruntów, możliwości wystąpienia osuwisk, występowania złóż bądź położenia zwierciadeł wód gruntowych może stać się wyznacznikiem dla rodzaju planowanych inwestycji oraz konieczności zastosowania rozwiązań technicznych pozwalających na posadowienie budynków lub budowli na obszarach o określonych uwarunkowaniach geologicznych. Podobny zakres ma wykorzystanie informacji o stanowiskach archeologicznych i geostanowiskach, które z punktu widzenia środowiska oraz wartości historycznej powinny być zbadane lub zachowane. Weryfikacja występowania tego rodzaju obiektów na obszarze inwestycji może być istotna z uwagi na koszty, które generują prace odkrywkowe. Dane tego rodzaju są niezbędnym elementem wykorzystywanym w procesie inwestycyjnym w miastach ze względu na dużą antropopresję na tereny znajdujące się w ich granicach administracyjnych.

Dane przestrzenne mogą być wykorzystywane do wariantowania przebiegu inwestycji przez obszary przyrodniczo cenne. Weryfikacja wpływu inwestycji liniowych na te obszary może doprowadzić do zmian ich przebiegu bądź wskazania istotnych ograniczeń, które będą kłócić się z zasadą zrównoważonego rozwoju, jak miało to miejsce w przypadku Doliny Rospudy czy podczas określania przebiegu

autostrady A1 przez tereny Parku Krajobrazowego Wzniesień Łódzkich. Dane przestrzenne stają się w tym przypadku elementem weryfikującym możliwość wystąpienia konfliktów przestrzennych (zob. *EkoMiasto#Społeczeństwo*, rozdział *Komunikacja społeczna, negocjacje, konflikt społeczny*).

Dane przestrzenne stają się również nieodzownym elementem wyznaczania stref ochronnych wokół terenów przyrodniczo cennych oraz inwestycji w przestrzeni miast (np. obiektów przemysłowych). Potrzeba wyznaczania stref buforowych dotyczy np. punktów poboru wody czy terenów cmentarzy. W pierwszym przypadku strefa buforowa pozwala chronić ujęcia wody przed skażeniem, w drugim przypadku wskazać obszary wyłączane spod lokalizacji inwestycji, w których przebywają ludzie, z uwagi na negatywne oddziaływanie cmentarzy.

Dostępne dane statystyczne mogą być przydatne w weryfikowaniu zjawisk zachodzących w środowisku w sposób dynamiczny. Dzięki tego rodzaju analizom możliwe są ocena kierunków zachodzących zmian, jak również wykorzystanie metod prognozowania w celu określenia wartości wskaźników w przyszłości. Pozwala to na monitoring oraz odpowiednie ukierunkowanie działań w ramach prowadzonych w mieście polityk częściowych (zob. rozdział *Ocena i prognozowanie zmian środowiskowych*).

Niezależnie od rodzaju wykorzystywanych danych należy stwierdzić, że bazy danych oraz zbiory danych przestrzennych stają się podstawą wielu coraz trafniejszych decyzji istotnych z perspektywy zrównoważonego rozwoju oraz wpływu człowieka i jego działalności na środowisko w mieście. Oparcie decyzji na dowodach płynących z weryfikacji i analizy baz danych pozwala również na podniesienie poziomu wiarygodności przyjętych przez władze rozwiązań, stając się elementem wypełniania założeń koncepcji *good governance*.

9.3. Narzędzia identyfikacji, analizy i wizualizacji danych środowiskowych

9.3.1. Narzędzia komercyjne wykorzystywane w pracy z danymi przestrzennymi

Od lat 90. XX wieku liczba użytkowników systemów informacji przestrzennej ciągle rośnie. Zmieniają się również uwarunkowania w zakresie oprogramowania dla użytkowników GIS (*Geographical Information System*), które to narzędzia również rozwijają się dużo dynamiczniej niż w początkowych latach. Wynika to z tego, że narzędzia identyfikacji, analizy i wizualizacji danych przestrzennych wykorzystywane są na komputerach osobistych, które w tym samym okresie przeszły dużą ewolucję, co miało również wpływ na rozwój społeczeństwa informacyjnego oraz sfery ICT.

Wśród komercyjnych producentów oprogramowania używanego do celów prezentacji danych przestrzennych należy wskazać dwie firmy z tradycjami sięgającymi początków rozwoju GIS. Należą do nich firma Environmental Systems Research Institute (ESRI) Inc. oraz Intergraph Corporation. Ciekawe rozwiązania w późniejszym czasie zaczęła proponować również firma MapInfo Corporation. Jednak nie są to jedyni gracze na rynku komercyjnego oprogramowania GIS.

W przypadku firmy ESRI rozwiązaniem dla użytkowników indywidualnych jest ArcGIS pozwalający na użytkowanie pakietów: Basic, Standard i Advanced, które różnią się między sobą dostępnością funkcji służących do tworzenia, edytowania, analizowania, symbolizowania, wizualizowania i publikowania informacji geograficznej. Dodatkowo pakiety te mogą być rozbudowane o rozszerzenia, które pozwalają między innymi na: prowadzenie analiz i przetwarzanie obrazów rastrowych, posze-

zenie funkcjonalności statystycznej oprogramowania, tworzenie analiz lokalizacji oraz transportowych czy zapis danych w różnych formatach. Podstawowym formatem danych wykorzystywanym przez oprogramowanie są pliki shape. Interoperacyjność oprogramowania pozwala na wczytywanie innych formatów plików oraz baz danych przestrzennych. Należy podkreślić, że rozwój oprogramowania desktopowego zapoczątkowany został w 1986 roku. Zgodnie z danymi Arc Advisory Group z 2014 roku o udziałach w rynku GIS firma ESRI plasowała się na pierwszym miejscu z udziałem na poziomie 43%.

Firma Intergraph obecnie rozwija produkt do zastosowań desktopowych noszący nazwę GeoMedia. Od 2010 roku Intergraph Corporation wchodzi w skład firmy Hexagon (Hexagon Geospatial), która jest liderem rynku technologii informatycznych. Funkcjonalność prezentowanego produktu jest porównywalna z rozwiązaniami proponowanymi przez oprogramowanie firmy ESRI. Pakiet oprogramowania pozwala również na rozbudowę funkcji poprzez rozszerzenia, które wspierają publikację map w różnych formatach czy tworzenie analiz transportowych. Firma Intergraph była drugim udziałowcem rynku GIS z udziałem na poziomie 11%. Dodatkowo od końca lat 90. XX wieku firma Intergraph jest uważana za lidera rynku fotogrametrycznego.

Oprogramowaniem wykorzystywanym w Polsce jest również program MapInfo firmy Pitney Bowes Software (dawniej MapInfo Corporation). Jest to stacjonarne oprogramowanie służące – podobnie jak rozwiązania pozostałych producentów – do wizualizacji, analizy, edycji oraz interpretacji danych przestrzennych. Innymi dostawcami oprogramowania stacjonarnego są firmy: Autodesk, Bentley Systems, GE Digital Energy czy Trimble Navigation, jednak są to rozwiązania o mniejszych udziałach w rynku oprogramowania GIS.

Niezależnie od producenta oprogramowania zakres cech podstawowych tych produktów w większości przypadków się pokrywa. Różnicowanie następuje na poziomie bardziej zaawansowanego użytkownika oprogramowania oraz w zakresie użytkownika rozszerzeń, które stają się integralną częścią obecnie rozwijanych programów GIS. Dobór dostawcy oprogramowania następuje na podstawie indywidualnego zapotrzebowania użytkownika, jednakże należy podkreślić, że najbardziej zaawansowaną i komplementarną platformą jest oprogramowanie proponowane przez firmę ESRI.

W odniesieniu do prezentowanego oprogramowania należy wskazać, że ważnym elementem stanowiącym wsparcie GIS, a jednocześnie trendem w rozwoju społeczeństwa informacyjnego jest możliwość wykorzystywania aplikacji mobilnych. W przypadku liderów rynku możliwe jest wykorzystywanie aplikacji mobilnych powiązanych bezpośrednio z produktem na komputery stacjonarne. Ponownie liderem w tym zakresie wydaje się firma ESRI, która oprócz narzędzia ArcPad dla Windows Mobile udostępnia również aplikacje na smartfony i tablety. Te ostatnie wpisują się w rozwijaną przez ESRI ideę tzw. chmury obliczeniowej (*cloud computing*) poprzez możliwość wprowadzania danych w czasie rzeczywistym i dzielenie się nimi poprzez ArcGIS Online czy ArcGIS Server. W przypadku firmy Hexagon Geospatial dostępne jest oprogramowanie GeoMedia Smart Client, które pozwala na pracę zarówno w biurze, jak i w terenie. Produkt ten umożliwia zarządzanie bazą danych przez wielu użytkowników w tym samym czasie. Mniej zaawansowanym programem dostępnym dla klientów mobilnych jest Mobile MapWorks. Ciekawym rozwiązaniem jest oprogramowanie Mobile Alert, które pozwala na interakcję pomiędzy mieszkańcami i władzami lokalnymi poprzez zgłaszanie problemów w przestrzeni miasta. Najmniej rozbudowane oprogramowania mobilne posiada firma MapInfo, która użytkownikom proponuje program MapInfo MapX Mobile.

9.3.2. Narzędzia *open source* wykorzystywane w pracy z danymi przestrzennymi

Rozwój oprogramowania na otwartych licencjach nie odstaje w wielu przypadkach od rozwiązań proponowanych przez aplikacje komercyjne. Funkcjonalność oprogramowania typu *open source* uzależniona jest od założeń programistów i twórców, którzy określają katalogi funkcji dla udostępnianych wersji oprogramowania. Wykorzystanie aplikacji *open source* pozwala na nieograniczone użytkowanie produktu na wielu komputerach oraz ingerencję w kod źródłowy. Przekłada się to na możliwość dostosowywania oprogramowania do indywidualnych potrzeb użytkowników. Otwarte licencje pozwalają na stosowanie oprogramowania przez podmioty, dla których niskie koszty oprogramowania są niejednokrotnie podstawową przesłanką ich wyboru. Są to studenci, szkoły, uczelnie, małe i średnie przedsiębiorstwa oraz administracja publiczna.

Do takiego oprogramowania należy QuantumGIS (QGIS), który ma cechy większości programów, umożliwiając gromadzenie, wizualizację, przetwarzanie oraz publikację danych przestrzennych. QGIS jest swego rodzaju integratorem dostępnego wolnego oprogramowania bazującego na wykorzystaniu danych przestrzennych. Początki oprogramowania QGIS sięgają 2002 roku, co pokazuje, że rozwój oprogramowania nastąpił ponad dekadę później niż w przypadku omawianych programów komercyjnych [Steiniger, Bocher, 2009, s. 1360; Szczepanek, 2012, s. 173]. Rozwój QGIS możliwy jest dzięki współpracy społeczności, która bierze aktywny udział w budowaniu kolejnych wersji oprogramowania oraz wskazuje na potrzebne do realizacji funkcje ułatwiające pracę różnych branż wykorzystujących QGIS. Rozwój kolejnych wersji programu możliwy jest także dzięki indywidualnym i instytucjonalnym darowiznom oraz ciągłej współpracy z Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Wśród sponsorów OSGeo należy wskazać instytucje naukowe (Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie) czy też władze lokalne oraz regionalne (np. miasto Uster, w Szwajcarii czy land Vorarlberg w Austrii).

QuantumGIS wykorzystuje również inne oprogramowanie, które może działać samodzielnie, jednak dzięki jego zastosowaniu w ramach QGIS zyskuje ono ujednoliconą szatę graficzną. Takimi oprogramowaniami są między innymi: GRASS GIS, SAGA GIS czy GDAL. GRASS GIS to programowanie stworzone i rozwijane przez U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory (CERL). Dzięki doskonaleniu oprogramowania można go używać na wszystkich systemach operacyjnych z wykorzystaniem poleceń wpisywanych z klawiatury, jak również z interfejsu graficznego. Szczególnie istotnym elementem GRASS'a jest możliwość pracy z rastrowymi oraz połączenie danych rastrowych i wektorowych. SAGA GIS (*System for Automated Geoscientific Analyses*) jest oprogramowaniem *open source* wykorzystywanym do edycji danych przestrzennych. Początki SAGA GIS związane są z zespołem z Katedry Geografii Fizycznej Uniwersytetu w Getyndze. Obecnie w rozwoju oprogramowania bierze udział międzynarodowa społeczność programistów. Dzięki rozwojowi nowych modułów oprogramowania znajduje ono coraz szersze grono użytkowników. Dużą liczbę użytkowników zawdzięcza również temu, że jest elementem QGIS. GDAL (*Geospatial Data Abstraction Library*) jest biblioteką pozwalającą na odczyt i zapis danych rastrowych oraz wektorowych. Biblioteka została opracowana i przygotowana przez Franka Warmerdam. Obecnie rozwijana jest w ramach działalności fundacji OSGeo.

Oprogramowaniem GIS na otwartej licencji jest również program gvSIG. Program stworzony został w Hiszpanii dla Regionalnego Zarządu Infrastruktury i Transportu w Walencji w celu zastąpienia płatnego oprogramowania firmy ESRI w 2003

roku. Do projektu przyłączyły się również uniwersytety i przedsiębiorstwa związane z technologią GIS [Steiniger, Bocher, 2009, s. 1360]. Obecnie oprogramowanie rozwijane jest przez gvSIG Association. Pomimo że program rozwijany był w Hiszpanii, to obecnie dostępny jest w blisko 20 wersjach językowych. Do analizy danych rastrowych i wektorowych wykorzystuje platformę JAVA, która współpracuje z różnymi systemami operacyjnymi. Podobnym oprogramowaniem napisanym na platformie JAVA jest rozwijany od 2004 roku w Kanadzie program uDIG, który udoskonalany jest przez firmę Refrations Research Inc.

Odmiernym oprogramowaniem jest ILWIS (*Integrated Land and Water Information System*), który rozwija się w Holandii w ramach ITC Enschede (International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation). Początki programu sięgają lat 80. XX wieku, jednak dopiero od 2007 roku rozpowszechniany jest na licencji *open source*. Od roku 2008 projekt prowadzony jest przez firmę 52°North GmbH z Niemiec. Podstawowe funkcje programu związane są z teledetekcją, dzięki czemu można prowadzić klasyfikację nadzorowaną i nienadzorowaną obrazów pochodzących ze zdjęć satelitarnych. Z wykorzystaniem ILWIS'a można również prowadzić analizy związane z danymi wektorowymi. Program został napisany w języku C++ i może być wykorzystywany na wszystkich popularnych systemach operacyjnych.

Niezależnie od wyboru oprogramowania komercyjnego czy otwartego należy mieć świadomość, że podstawowe umiejętności w zakresie systemów informacji przestrzennej będą mogły być wykorzystane w każdym z nich. Większość podstawowych funkcji będzie zbieżna, choć znajdować się może w innych lokalizacjach lub wykorzystywać inne skróty klawiszowe. Zasadnicza różnica polega na wsparciu technicznym, które w przypadku oprogramowania komercyjnego jest dostarczane w postaci tzw. pakietów pomocy technicznej i realizowane jest najczęściej zdalnie. W przypadku oprogramowania *open source* podstawę pomocy technicznej stanowią fora internetowe. Znaczącym elementem wspomagającym pracę z wszystkimi rodzajami oprogramowania jest serwis internetowy YouTube, na którym można znaleźć wiele pomocnych poradników. W odniesieniu do mobilnych rozwiązań opisanych aplikacji typu *open source* należy wskazać, że zidentyfikowano takie rozwiązania jedynie dla programu QGIS oraz gvSIG. Są to jednak aplikacje, które nie rozwijają się tak dynamicznie jak w przypadku wersji na komputery stacjonarne.

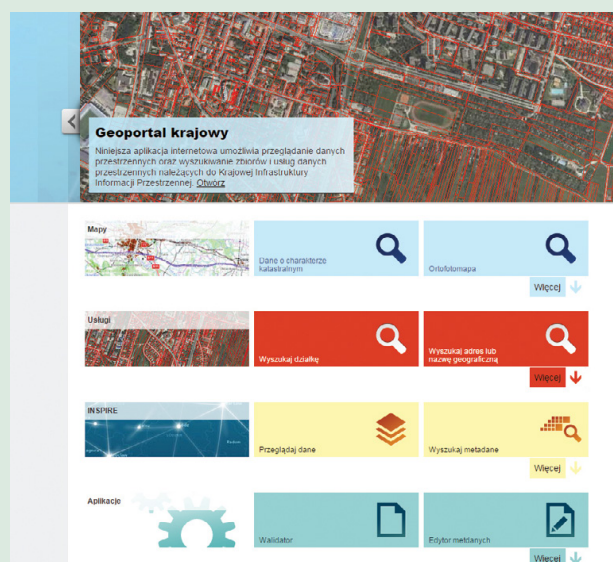
9.4. Systemy informatyczne w zarządzaniu środowiskiem

Systemy informacji przestrzennej są grupą systemów informatycznych, które pozwalają na zarządzanie bazami danych przestrzennych. Wizualizacja danych przestrzennych obecnie odbywa się w zamkniętych systemach, których użytkownicy wykonują zadania związane z pracą zawodową. Drugim sposobem wizualizacji danych są geoportale, które stanowią bazę wiedzy na temat zjawisk zachodzących w przestrzeni. Odnosi się to również do sfery środowiska, która pojawia się zarówno w geoportalach branżowych (np. opracowanie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska), jak i geoportalach instytucjonalnych (np. tworzonych dla miast). Ważnym elementem danych udostępnianych w geoportalach jest ich wysoka wiarygodność. Na podstawie danych wizualizowanych na stronach internetowych można prowadzić proste analizy przestrzenne, które wspomagają podejmowanie decyzji, jak również mogą stać się elementem wsparcia dla różnych podmiotów wykorzystujących w swoich działaniach informację o środowisku. Zarządzanie danymi w systemach informacji przestrzennej oraz geoportalach odbywa się dzięki możliwości nakładania na siebie warstw tematycznych z danymi. Umożliwia to dokonywanie najprostszego

rodzaju analiz – analiz wzrokowych. Bardziej zaawansowana eksploracja danych wykonywana jest z wykorzystaniem oprogramowania na komputerach stacjonarnych, bardzo rzadko możliwe jest prowadzenie tego typu analiz bezpośrednio na geoportalach, czego przykładem jest miasto Mielec. Geoportale branżowe w połączeniu z danymi pochodzącymi z zasobów instytucjonalnych stanowią potężną bazę wiedzy na temat występujących zjawisk w przestrzeni miast, gmin i regionów, a dane przestrzenne ułatwiają podejmowanie decyzji i zarządzanie środowiskiem.

Geoportalem o najbardziej wszechstronnym zasobie danych przestrzennych, w tym również dotyczących środowiska, jest geoportal krajowy. Geoportal Infrastruktury Informacji Przestrzennej, utworzony i utrzymywany przez Głównego Geodetę Kraju, daje dostęp do aktualnej informacji przestrzennej, która znajduje zastosowanie w rolnictwie, leśnictwie, budownictwie, a także w administracji państwowej oraz działalności podmiotów prywatnych. Dostęp do informacji przestrzennej w formie elektronicznej jest jednym z elementów rozwoju społeczeństwa informacyjnego oraz podniesienia poziomu dostępności informacji na temat środowiska. Geoportal z założenia ma być podstawą załatwiania spraw urzędowych z wykorzystaniem Internetu poprzez uproszczenie dostępu do rejestrów elektronicznych.

Geoportal krajowy – narzędzie wspierające ochronę i zarządzanie środowiskiem w mieście



Wykorzystanie danych geoportalu krajowego pozwala na ich użycie w opracowaniach związanych z kształtowaniem krajobrazu, wyznaczanie obszarów narażonych na skażenie zarówno wody, jak i powietrza, określenie granic ekosystemów w miastach. Dane te są niezbędnym wsparciem przy opracowywaniu programów ochrony środowiska miast czy w ocenach oddziaływania inwestycji na środowisko. Coraz więcej gmin korzysta z zasobów geodezyjnych przy opracowywaniu strategii, planów i programów gminnych. Wykorzystanie zasobów danych do działań władz miasta jest ułatwione dzięki nieodpłatnej dostępności zasobów.

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://geoportal.gov.pl> [dostęp 8.08.2015].

Obszarem wykorzystania danych przestrzennych w celu zarządzania zasobami środowiska jest geoportal Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej (KZGW), którego głównym celem jest wspomaganie procesu konsultacji społecznych, monitorowanie zmian wartości wskaźników oraz danych związanych z gospodarką wodną. Dodatkowo geoportal ma wspierać proces wdrażania Ramowej Dyrektywy Wodnej (RDW) [Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 23 października 2000 r.], której celem jest osiągnięcie dobrego stanu wszystkich wód do 2015 roku, a w konsekwencji utrzymywanie i poprawianie jakości wód zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju.



Dzięki geoportalowi KZGW można uzyskać informacje m.in. o obiektach piętrzących, podziale hydrograficznym Polski czy obszarach chronionych powiązanych z wodami znajdującymi się na terenie miast. Dodatkowym elementem może być również informacja na temat funkcjonujących kąpielisk, co stanowi element marketingu miejsca. Informacje zawarte w geoportalu mogą być wykorzystywane m.in. w ocenie ryzyka powodziowego, ocenie zagrożenia ludzi i mienia związanego z powodzią. Zbiory danych udostępniane na stronach w rękach specjalistów stają się narzędziem analizy fali powodziowej, co pozwala na właściwe reagowanie służb zarządzania kryzysowego w sytuacjach ekstremalnych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://geoportal.kzgw.gov.pl/gptkzgw> [dostęp 8.08.2015].

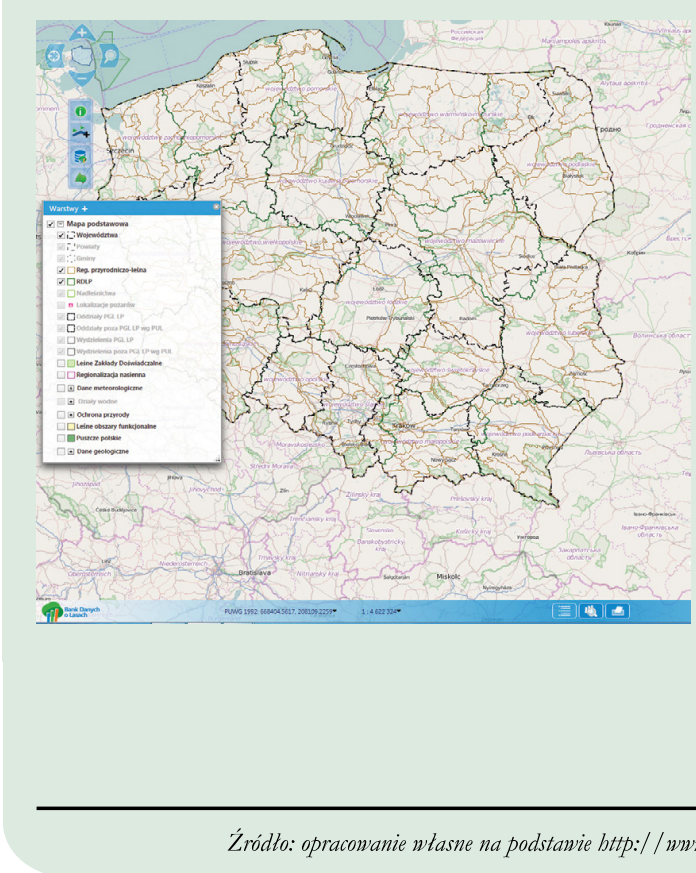
Wykorzystanie informacji przestrzennej do zarządzania środowiskiem widoczne jest również w geoportalu Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska – jego szczególnie istotnym elementem są informacje pochodzące z Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ), który zgodnie z zapisami artykułu 25 ustawy Prawo ochrony środowiska [Ustawa z 27 kwietnia 2001 r.] służy pomiarom, ocenie i prognozom stanu środowiska, a także gromadzeniu, przetwarzaniu i rozpowszechnianiu informacji o środowisku. Informacje o monitoringu środowiska związane są z takimi obszarami tematycznymi, jak: jakość powietrza, hałas, jakość wód, pola elektromagnetyczne, promieniowanie jonizujące, jakość gleby i ziemi czy monitoring przyrody, i stają się sygnałem dla władz miasta, w jakim kierunku powinny zmierzać działania związane ze zrównoważonym rozwojem oraz jakie czynności należy podjąć, aby chronić ludzi i środowisko przed negatywnymi skutkami działalności człowieka w mieście.



Zasoby geoportalu GIOŚ pozwalają na przekazywanie wiarygodnych danych administracji i społeczeństwu w zakresie jakości elementów przyrodniczych, dotrzymywania standardów jakości środowiska lub innych poziomów wskaźników określonych przepisami oraz o obszarach występowania przekroczeń tych standardów lub innych wymagań, występujących zmianach jakości elementów przyrodniczych oraz przyczynach tych zmian, w tym powiązaniach przyczynowo-skutkowych pomiędzy emisjami i stanem elementów przyrodniczych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://inspire.gios.gov.pl/portal> [dostęp 9.08.2015].

Geoportal DGLP – zbiór danych o lasach w mieście

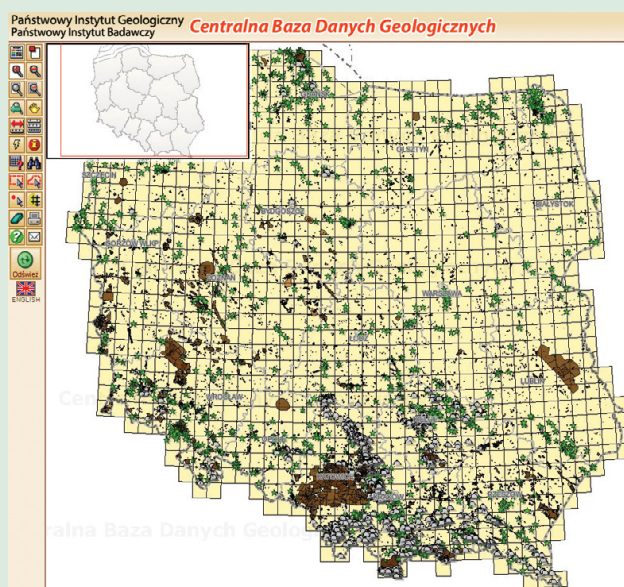


Dane zgromadzone na geoportalu mogą służyć do monitoringu zmian powierzchni gruntów leśnych w miastach. Można również zapoznać się z informacją na temat gruntów oraz drzewostanu znajdującego się w zespołach leśnych zlokalizowanych w miastach, dodatkowo przeanalizować można wskazówki gospodarcze dla obszarów leśnych. Portal umożliwia przestudiowanie dokumentów odnoszących się do zarządzania lasami, np. z planem urządzenia lasu. Wszystkie dane mogą być wykorzystywane w działaniach strategicznych na rzecz miasta, a związanych zarówno z wykorzystaniem gospodarczym lasu, jak i rekreacją.

www.bdl.lasy.gov.pl/portal/mapy [dostęp 9.08.2015].

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://www.bdl.lasy.gov.pl/portal/mapy> [dostęp 9.08.2015].

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB) prowadzi geoportal o nazwie Centralna Baza Danych Geologicznych. Dzięki temu systemowi możliwe jest zidentyfikowanie lokalizacji oraz rodzaju złóż kopalin zalegających na obszarze całego kraju. Ważnym elementem w geoportalu jest również informacja na temat budowy geologicznej kraju oraz lokalizacji geostanowisk wraz z opisem i współrzędnymi geograficznymi. Dodatkowo zamieszczone są tam informacje o odsłonięciach geologicznych, które pozwalają na prowadzenie dokumentacji geologicznej. Jest to niezwykle przydatny zasób, jako że w Prawie geologicznym i górniczym wskazuje się potrzebę ochrony wszystkich elementów środowiska [Ustawa z 9 czerwca 2011 r.]. Możliwości wykorzystania danych związane są z oceną wpływu naturalnych zagrożeń na człowieka i jego otoczenie czy z oceną stanu środowiska gruntowo-wodnego.



Praktyczne zastosowanie danych geologicznych odnosi się do ich wykorzystania w procesie inwestycyjnym. Szczególne znaczenie mają informacje o gruntach słabonośnych i zjawiskach filtracyjnych, bez których nie jest możliwa żadna budowa. Nośność gruntów pozwala ocenić, jakiego rodzaju budynki i budowle mogą powstawać na określonych terenach miasta, by w przyszłości nie zmagać się z problemem odchylania się budynków od pionu, co może zagrażać zarówno użytkownikom, jak i osobom trzecim. Dodatkowo dane geologiczne wykorzystywane są w trakcie realizacji inwestycji

autostradowych, w tym również obwodnic miast, linii kolejowych oraz obiektów związanych z energetyką. W przypadku Łodzi dane geologiczne wykorzystywane były w trakcie procesu inwestycyjnego dotyczącego nowego dworca oraz tunelu kolejowego, w przyszłości posłużą podczas budowy tunelu średnicowego w mieście.

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://geoportal.leggw.gov.pl/gptkleggw> [dostęp 8.08.2015].

Ciekawe ujęcie stanowi również geoportal Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska (GDOŚ), który prezentuje dane o prawnie obowiązujących formach ochrony przyrody w Polsce. Obowiązek taki ciąży bowiem na Generalnym Dyrektorsze Ochrony Środowiska w związku z artykułem 113 ustawy o ochronie przyrody [Ustawa z 16 kwietnia 2004 r.]. Dzięki geoportalowi możliwe jest zapoznanie się z obowiązującymi formami ochrony przyrody oraz pobranie ich do wtórnego wykorzystania, co może być przydatne chociażby w prowadzeniu analiz na potrzeby decyzji środowiskowych. W zasobach GDOŚ znajdują się dane dotyczące między innymi: parków narodowych, krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu, obszarów Natura 2000, zespołów przyrodniczo-krajobrazowych czy korytarzy ekologicznych.

Wszystkie dane związane ze środowiskiem pomimo ich udostępniania na portalach branżowych mogą być wtórnie wykorzystywane do złożonych analiz i symulacji, które bezpośrednio lub pośrednio związane są ze środowiskiem. Dzięki stałemu monitoringowi środowiska możliwe jest dokonanie oceny zmian środowiskowych, czego konsekwencją może być wycena szkód powstałych w środowisku. Dane przestrzenne pozwalają ocenić antropopresję na środowisko poprzez ocenę skutków rozlewania się miast na obszary przylegające do ośrodków miejskich. Nie byłoby to możliwe, gdyby nie bazy danych przestrzennych oraz prezentacja tych zasobów w geoportalach. Dane te wykorzystywane są również w administracji publicznej, gdzie wspierają realizację idei zrównoważonego rozwoju oraz ochronę środowiska na poziomie miasta.



Portal pozwala między innymi na zapoznanie się ze standardowym formularzem danych Natura 2000, w którym dostępne są elementy takie jak: identyfikacja obszaru, położenie obszaru, informacje przyrodnicze, opis obszaru, status ochrony obszaru, powiązania obszaru oraz mapa obszaru. Podobne informacje można uzyskać na temat form ochrony przyrody w Polsce. Jest to szczególnie ważne w przypadku obszarów miast, które są przestrzenią w dużym stopniu przekształconą przez człowieka, a tereny przyrodniczo cenne stanowią rzadki, a zarazem ważny element przestrzeni

miejskiej. Dane dostępne w geoportalu są szczególnie ważne w trakcie przygotowywania opracowań ekofizjograficznych oraz materiałów odnoszących się do oddziaływania inwestycji na środowisko.

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/> [dostęp 10.08.2015].

Zaprezentowane bazy danych oraz geoportale z danymi przestrzennymi nie wyczerpują dostępnych w globalnej pajęczynie zbiorów informacji przestrzennej. Dostęp do danych przestrzennych w ostatnich pięciu latach jest coraz bardziej powszechny. Dane wektorowe stają się również podstawą działalności organów związanych z geodezją i kartografią, gdzie na koniec 2013 roku dla obszaru miast wektorowe mapy ewidencyjne obejmowały 93% powierzchni. Różnorodność danych przestrzennych oraz możliwość ich integracji pozwalają na generowanie nowych informacji przestrzennych, które wspomagają proces zarządzania środowiskiem i nie tylko.

9.5. Technologie mobilne jako wsparcie monitoringu środowiska

Obok komputerów stacjonarnych i wykorzystywanego na nich oprogramowania GIS ważnym źródłem informacji stają się dane płynące z technologii mobilnych. Za technologię mobilną należy uznać oprogramowanie i urządzenia, które mogą być używane w ruchu z wykorzystaniem Internetu mobilnego. Dzięki temu technologie mobilne umożliwiają ich wykorzystanie w dowolnej przestrzeni i czasie [Łysik, Kuter, 2013, s. 34].

Wskazać należy, że w pierwszej połowie 2015 roku 58% Polaków w wieku 15+ użytkowało smartfony (wskaźnik smartfonizacji). W tej samej grupie wiekowej 21% społeczeństwa wykorzystywało tablety [Raport POLSKA.JEST.MOBI, 2015, s. 7]. Urządzenia mobilne wraz z aplikacjami mobilnymi stają się nieodzownym elemen-

tem życia codziennego. W połączeniu ze specjalistyczną aparaturą pomiarową mogą służyć do badania zjawisk związanych między innymi z hałasem, jakością powietrza, gleby czy do monitoringu przyrody w mieście. O popularności technologii mobilnej w sferze systemów informacji przestrzennej świadczy również rozwój aplikacji mobilnych, które użytkownicy mogą instalować na urządzeniach przenośnych.

Jednym z przykładów wykorzystania technologii mobilnych do monitoringu środowiska miejskiego był projekt „Licz na zieleń” realizowany przez Fundację Sędzimir. Założeniem projektu było wskazanie miejsc atrakcyjnych pod względem rekreacji na terenach zieleni zorganizowanej oraz przestrzeni, w których brakuje zieleni w wybranych miastach Polski. Okazuje się, że akcje społeczne oraz narzędzia wykorzystywane podczas ich realizacji mogą stać się bazą danych przestrzennych o mieście. Dzięki zbudowanej bazie danych możliwe jest prowadzenie analiz i symulacji oraz informowanie władz lokalnych o potrzebach lokalnych w zakresie zieleni miejskiej. W podobny sposób może odbywać się monitoring przyrody, gdyż urządzenia mobilne pozwalają na oznaczanie w przestrzeni siedlisk zwierząt czy innych elementów przyrody, co ułatwia podejmowanie decyzji w razie konieczności ich ochrony.

Wykorzystanie urządzeń mobilnych w monitoringu hałasu oraz zanieczyszczeń powietrza i gleby w połączeniu ze specjalistycznym sprzętem pozwala na określenie dokładnego położenia miejsca pomiaru. W przypadku monitoringu hałasu w mieście większość użytkowników smartfonów może dokonywać tego rodzaju pomiarów samodzielnie, wykorzystując darmowe aplikacje, które dają możliwość określenia poziomu hałasu w decybelach. Pomiary wykonywane za pomocą urządzeń mobilnych są obarczone błędem, jednak dla celów edukacyjnych mogą stanowić element wspierający prowadzenie badań i zajęć dydaktycznych. Wykonane pomiary w połączeniu z systemem informacji przestrzennej pozwalają na budowanie bazy danych, która może być analizowana w pracach studenckich.

Za pomocą narzędzi mobilnych można również monitorować krajobraz miasta poprzez prowadzenie obserwacji w terenie oraz gromadzenie zebranego materiału na urządzeniach mobilnych wraz z dokumentacją fotograficzną. Prace tego typu wykonywane były na Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie. Założeniem projektu było wykorzystanie danych przestrzennych do oceny wpływu bilbordów na środowisko miejskie oraz jego estetykę.

Wykorzystanie GIS w sferze środowiskowej niesie ze sobą dostęp do bardzo bogatego zasobu danych przestrzennych, które mogą być wykorzystywane wtórnie do innych celów. Geologia, hydrologia, tereny leśne i zielone są elementem środowiska, dzięki czemu można wykorzystać te dane w ocenach oddziaływania na środowisko. Systemy informacji przestrzennej pozwalają na spójną analizę danych pochodzących z różnych źródeł, dzięki czemu zarządzanie środowiskiem może odbywać się w przyjaznym dla użytkownika oprogramowaniu. Dodatkowym elementem wspomagającym procesy decyzyjne i oceny środowiskowe mogą być dane pochodzące z pomiarów prowadzonych przez ichtiologów, ornitologów, teriologów (m.in. chiropeterologów), którzy dostarczają specjalistycznych danych dotyczących fauny.

Rozwinięciem technologii informacyjnych jest technologia mobilna, która może być wykorzystywana do gromadzenia danych przestrzennych, ale również w procesie ich analizy. Rozwój rynku związanego z systemami informacji przestrzennej gwarantuje, że dane przestrzenne będą stawały się coraz powszechniejszym narzędziem pracy tak w sferze zarządzania środowiskiem, jak i całym miastem. Wykorzystanie wiedzy zdobytej podczas edukacji owocować będzie możliwością jej wykorzystania w pracy zawodowej. Pozwoli to również na zmniejszenie luki wiedzy w zakresie możliwości wykorzystania systemów informacji przestrzennej w zarządzaniu miastem.

Bibliografia

- Community Development Foundation (1997), *The Net Result Social Inclusion in the Information Society. Report of the National Working Party on Social Inclusion (INSINC)*, International Business Machines Corporation, London.
- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej, Dz.U. L 327 z 22.12.2000.
- Dyrektywa 2003/4/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2003 r. w sprawie publicznego dostępu do informacji dotyczących środowiska i uchylająca dyrektywę Rady 90/313/EWG, Dz.U. L 41 z 14.02.2003.
- Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE), Dz.U. L 108 z 25.04.2007.
- Dyrektywa Rady 90/313/EWG z dnia 7 czerwca 1990 r. w sprawie swobody dostępu do informacji o środowisku, Dz.U. L 158 z 23.06.1990.
- Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r., Dz.U. z 1997 r. Nr 78, poz. 483.
- Konwencja o dostępie do informacji, udziale społeczeństwa w podejmowaniu decyzji oraz dostępie do sprawiedliwości w sprawach dotyczących środowiska, sporządzona w Aarhus dnia 25 czerwca 1998 r., Dz.U. z 2003 r. Nr 78, poz. 706.
- Kozakiewicz R. (2006), *Gminne programy ochrony środowiska jako narzędzie edukacji ekologicznej na szczeblu lokalnym*, „Inżynieria Środowiska” t. 11, z. 2.
- Laudon K.C., Laudon J.P. (1991), *Business Information Systems: a problem solving approach*, Dryden Press, Chicago.
- Łysik Ł., Kutera R. (2013), *Technologie mobilne jako determinanta rozwoju innowacyjnego społeczeństwa informacyjnego*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, „Ekonomiczne Problemy Usług” nr 105/2.
- Nowina-Konopka M. (2006), *Istota i rozwój społeczeństwa informacyjnego*, [w:] T. Białołocki, J. Moroz, M. Nowina-Konopka, L.W. Zacher (red.), *Spółeczeństwo informacyjne. Istota, rozwój, wyzwania*, Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne, Warszawa.
- Raport POLSKA.JEST.MOBI (2015).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 14 listopada 2007 r. w sprawie wprowadzenia Nomenklatury Jednostek Terytorialnych do Celów Statystycznych (NTS), Dz.U. z 2007 r. Nr 214, poz. 1573 ze zm.
- Steiniger S., Bocher E. (2009), *An overview on current free and open source desktop GIS developments*, „International Journal of Geographical Information Science” vol. 23, nr 10.
- Szczepanek R. (2012), *Quantum GIS – wolny i otwarty system informacji geograficznej*, „Czasopismo Techniczne”, seria Środowisko, z. 1.
- Tomlinson R. (2007), *Rozważania o GIS. Planowanie Systemów Informacji Geograficznej dla menedżerów*, ESRI Polska, Warszawa.
- United Nations (2005), *Land administration in the UNECE region. Development trends and main principles*, Geneva.
- <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2005/wpla/ECE-HBP-140-e.pdf> [dostęp 30.07.2015].
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody, Dz.U. z 2004 r. Nr 92, poz. 880 ze zm.

Ustawa z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne, Dz.U. z 1989 r. Nr 30, poz. 163 ze zm.

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, Dz.U. z 2001 r. Nr 62, poz. 627 ze zm.

Ustawa z dnia 27 lipca 2001 r. o ochronie baz danych, Dz.U. z 2001 r. Nr 128, poz. 1402 ze zm.

Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Dz.U. z 2003 r. Nr 80, poz. 717 ze zm.

Ustawa 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 2008 r. Nr 199, poz. 1227 ze zm.

Ustawa z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej, Dz.U. z 2010 r. Nr 76, poz. 489 ze zm.

Ustawa z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej, Dz.U. z 2001 r. Nr 112, poz. 1198 ze zm.

Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze, Dz.U. z 2011 r. Nr 163, poz. 981 ze zm.

Ustawa z dnia 9 listopada 2000 r. o dostępie do informacji o środowisku i jego ochronie oraz o ocenach oddziaływania na środowisko, Dz.U. z 2000 r. Nr 109, poz. 1157 ze zm.