

PROBLEMATYKA PRZECIWDZIAŁANIA ZANIECZYSZCZENIOM POWIETRZA W PRACACH PROJEKTOWYCH URBANISTÓW I ARCHITEKTÓW W KONTEKŚCIE WYKORZYSTANIA INFRASTRUKTUR I SYSTEMÓW INFORMACJI PRZESTRZENNEJ

Anna Michalik¹✉, Agnieszka Zwirowicz-Rutkowska², Maja Wojtkiewicz³

¹ Urbaneo

ul. Tęczowy Las 4/48, Bartąg, 10-687 Olsztyn, **Polska**

² Katedra Geodezji Szczegółowej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ul. Heweliusza 12/4, 10-719 Olsztyn, **Polska**

³ Katedra Geomatyki i Kartografii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń, **Polska**

ABSTRAKT

Jednym z zagadnień, aktualnie nagłaśnianych w środkach masowego przekazu w Polsce, a odnoszącym się do planowania przestrzennego, jest zanieczyszczenie powietrza. Przy tworzeniu opracowań projektowych i prób włączenia, przez urbanistów i architektów, dedykowanych rozwiązań służących przeciwdziałaniu zanieczyszczeniom powietrza na każdym etapie prac bardzo ważnym zagadnieniem jest dobór i jakość danych. Czynności w ramach realizacji poszczególnych etapów prac mogą być mniej pracochłonne, a jednocześnie dokładniejsze, jeżeli rozważy się wykorzystanie takich rozwiązań, jak infrastruktura i systemy informacji przestrzennej. Celem artykułu jest analiza, na bazie doświadczeń zawodowych autorów prezentowanej publikacji, możliwości wykorzystania infrastruktury i systemów informacji przestrzennej jako źródeł danych oraz analiz na potrzeby prac projektowych prowadzonych przez polskich urbanistów i architektów, związanych z poprawą jakości powietrza. Celem szczegółowym jest przedstawienie, na podstawie przeglądu literatury, przykładów rozwiązań projektowych, które mogą służyć przeciwdziałaniu zanieczyszczeniom powietrza.

Słowa kluczowe: smog, ochrona powietrza, analiza przestrzenna, dane przestrzenne, planowanie przestrzenne

WPROWADZENIE

W wielu publikacjach dotyczących urbanistyki i architektury zwraca się uwagę na interdyscyplinarność i wielotematyczność tych dziedzin (np. Ran i Nedovic-Budic 2016, Tsilimigkas i Rempis 2017, Gnatowska 2013, Słuchocka 2015, Ogrodnik 2015).

Problem zanieczyszczenia powietrza, szeroko dyskutowany w ostatnim czasie w polskich środkach masowego przekazu, również w kontekście dyrektywy w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy (Directive 2008/50/EC), jest jednym z tematów istotnych także z punktu widzenia planowania przestrzennego. Przy tworzeniu opracowań

✉anna.michalik@urbaneo.pl

projektowych i prób włączenia, przez urbanistów oraz architektów, dedykowanych rozwiązań służących poprawie jakości powietrza na każdym etapie prac, tj. identyfikacji problemu, pozyskaniu materiałów wyjściowych, wykonywaniu analiz i studiów oraz prac projektowych, bardzo ważnym zagadnieniem są dane, które powinny być odpowiednie m.in. pod względem tematycznym, kompletności obszarowej, szczegółowości, formatów czy wiarygodności. Czynności projektantów wykonywane w ramach realizacji poszczególnych etapów mogą być mniej pracochłonne, a jednocześnie dokładniejsze, jeżeli rozważy się wykorzystanie takich rozwiązań jak infrastruktura i systemy informacji przestrzennej (np. Zwirowicz-Rutkowska i Michalik 2016, Fogel 2007, Glanowska i Hanus 2016). Mając ponadto na uwadze działania projektantów związane z przeciwdziałaniem zanieczyszczeniom powietrza, warto odnieść się także do stwierdzenia (Regulski 1979), że w złożonych procesach planowania informacje muszą być przeniesione poprzez granice dzielące pole działań różnych środowisk.

Celem artykułu jest analiza, na bazie doświadczeń zawodowych autorów publikacji, możliwości wykorzystania infrastruktury i systemów informacji przestrzennej jako źródeł danych oraz analiz na potrzeby prac projektowych prowadzonych przez polskich urbanistów i architektów, związanych z poprawą jakości powietrza. Celem szczegółowym jest przedstawienie przykładów rozwiązań projektowych, które mogą służyć przeciwdziałaniu zanieczyszczeniom powietrza.

METODYKA

Do zrealizowania celu, którym jest ocena potencjału infrastruktury i systemów informacji przestrzennej w pracach projektowych, wykonywanych przez projektantów takich jak urbanisci i architekci, posłużono się badaniami jakościowymi i ilościowymi oraz empirycznymi. Prezentację przykładów rozwiązań projektowych, które mogą służyć przeciwdziałaniu zanieczyszczeniom powietrza, wykonano na podstawie przeglądu literatury.

WYKORZYSTANIE INFRASTRUKTURY INFORMACJI PRZESTRZENNEJ W PRACACH PROJEKTOWYCH ZWIĄZANYCH Z POPRAWĄ JAKOŚCI POWIETRZA

Infrastruktura informacji przestrzennej (IIP) umożliwia wymianę informacji oraz integrację różnych źródeł danych. Bez wątpienia najważniejszą rolę w udostępnianiu szeroko rozumianych danych przestrzennych pełni w Polsce serwis Geoportal 2, główny punkt dostępowy do zasobów IIP (Geoportal 2 2017, Ustawa z 4 marca 2010... Dz.U. z 2010 r., nr 76, z póź. zm.).

W tabeli 1 zaprezentowano najważniejsze adresy usług związanych z tematyką zanieczyszczeń powietrza, które są dostępne w Geoportalu 2. Usługi te nie dotyczą bezpośrednio problematyki ochrony powietrza, jednak zawierają informacje, które projektant może wykorzystać do analiz. W tabeli wyszczególniono liczbę przydatnych warstw.

Na rysunku 1 przedstawiono wyniki ogólnej oceny danych związanych z tematyką zanieczyszczeń powietrza, integrowanych w ramach Geoportalu 2, którą wykonano w oparciu o wiedzę ekspercką i doświadczenia zawodowe autorów prezentowanej publikacji. Cechy danych takie jak: dokładność tematyczna, kompletność obszarowa, szczegółowość, aktualność, dokładność położenia obiektów, formaty danych i wiarygodność oceniono w skali 1–10 pkt.

Niewątpliwie dużą zaletą zbiorów serwisu Geoportal 2 jest ich kompletność obszarowa (9 pkt., rys. 1). Publikowane dane mają zasięg ogólnokrajowy, choć niektóre z nich mogą być niepełne (np. hipsometria ISOK). Pomocne w ocenie wiarygodności okazuje się określenie statusu danych udostępnionych na przykład przez geoserwis Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska (serwis nr 7, tab. 1). Prezentowane granice obszarów chronionego krajobrazu opatrzone są informacją, że dane znajdują się obecnie w weryfikacji. Dużym utrudnieniem w korzystaniu z danych są dostępne ich formaty (3 pkt., rys. 1). Stwarzanie możliwości pobierania danych w formatach

Tabela 1. Dane przestrzenne związane z tematyką zanieczyszczeń powietrza zintegrowane w ramach Geoportalu 2

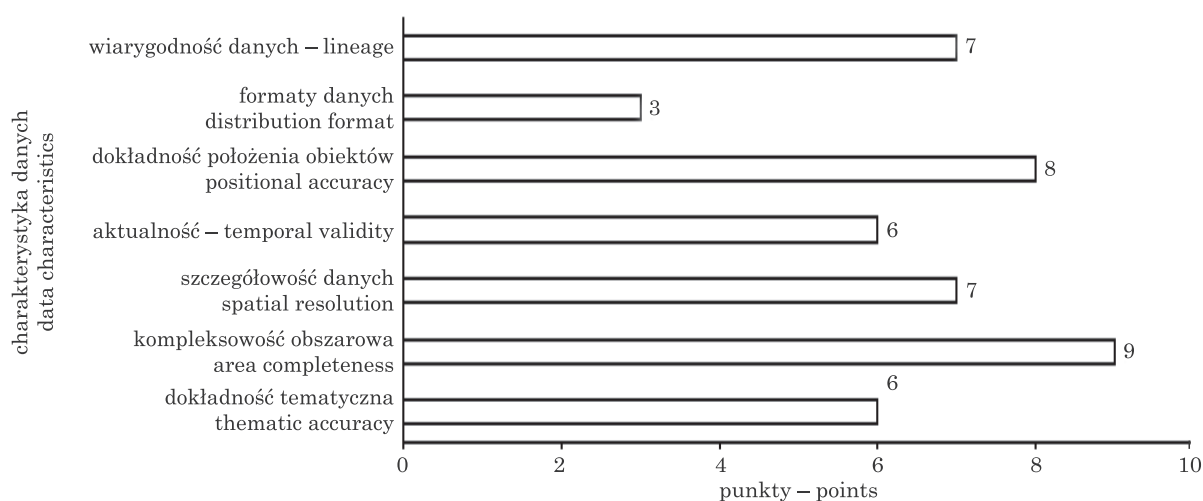
Table 1. Spatial data concerning the issue of air pollution integrated in the Geoportal 2

Numer serwisu Number of website	Adres serwisu Address of website	Opis wybranych danych Selected data description	Liczba warstw Number of layers	Zasięg krajowy National range
1	2	3	4	5
1.	http://mapy.geoportal.gov.pl/imap	domyślnie włączona warstwa z wizualizacją BDOO, przy zmianie skali dostępne są także mapy topograficzne, jak i dane o charakterze katastralnym i ortofotomapa default layer with the visualization of BDO, when changing the scale topographic maps are also available as well as cadastral data or orthophotomap	2	1
2.	http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/pub/guest/G2_BDOT_BUD_2009/MapServer/WMSServer http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/pub/guest/G2_BDOT_BUD_2010/MapServer/WMSServer	np. budynki przemysłowe, budynki ochrony zdrowia e.g. industrial buildings, buildings for the protection of the health	13	
	http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/pub/guest/kompozycjaG2_BDO_WMS/MapServer/WMSServer	np. pokrycie terenu, zabudowa, zbiorniki wodne, drogi, linia kolejowa e.g. coverage, buildings, bodies of water, roads, railway lines	7	1
	http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/pub/guest/kompozycjaG2_VMAPL2_WMS/MapServer/WMSServer	np. jezdnie, wody powierzchniowe, budynki wysokie, tereny roślinności trawiastej, tereny gruntów odsłoniętych, tereny zabudowy gęstej lub luźnej e.g. roadways, surface water, high buildings, grassy vegetation areas, areas of land exposed, continuous urban fabric, loose building	18	
3.	http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/pub/guest/G2_TRANSPORT_WMS/MapServer/WMSServer	np. odcinki jezdni, tory lub zespoły torów kolejowych, tramwaje, metro e.g. stretch of roadway	3	1
	http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/INSPIRE_TN_TBD/guest	np. połączenie drogowe e.g. road connections	12	
4.	http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/img/guest/CIEN/MapServer/WMSServer	rozdzielczość od 5 m do 100 m resolution from 5 m to 100 m	3	1
5.	http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/img/guest/HIPSO/MapServer/WMSServer	rozdzielczość od 5 m do 100 m resolution from 5 m to 100 m	4	
	http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/wmsimg/guest/ISOK_HipsoDyn/ImageServer/WMSServer	dynamiczna hipsometria (częściowy brak danych) dynamic hypsometry (partial lack of data)	1	1
6.	http://geoportal.kzgw.gov.pl/services/KZGW_2012/5MPHP2010/MapServer/WMSServer	np. szerokie rzeki (szer. powyżej 30 m) e.g. wide rivers (width over 30 m)	1	1
7.	http://sdi.gdos.gov.pl/wms?	lokalizacja form ochrony przyrody (część danych w weryfikacji) location of protected areas types (part of data under verification)	13	1

cd. tabeli 1 – cont. table 1

1	2	3	4	5
8.	http://mapserver.bdl.lasy.gov.pl/ArcGIS/services/WMS_BDL/mapserver/WMSServer?	wydzialenia subareas	4	1
9.	https://geo.stat.gov.pl/imap/	dane geostatystyczne oraz np. emisja zanieczyszczen powietrza z zakladow szczególnie uciazliwych geostatistical data and e.g. air release from the industrial units	5	1

Źródło: opracowanie własne
Source: own study



Rys. 1. Oceny danych integrowanych w ramach Geoportalu 2

Fig. 1. Assessment of data integrated in the Geoportal 2

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

edytowalnych znacząco wpływa na poprawę jakości oraz głębokości analiz wykonywanych w opracowaniach projektowych.

Projektanci, badając przestrzeń, analizują nie tylko stan obecny, ale również zmiany zachodzące w przeszłości oraz możliwość rozwoju w przyszłości. Pojawia się więc potrzeba gromadzenia nie tylko danych aktualnych, ale również archiwalnych oraz prognoz. Dobrym przykładem jest geoportal statystyczny (servis nr 9, tab. 1), który daje możliwość wyboru danych dla konkretnych lat.

Z punktu widzenia projektantów, Geoportal 2 pełni funkcję przede wszystkim informacyjną, ponieważ w jednym miejscu można wyszukać oraz przeglądać dane. Co więcej, w prosty sposób można

znaleźć instytucję zarządzającą konkretnymi danymi, by zwrócić się bezpośrednio o ich udostępnienie w wymaganym formacie. Niezwykle ważna dla projektantów jest szybka możliwość pobrania danych. Warto podkreślić, że już teraz istnieje możliwość bezpłatnego pobrania danych, choćby z otwartych zasobów Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK).

Analizy wykonywane z wykorzystaniem danych udostępnianych w ramach Geoportalu 2 mają zazwyczaj charakter częściowy, względem przyjętych przez projektantów założeń i kryteriów dla danego opracowania, ponieważ główny punkt dostępowy integruje tylko pewną część potrzebnych im danych. Główny krajowy punkt dostępowy do zasobów IIP jest ciągle

rozbudowywany, a kolejne instytucje udostępniają sukcesywnie swoje dane. Należy także raz jeszcze podkreślić potrzebę stworzenia możliwości zarówno wyszukiwania oraz przeglądania, ale przede wszystkim pobierania danych.

W tabeli 2 zaprezentowano inne punkty dostępowe do danych związanych z tematyką zanieczyszczenia powietrza, a na rysunku 2 przedstawiono wyniki ogólnej oceny danych integrowanych w tych punktach dostępowych, wykonanej w oparciu o wiedzę ekspercką i doświadczenia zawodowe autorów publikacji.

Tabela 2. Dane związane z tematyką zanieczyszczeń powietrza integrowane w punktach dostępowych innych niż Geoportal 2
Table 2. Spatial data concerning the issue of air pollution integrated in other access points than the Geoportal 2

Numer serwisu Number of website	Adres serwisu Address of website	Opis wybranych danych Selected data description	Liczba warstw Number of layers	Zasięg krajowy National range
1	2	3	4	5
1.	http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/current	bieżące dane pomiarowe, punktowe, odnoszące się do lokalizacji stacji; czytelna skala (bardzo dobry – bardzo zły) current measurement data, point one, relating to the location of the station; the legible scale (excellent – heavily polluted)	8	1
2.	http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/warnings	mapa z aktualnymi ostrzeżeniami oraz tabela z archiwalnymi poziomami dopuszczalnymi map of current warnings and the table with the old limit levels	5	1
3.	http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/air/quality/type/R	ocena roczna jakości powietrza dla stref z uwzględnieniem lat 2004–2015 (możliwość pobrania mapy w formacie shp) annual assessment of air quality for areas for years 2004–2015 (possibility of downloading map in shp format)	12	1
4.	http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/air/quality/type/W	oceny wieloletnie dla stref (możliwość pobrania mapy w formacie shp) long standing assessment for areas (possibility of downloading map in shp format)	12	1
5.	http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/forecast/longterm	prognozy długoterminowe – wyniki modelowania na rok 2020; możliwość pobrania mapy w formacie shp long standing forecast – results of modeling for year 2020; possibility of downloading map in shp format	3	1
6.	http://inspire.gios.gov.pl/portal/	monitoring jakości powietrza (chemizm opadów, stężeń zanieczyszczeń, warstwa ozonowa) monitoring of air quality (chemical substance in the falls, concentrations of pollutants, ozone layer)	21	1
7.	http://inspire.gios.gov.pl/portal/index.php?profile=29542&projection=EPSG%3A2180	CORINE Land Cover (w tym zabudowa miejska zwarta, tereny przemysłowe, tereny komunikacyjne, tereny zielone, dane z lat 2000, 2006, 2012) CORINE Land Cover (including continuous urban fabric, industrial units, transport areas, green areas, data from years 2000, 2006, 2012)	3	1
8.	http://mapy.gios.gov.pl/prtr/	np. lokalizacja zakładów (przemysł chemiczny), uwolnienia zanieczyszczeń; identyfikacja z informacjami o zakładzie e.g. location of industrial units (chemical industry), release of contaminants; identification with information about unit	2	1
9.	https://www.bdl.lasy.gov.pl/portal/mapy	mapa drzewostanów, mapa zbiorowisk roślinnych, mapa siedlisk leśnych map of stands, plant communities map, map of forest habitats	6	1

cd. tabeli 2 – cont. table 2

1	2	3	4	5
10.	http://mapa.poznan.lasy.gov.pl/ http://mapa.radom.lasy.gov.pl/ http://mapa.katowice.lasy.gov.pl/	strefy uszkodzeń przemysłowych, lasy uzdrowiskowe, lasy w miastach i wokół miast, drzewostany industrial damage zone, the spa forests, forests in urban areas and around towns, stands	5	0
11.	http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/	lokalizacja form ochrony przyrody i projektu korytarzy ekologicznych location of the forms of nature conservation and ecological corridors project	2	1
12.	http://dm.pgi.gov.pl/dm/DownloadManager_v1.aspx	lokalizacja i podstawowe dane dot. złóż kopalin location and basic data about mineral deposits	3	1
13.	http://m.bazagis.pgi.gov.pl/cbdg	geotermia geothermics	1	1
14.	http://geoportel.kzgw.gov.pl/imap/	wody powierzchniowe surface water	6	1
15.	http://monitoring.krakow.pios.gov.pl/	mapa monitoring jakości powietrza map of monitoring air quality	1	0
16.	http://geoportel.lodzkie.pl/	program ochrony powietrza; ozon przyziemny i pył zawieszony i benzo(a)piren air protection program; ozon down-to-Earth and particulate and benzo (a) pyrene	2	0
17.	http://mapy.orsip.pl/imap/?locale=pl&gui=new&sessionID=68706	program ochrony powietrza woj. śląskiego 2010 i 2014; modelowy rozkład przestrzenny stężeń 8 substancji air protection program for Silesian region in 2010 and 2014; model the spatial resolution of the concentrations of the 8 substances	9	0
18.	https://powietrze.uni.wroc.pl/	np. prędkość wiatru, prognozowany kierunek wiatru, indeks jakości powietrza e.g. wind speed, wind direction, air quality index forecast	12	0

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Generalnie dane integrowane w innych punktach dostępowych niż Geoportel 2 charakteryzują się dość dobrą szczegółowością i dokładnością położenia obiektów (8 pkt., rys. 2). Dużym utrudnieniem, tak jak w przypadku źródeł integrowanych w ramach Geoportelu 2, są dostępne formaty danych (4 pkt., rys. 2).

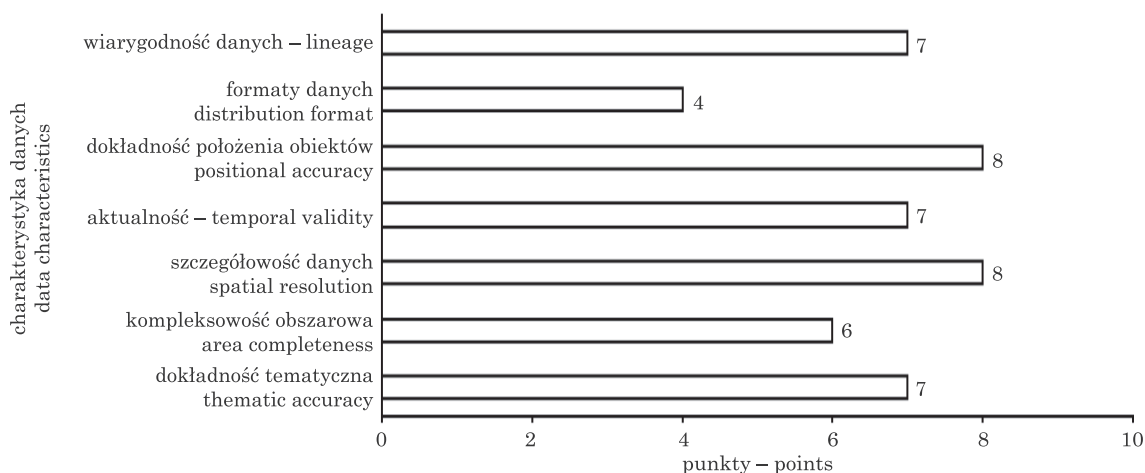
Wyszukiwanie pojedynczych serwisów z potrzebnymi danymi jest wyjątkowo czasochłonne. Niestety brakuje instytucji, która zbiera i kataloguje tego typu informacje. Największą wadą jest także brak jednolitości danych w różnych serwisach. Dodatkowym utrudnieniem dla projektantów może być brak czytelnej i jednolitej terminologii.

Przed użyciem informacji w opracowaniu planistycznym należy każdorazowo zweryfikować źródło jej pochodzenia. Dlatego też korzystając z serwisów,

należy dokładnie sprawdzić pochodzenie danych oraz pozyskać informacje o instytucji udostępniającej zasoby.

Część danych udostępnianych jest tylko w serwisach lokalnych lub regionalnych, co przy opracowywaniu dokumentów projektowych dla terenów o znacznej powierzchni może eliminować możliwość wykorzystania tych punktów dostępowych. Korzystanie z danych pochodzących z różnych źródeł może okazać się niemożliwe.

Dane przestrzenne przedstawione w tabeli 1 i tabeli 2 umożliwiają przede wszystkim analizę stanu istniejącego, ze szczególnym uwzględnieniem (istotnych w zapobieganiu zanieczyszczeniom powietrza) grup takich jak: jakość powietrza, zabudowa, roślinność, transport, ukształtowanie terenu,



Rys. 2. Oceny danych integrowanych w punktach dostępowych innych niż Geoportal 2

Fig. 2. Assessment of data integrated in the other access points than the Geoportal 2

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

wody powierzchniowe, formy ochrony przyrody. Pomocna może okazać się także ortofotomapa, która umożliwia np. weryfikację danych. Pierwsza z wymienionych grup związana jest z identyfikacją ewentualnego problemu z zanieczyszczeniem powietrza na danym obszarze. Wiarygodne dane (adresy nr 1–7, tab. 2) z pewnością można uzyskać w serwisie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ). Osobno należy traktować moduł statystyczny (servis nr 8, tab. 2), który umożliwia sprawdzenie np. emisji zanieczyszczeń powietrza z zakładów szczególnie uciążliwych. Druga grupa dotyczy budynków, ich lokalizacji, a nawet funkcji. Istniejąca zabudowa jest elementem choćby Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT, aktualność danych na rok 2009 i 2010, adres nr 2, tab. 1) oraz Vector Smart Map Level 2 (VMAPL2, adres nr 2, tab. 1), gdzie można zidentyfikować zarówno budynki przemysłowe, będące potencjalnym emitorem zanieczyszczeń, jak również budynki ochrony zdrowia, które należy w sposób szczególny chronić. Analizując szorstkość podłoża lub chropowatość terenu, ważne są informacje dotyczące lokalizacji budynków wysokich. Ukształtowanie terenu oraz roślinność jest istotna z punktu widzenia rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń. Niezwykle rzadko serwisy zawierają informacje na temat kierunku wiatru oraz jego prędkości.

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA NARZĘDZI GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) DO ANALIZ DOTYCZĄCYCH ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA

Wykorzystanie potencjału zbiorów danych IIP, dostępnych poprzez Geoportal 2 oraz inne punkty dostępowe prowadzone m.in. przez różne organy władzące, bazuje na możliwości ich użycia do konkretnych analiz przestrzennych dotyczących badania jakości powietrza. Dane pochodzące z IIP mogą stanowić podstawę do gromadzenia danych specjalistycznych i podstawę do wizualizacji różnorodnych danych tematycznych.

W oparciu o dwie grupy zbiorów – tych udostępnionych w infrastrukturze danych przestrzennych oraz branżowych (tematycznych) zbiorów danych przestrzennych – można powiązać badanie jakości powietrza z wiedzą na temat fizyki miast (Laskowski 1987). Dużą pomocą w tym temacie mogą być analizy przestrzenne, wykonywane na wiele sposobów, za pomocą narzędzi GIS (w tym m.in. QGIS, ArGIS) (Zwirowicz i Wojtkiewicz 2007).

Programy GIS mogą służyć do zbadania terenów, na których występuje smog, biorąc pod uwagę kryterium zagospodarowania przyrodniczego i antropologicznego. Będzie to wskazaniem do prawidłowego

planowania zabudowy oraz do weryfikacji, w jaki sposób istniejące warunki przyczyniają się do powstawania zanieczyszczeń oraz czy proponowane rozwiązania antysmogowe mogą skutecznie prowadzić do poprawy jakości powietrza. Analizy przestrzenne mogą pomóc w określeniu cech terenu, które wpływają na kumulowanie się zanieczyszczeń powietrza np. duże natężenie ruchu, występowanie domów jednorodzinnych o starej technologii grzewczej, kotliny, kierunek wiatru, zakłady przemysłowe itd. Wiedza, jakie cechy potęgują zanieczyszczenie powietrza, pozwala projektować przestrzeń w sposób zrównoważony.

Wiedząc, jakie cechy potęgują zanieczyszczenie powietrza, można poprzez analizę przestrzenną wskazać miejsca, gdzie w określonych warunkach będzie występował problem powstawania smogu. Projektanci, mając wiedzę o cechach terenu, które wpływają na zwiększenie zanieczyszczenia powietrza oraz o miejscach narażonych na wystąpienie smogu, mogą tak kreować przestrzeń, aby unikać nasilenia się zjawisk związanych z zanieczyszczeniem powietrza. Urbaniści, sporządzając opracowania planistyczne, w oparciu o tę wiedzę, mogą formułować wytyczne, które powinien spełniać dany teren w zakresie zagospodarowania, aby nie potęgować zanieczyszczeń. Z kolei architekci w oparciu o ustalenia planistyczne mogą tak kształtować swoje obiekty i otaczające je tereny, aby minimalizować skutki smogu, a nawet wspomagać poprzez różne kreatywne rozwiązania oczyszczanie powietrza (przykłady przedstawiono w następnym rozdziale pracy).

Istotną kwestią w analizie aerodynamiki terenów zurbanizowanych jest przedstawienie otaczającej rzeczywistości w świecie wirtualnym poprzez utworzenie modelu 3D miasta, co umożliwiają programy GIS. Największą wartością wizualizacji 3D jest dogłębna, wielowarstwowa analiza, która po prostu nie jest w pełni możliwa z wykorzystaniem danych dwuwymiarowych. Wartość tych analiz jest tym bardziej znacząca, że umożliwia prześledzenie zjawisk, które bywają nienamagalne lub niewidoczne w świecie rzeczywistym, jak np. poziom zanieczyszczenia powietrza. Wraz ze zwiększającą się liczbą danych wprowadzanych do systemów informatycznych wzrasta

liczba i stopień szczegółowości analiz możliwych do przeprowadzenia, co skutkuje praktycznie nieograniczonymi możliwościami badawczymi i poznawczymi. Wprowadzenie, bądź modyfikacja, danego czynnika w trójwymiarowej wizualizacji miasta momentalnie ukazuje reakcje tkanki miejskiej i możliwe następstwa jego implementacji. Wizualizacja modeli 3D miasta (Gotlib i Olszewski 2016) w sposób prosty i bezpośredni wpływa na proces decyzyjny. Dokładne i aktualne modele miasta 3D otwierają zupełnie nowe pole działania dla analityków. Wizualizacja 3D jest nie tylko ciekawym sposobem prezentacji informacji przestrzeni miasta, ale również inspiracją do kreatywnych rozwiązań aplikacyjnych wpisujących się także w ideę „smart city”.

W całym procesie inwestycyjnym, związanym z projektowaniem przestrzeni, zarówno architekt, jak i urbanista czy planista nie są jedynymi jego uczestnikami. Świadomość i wiedza o kreowaniu przestrzeni bez zwiększania zanieczyszczeń powietrza jest potrzebna całemu społeczeństwu informacyjnemu. Stąd wynika potrzeba włączania wyników przeprowadzanych analiz wykonywanych także z użyciem oprogramowania GIS do zasobów infrastruktury informacji przestrzennej, zgodnie z wymaganymi w infrastrukturze zasadami harmonizacji i standardami. Dane te stanowiąc mogą cenną wiedzę na temat jakości życia danej społeczności, w kontekście czystości powietrza, i być przydatne także różnorodnym grupom zawodowym do współpracy i zaangażowania w walce ze smogiem.

PRZYKŁADY PRAC PROJEKTOWYCH ZWIĄZANYCH Z PRZECIWDZIAŁANIEM ZANIECZYSZCZENIOM POWIETRZA

Wykorzystanie infrastruktury i systemów informacji przestrzennej może znacząco wpłynąć na czas i jakość prac wykonywanych przez projektantów. W prezentowanym rozdziale zaprezentowano przykłady rozwiązań projektowych, które mogą służyć ochronie powietrza.

Mimo że czasami brakuje wystarczających narzędzi planistycznych do prowadzenia konsekwentnej

polityki przestrzennej, przedstawione przykłady pokazują, że urbanista może mieć znaczny wpływ na jakość powietrza.

Pierwszym przykładem może być wyznaczanie potencjalnych korytarzy napowietrzających, gdzie analizując pokrycie terenu można wytypować konkretne obszary, wykorzystując na przykład lokalizację wód powierzchniowych, terenów niezabudowanych czy obszarów chronionych.

Ustalenie przeznaczenia, a więc wybór lokalizacji np. zakładu przemysłowego emitującego znaczne ilości zanieczyszczeń do atmosfery wydaje się decyzyjną o najdalej idących konsekwencjach. Biorąc pod uwagę ukształtowanie terenu oraz dominujące wiatry, można wybrać możliwie najlepszą lokalizację, dopuścić odpowiednie gabaryty (np. wysokość kominów). Zasada ta działa w obie strony, to znaczy w przypadku projektowania zabudowy z przeznaczeniem na stały pobyt ludzi warto przeanalizować sąsiedztwo i sprawdzić, czy okoliczne zakłady przemysłowe mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia ludności. Różański (1959) zwracał uwagę, aby przed ustaleniem lokalizacji zarówno dzielnicy przemysłowej, jak i pojedynczych zakładów opracować wstępne strefy ochronne. Czarnecki (1964) z kolei zaznaczył, że przemysł szkodliwy nie powinien być lokalizowany nie tylko w pobliżu osiedli mieszkaniowych, czy dużych maszyn leśnych, ale także terenów wypoczynkowych. Szczegółowiej omówił zasady rozmieszczenia dzielnic przemysłowych i mieszkaniowych w swojej publikacji Czarnecki (1965). Z jednej strony, w układzie miasta dzielnice te nie powinny sobie wzajemnie przeszkadzać w swobodnym rozwoju terenowym. Z drugiej zaś, problemem jest połączenie komunikacyjne między nimi.

Idea korytarzy napowietrzających jest obecnie bardzo trudna do zrealizowania. Wolny rynek i presja inwestycyjna jest tak ogromna, że brakuje środków prawnych do ochrony tych terenów przed zabudową. Konkretnie odniesienia do klinów napowietrzających zazwyczaj zawarte są w studiach uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego. Mimo że istnieje możliwość uzyskania decyzji o warunkach zabudowy na terenach wskazanych w studium jako

celowo niezabudowane, warto podjąć starania w celu przywracania lub projektowania nowych korytarzy napowietrzających.

Sposób projektowania przestrzeni może wpłynąć również pośrednio na stan powietrza poprzez optymalne planowanie zabudowy. W trakcie projektowania należy uwzględnić przewidywaną liczbę potencjalnych użytkowników przestrzeni, co ma wpływ na konieczność przemieszczania się, a to z kolei powoduje wzrost zanieczyszczeń komunikacyjnych. W punktach węzłowych należy przewidzieć teren na parkingi dla samochodów oraz rowerów. Warto także w kluczowych miejscach przywrócić miasto pieszym poprzez tworzenie deptaków oraz stref ruchu uspokojonego.

Kolejnym aspektem jest udział zieleni oraz wykorzystywanie naturalnych korytarzy ekologicznych (choćby cieków wodnych) do racjonalnego gospodarowania przestrzenią. W dokumentach planistycznych można nie tylko przeznaczyć część terenu na zieleni urządzoną lub naturalną, ale także precyzyjnie określić minimalny udział procentowy powierzchni biologicznie czynnej. Przyczyną zanieczyszczeń powietrza bywa unoszący się na terenach utwardzonych pył, dlatego roślinność nie tylko oczyszcza powietrze w sposób dosłowny, ale także zapobiega unoszeniu się pyłu. Już w 1979 r. stwierdzono (Bagiński 1979), że wybór miejsca zamieszkania uzasadniony jest w dużej mierze małym zanieczyszczeniem powietrza i większym udziałem zieleni. We wnioskach zawarto stwierdzenie, że takie walory miast jak np. mniejsze zanieczyszczenie powietrza należy chronić i nie dopuszczać do ich degradacji w miarę rozrostu miast. Z kolei Różański (1959) podkreślał, że poprzez układ pasów zieleni i jezior możemy ułatwić dopływ czystego powietrza spoza miasta, jeśli pasy te leżą na kierunkach przeważających wiatrów, a zieleni stanowią parki niezwarcie zadrzewione, boiska, lotniska, łąki. Zdaniem Bartkowicza (1975), odpowiednie ułożenie ciągów zieleni ma za zadanie nie tylko zmniejszać stężenie aerozolu, ale także stworzyć możliwość przewiewu i wentylacji oraz rozproszyć zanieczyszczenia. Laskowski (1987) wspominał także o wynikach kilku ówczesnych badań, w których pożądanym, minimalnym

udział zieleni w powierzchni miasta wynosił np. 26%, 5–10 m² zieleni na każdego mieszkańca lub nawet trzykrotność powierzchni zabudowy.

Coraz większe znaczenie ma także kształtowanie polityki przestrzennej poprzez planowanie infrastruktury technicznej, a z punktu widzenia ochrony powietrza, przede wszystkim sposób ogrzewania budynków. Poprawka art. 96 w Ustawie z 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001, nr 62, poz. 627) umożliwiła wprowadzenie konkretnych zapisów. Na jakość powietrza mają największy wpływ zanieczyszczenia emitowane na niewielkiej wysokości. Z drugiej strony, warto rozważyć zasadność realizacji gruntowych pomp ciepła, wykorzystując tym samym czyste źródło energii możliwe do użycia niemal wszędzie – geotermię.

Bartkiewicz (1975) zwracał uwagę, że odpowiednie ukształtowanie zabudowy, sieci ulicznej i zieleni może ułatwiać przewietrzanie się miasta, a kontrastowe zestawienie powierzchni może wpłynąć pozytywnie na rozproszenie zalegającego w dolinach inwersyjnych aerozolu. Ciekawe jest spostrzeżenie autora, że długie budynki (nawet 400 m!) ustawione do siebie równolegle tworzą zespoły klinowe, zwiększając tym samym prędkość przepływającego powietrza.

Z kolei Laskowski (1987) podkreślił, że zróżnicowanie wysokości budynków zwiększa chropowatość podłoża, a tym samym opór aerodynamiczny. Oprócz zwiększania chropowatości autor analizował obraz ruchu powietrza między budynkami, co można wykorzystać do projektowania układów zabudowy, pierzei i układu komunikacji. Zwracał także uwagę na fakt, że istotne jest nie tylko projektowanie zupełnie nowych osiedli, ale także uzupełnianie zabudowy. Dlatego tak ważna jest analiza warunków związanych z ochroną powietrza przy wydawaniu decyzji o warunkach zabudowy, szczególnie dla tzw. inwestycji plombowych.

Z punktu widzenia ochrony powietrza należy dążyć do wzrostu udziału procentowego powierzchni biologicznie czynnej. W osiągnięciu tego celu (także na terenach o zwartej zabudowie) może pomóc zastosowanie tzw. zielonych dachów (Hulicka 2015). Zapisy w dokumentach planistycznych powinny wprost

umożliwiać realizację tego typu dachów (oczywiście po uwzględnieniu innych uwarunkowań, w tym dotyczących ładu przestrzennego czy ochrony zabytków).

Interesującym zagadnieniem jest możliwość rewitalizacji terenów poprzemysłowych. Niekiedy zapisana w dokumentach planistycznych możliwość rewitalizacji w przypadku np. zamknięcia zakładu przemysłowego może być impulsem do pozyskania funduszy na tak bardzo kapitałochłonną inwestycję. Tego typu działania dają korzyści nie tylko dla inwestora, ale przede wszystkim dla społeczności.

Kolejnym interesującym tematem jest propozycja projektowania przez urbanistów, w miastach pozbawionych wód otwartych, sztucznych jezior (Różański 1959). Mimo ogromnych kosztów związanych z tego typu inwestycjami coraz częściej, dzięki funduszom zewnętrznym, udaje się realizować sztuczne jeziora oraz zalewy. Często pełnią rolę zbiorników retencyjnych, jednak bywa, że powstają we współpracy z urbanistami.

W pracach projektowych dotyczących niezainwestowanych obszarów o znacznej powierzchni warto wzorować się na założeniach „miasta ogrodu”, które sformułował Howard (1902). Urbanista może czerpać inspiracje również z idei „miasta zielonego”, którego pojęcie ciągle ewoluuje. Aktualnie powiązane jest z poprawą jakości życia w mieście i z przekształceniem miasta zanieczyszczonego w bardziej zielone – ekologiczne (Hulicka 2015).

Znaczny wpływ na jakość powietrza, poprzez projektowanie przestrzeni, może mieć nie tylko urbanista. Przykłady pokazują, że zarówno architekt, jak i architekt krajobrazu, a nawet architekt wnętrz, może mieć wpływ na przeciwdziałanie zanieczyszczeniom powietrza. Architekci od dawna muszą sprostać zadaniu projektowania zrównoważonego budownictwa, poszukując ekologicznych rozwiązań. Ostatnio stało się popularne projektowanie domów pasywnych. Doświadczenia ze stosowania tej technologii w Europie sprawiły, że coraz szybciej zyskuje ona uznanie także na całym świecie. Wzrasta również liczba takich obiektów realizowanych w Polsce. W budownictwie pasywnym stosuje się wiele innowacyjnych rozwiązań. W nowym budownictwie oraz istniejącym coraz

częściej do ogrzewania budynków używa się paneli słonecznych oraz innych alternatywnych ekologicznie rozwiązań.

Projektanci wymyślają niekonwencjonalne rozwiązania zmniejszające uciążliwość smogu przy już istniejącej zabudowie, do których zalicza się mobilną wieżę antysmogową, antysmogowy wieżowiec, ekran antysmogowy, pionowe ogrody oraz stosowanie roślin pyłochwytnych. Aktualnie w Polsce, w najbardziej zanieczyszczonych miastach, na popularności zyskuje pomysł stawiania wież antysmogowych. Kolejnym sposobem na zwalczanie niebezpiecznych pyłów znajdujących się w powietrzu jest *The City Tree* (*Green city...* 2017). Jest to panel – wolno stojąca zielona ściana wypełniona mchem pochłaniającym smog. Większość koncepcji skłania się ku inwestycji w znaczne połączenie zieleni. Jednym z takich pomysłów jest wieżowiec z pionowymi ogrodami. Umieszczenie na nim 23 tys. drzew ma rocznie absorbować 130 ton dwutlenku węgla. Innym sposobem, wdrażanym aktualnie w Chinach, który ma służyć rozpraszaniu smogu osiadającemu nisko nad ulicami miast, są krążące po mieście samochody zaopatrzone w armatki wodne. Rozpraszana woda ma pomóc w wyłapywaniu i neutralizowaniu ciężkich zanieczyszczeń powietrza. W Krakowie, dzięki akcji zbierania środków pieniężnych za pośrednictwem Internetu (*crowdfunding*), zakupione zostaną rośliny pyłochwytny, takie jak paprocie czy draceny. Posadzone zostaną w okolicach szkół, przedszkoli i żłobków (Archirama 2017).

Najprostszym i niewymagającym technologii sposobem walki ze smogiem jest po prostu zwiększanie powierzchni biologicznie czynnej, a przede wszystkim jej niezmnieszenie. W planach miejscowych powinien być nie tylko określony jej minimalny udział procentowy w powierzchni zabudowy, wspomniany w rozdziale poświęconym wykorzystaniu narzędzi GIS do analiz dotyczących zanieczyszczenia powietrza, ale także przez sposób doboru roślin w mieście, aby najefektywniej sprzyjały likwidacji zanieczyszczeń powietrza. W tym zakresie należałoby wykorzystać specjalistyczną wiedzę architektów krajobrazu. Okazuje się, że wpływ na oczyszczanie powietrza w pomieszczeniach mają również odpowiednio

dobrane rośliny. Naukowcy, badający rośliny pod kątem oczyszczania powietrza, wskazują określone gatunki. Wolverton i in. (1989) omówili tego typu badania dla NASA, które koncentrowały się na znalezieniu sposobu na wytworzenie tlenu na stacjach kosmicznych. Architekci wewnątrz projektują ciekawe realizacje – od rozwiązań ekonomicznych po w pełni zautomatyzowane zielone ściany. Taka zielona instalacja nie tylko pozytywnie wpływa na zdrowie człowieka, ale także atrakcyjnie prezentuje się w każdym wnętrzu (Konarski 2017).

PODSUMOWANIE

Celem artykułu było omówienie możliwości wykorzystania infrastruktury i systemów informacji przestrzennej, jako źródła danych oraz analiz przestrzennych, na potrzeby prac projektowych prowadzonych przez urbanistów i architektów, a związanych z zagadnieniem poprawy jakości powietrza, a także zaprezentowanie przykładów rozwiązań projektowych, które mogą służyć ochronie powietrza. Projektanci, mając informacje o cechach terenu, które generują powstawanie smogu oraz o miejscach na niego narażonych, w oparciu o wykonane analizy przestrzenne, mogą tak przekształcać przestrzeń, aby unikać nasilenia się zjawisk związanych z zanieczyszczeniem powietrza. Urbanisci, sporządzając opracowania planistyczne, mogą formułować wytyczne, dzięki którym architekci będą w stanie tak kształtować swoje obiekty i otaczające je tereny, aby minimalizować skutki zanieczyszczeń powietrza, a nawet wspomagać poprzez różne kreatywne rozwiązania oczyszczanie powietrza.

Z punktu widzenia projektantów główny punkt dostępowy do zasobów IIP, Geoportal 2, jak i inne przedstawione w artykule serwisy geoinformacyjne i geoportale, są cennym źródłem informacji, jednak o zróżnicowanych charakterystykach jakościowych danych. Odwołując się do etapów prac nad opracowaniem dokumentów planistycznych, należy stwierdzić, iż analizy wykonywane z wykorzystaniem Geoportalu 2 będą miały charakter tylko częściowy, ponieważ projektanci dysponują stosunkowo niewielką ilością potrzebnych danych. Wynika to z faktu,

że główny krajowy punkt dostępowy do zasobów IIP jest ciągle rozbudowywany, a kolejne instytucje udostępniają sukcesywnie swoje dane. Zaletą geoportali jest skupienie wielu warstw informacyjnych w jednym miejscu. Nieoceniona jest ponadto możliwość wyszukiwania, przeglądania, ale przede wszystkim pobierania danych.

W serwisach geoinformacyjnych, wchodzących w skład IIP, znaleźć można wiele danych użytecznych projektantom na etapie opracowania różnych rozwiązań służących ochronie powietrza. Przedstawione w artykule przykłady dowodzą, że planowanie przestrzenne może i powinno aktywnie włączać się w rozwiązywanie problemów związanych z zanieczyszczeniem powietrza. Warto jednak pamiętać, że ochrona powietrza wymaga współpracy i zaangażowania różnych grup zawodowych, a także wielopłaszczyznowego oraz interdyscyplinarnego podejścia i działań.

PIŚMIENNICTWO

- Archirama, archirama.muratorplus.pl, dostęp: 3.04.2017.
- Bagiński, E. (1979). Preferencje ludności miejskiej dotyczące wielkości miast i dostępności przestrzennej miejsc pracy, usług i wypoczynku (Preferences of urban population regarding size of cities and the spatial availability of places of work, services and leisure). *Prace Naukowe Instytutu Architektury i Urbanistyki Politechniki Wrocławskiej*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Bartkowicz, T. (1975). Wpływ zagospodarowania i użytkowania terenów miejskich na zanieczyszczenie powietrza (The impact of the development and use of urban areas on air pollution). *Zeszyt naukowy nr 15*, Politechnika Krakowska, Kraków.
- Czarnecki, W. (1964). *Planowanie miast i osiedli*, t. VI. Region miasta (Planning cities and settlements. vol. VI. Region of a city). Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa-Poznań.
- Czarnecki, W. (1965). *Planowanie miast i osiedli*, t. II. Miejsce pracy i zamieszkania (Planning cities and settlements, vol. II. Place of work and residence). Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Directive 2008/50/EC of the European Parliament and the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe.
- Fogel, P. (2007). GIS databases in spatial planning on a local level. *Roczniki Geomatyki* 5(7), 39–45.
- Geoportal 2, geoportal.gov.pl, dostęp: 5.05.2017.
- Geoportal GIOŚ (Geoportal of GIOS), <http://mapy.gios.gov.pl/prtr/>, dostęp: 15.05.2017.
- Geoportal GDOŚ (Geoportal of GDOS), <http://sdi.gdos.gov.pl/wms?>, dostęp: 12.06.2017.
- Glanowska, M., Hanus, P. (2016). Possibilities of using geoportals in spatial planning. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* II(1), 457–471.
- Gnatowska, R. (2013). The urban planning in accordance with sustainable development using modeling methods. *Inżynieria Ekologiczna* 33, 35–40.
- Gotlib, D., Oszewski, R. (2016). Smart City. Informacja przestrzenna w zarządzaniu inteligentnym miastem (Smart city. Spatial information in the management of the smart city). Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Green city solutions, <https://greencitysolutions.de/>, dostęp: 14.05.2017.
- Howard, E. (1902). *Garden cities of tomorrow*. Swan Sonnenschein & Co., Ltd., London.
- Hulicka, A. (2015). Miasto zielone. Miasto zrównoważone. Sposoby kształtowania miejskich terenów zieleni w nawiązaniu do idei Green city (Green City. A sustainable city. Ways of shaping the Urban green space in relation to the idea of Green city). *Prace Geograficzne* 141, 73–85.
- Konarski, <http://www.konarskitasarz.pl>, dostęp: 5.05.2017.
- Laskowski, L. (1987). Wybrane zagadnienia fizyki miasta (Selected issues of physics of city). Centralny Ośrodek Informacji Budownictwa, Warszawa.
- Ogrodnik, K. (2015). The possibility of using multicriteria analysis to the diagnosis of process of local spatial planning: the theoretical example. *Architecturae et Artibus* 7(1), 44–52.
- Portal geostatystyczny (Geostatistic portal), <https://geo.stat.gov.pl/imap>, dostęp: 20.04.2017.
- Ran, J., Nedovic-Budic, Z. (2016). Integrating spatial planning and flood risk management. A new conceptual framework for the spatially integrated policy infrastructure. *Computers, Environment and Urban Systems* 57, 68–79.
- Regulski, J. (1976). System sterowania miastem: problemy i koncepcje (Monitoring system of the city: issues and concepts). Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

- Różański, S. (1959). *Budowa miasta a jego klimat* (The construction of the city and its climate). Arkady, Warszawa.
- Słuchocka, K. (2015). When architecture becomes an image and the image is read as architecture. *Czasopismo Techniczne. Architektura* 112(4-A), 219–222.
- Tsilimigkas, G., Rempis, N. (2017). Maritime spatial planning and spatial planning. Synergy issues and incompatibilities. Evidence from Crete island, Greece. *Ocean & Coastal Management* 139, 33–41.
- Ustawa z 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (The Act of 27 April 2001 on the environmental protection law). *Dz.U.* 2001, nr 62, poz. 627.
- Ustawa z 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej (The Act of 4 March 2010 on infrastructure for spatial information). *Dz.U.* z 2010 r., nr 76, z późn. zm.
- Wolverton, Ch., Johnson, A., Bounds, K. (1989). *Interior landscape plants for indoor air pollution abatement*. National Aeronautics and Space Administration John C. Stennis Space Center Science and Technology Laboratory, Stennis Space Center.
- Zwirowicz-Rutkowska, A., Michalik, A. (2016). The use of spatial data infrastructure in environmental management: an example from the spatial planning practice in Poland. *Environmental Management*. DOI: 10.1007/s00267-016-0732-0.
- Zwirowicz, A., Wojtkiewicz, M. (2007). Aspekty technologiczne, możliwości wykorzystania oraz wdrażanie GIS w Polsce w dziedzinie planowania przestrzennego (Technological aspects, possibilities of use and the implementation of GIS in Poland in the field of spatial planning). *Urbanista* 4(52), 23–26.

THE ISSUE OF AIR POLLUTION PREVENTION IN THE WORK OF THE SPATIAL PLANNERS AND ARCHITECTS IN THE CONTEXT OF THE USE OF SPATIAL INFORMATION INFRASTRUCTURES AND SYSTEMS

ABSTRACT

In many publications about urban planning and architecture there is indicated their interdisciplinary and multi-thematic character. One of the current headline in the mass media, and also the issue relating to spatial planning, is air pollution. When creating design studies and undertaking attempts by spatial planners and architects to include dedicated solutions allowing to prevent air pollution, at each stage of the work a very important issue is the selection and the quality of the data. Activities in the framework of the implementation of the various stages of work may be less labour intensive and more accurate, if the use of such solutions as spatial information infrastructures and systems is considered. The aim of the paper is to present, based on the work experience of the authors of this publication, the potential of the use of spatial information infrastructure and systems as sources of spatial data and analysis for the design work of planners and architects, connected with the improvement of the air quality, as well as to present, based on the literature review, examples of solutions that can be used to protect the air.

Key words: smog, air protection, spatial analysis, spatial data, spatial planning

