

Budowa dróg wyższych klas ma niebagatelny wpływ na rozwój terenów, przez które przebiega. Jest też źródłem uciążliwości i budzi często spore emocje ekologów i okolicznych mieszkańców. Aby umożliwić merytoryczną ocenę przedstawianych przez urbanistów wariantów przebiegu tras oraz uzupełnić dyskusję rzeczowymi argumentami, wskazane jest wykorzystanie lokalnego Systemu Informacji Przestrzennej rozbudowanego o narzędzia do modelowania uciążliwości ruchu komunikacyjnego. Dla Autostradowej Obwodnicy Wrocławia (AOW) analizę taką wykonano w dwóch wariantach – budowy trasy oraz jej zaniechania.

Analiza obejmowała trzy etapy:

- symulację obrazu przejazdów komunikacji samochodowej z przypisaniem potoków ruchu do poszczególnych odcinków analizowanej sieci drogowej,
- modelowanie rozprzestrzeniania się czynników zagrażających, spowodowanych przez ruch samochodowy,
- nałożenie rozkładu przestrzennego zanieczyszczeń na rozmieszczenie terenów i obiektów wrażliwych na nie oraz ocenę rozmiarów uciążliwości dla mieszkańców.

● Modelowanie ruchu komunikacyjnego

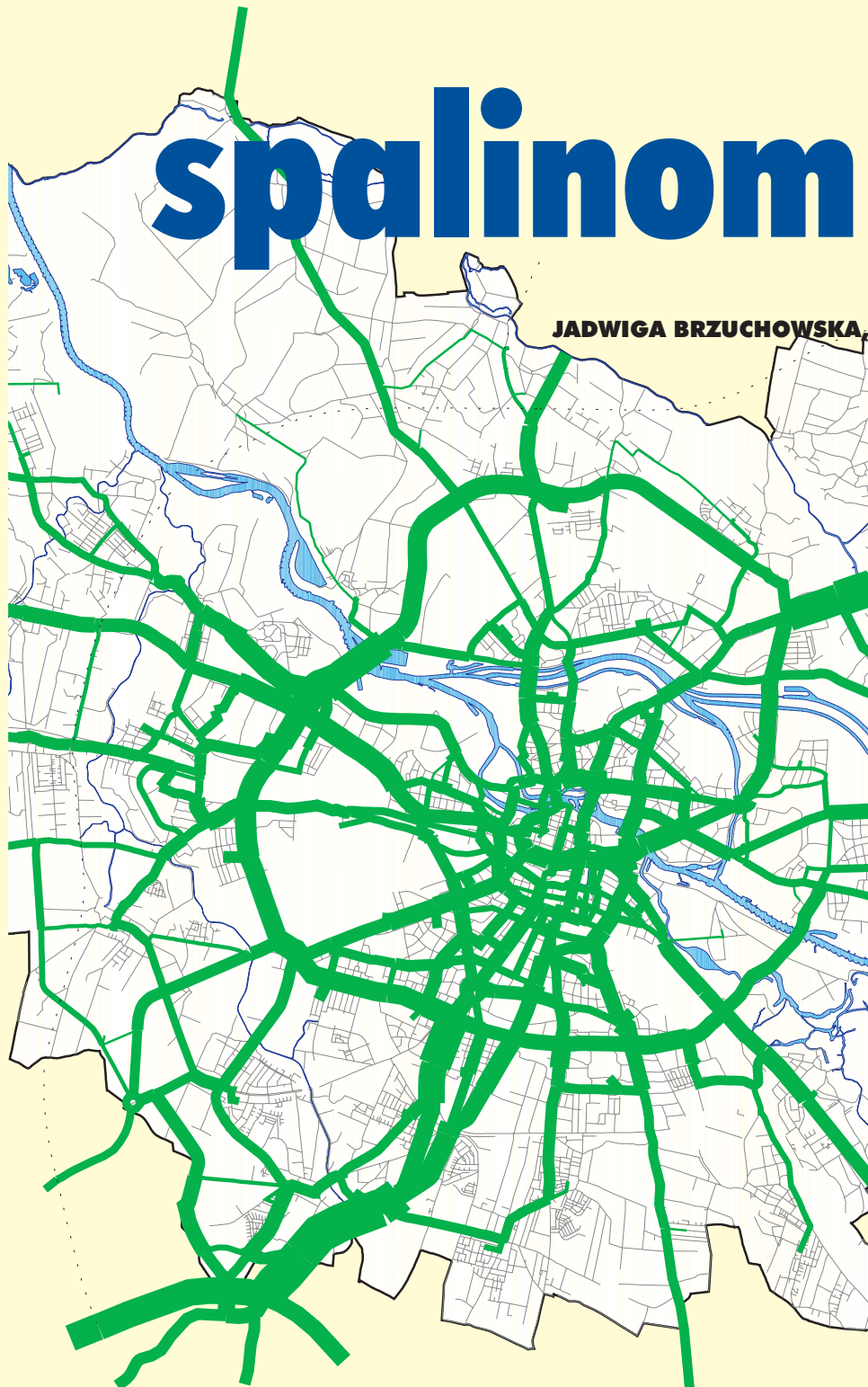
Celem symulacji było określenie prognozowanego natężenia w szczycie popołudniowym oraz średnich dobowych potoków ruchu na odcinkach sieci ulicznej,

GIS jako narzędzie do oceny uciążliwości

Prz

spalinom

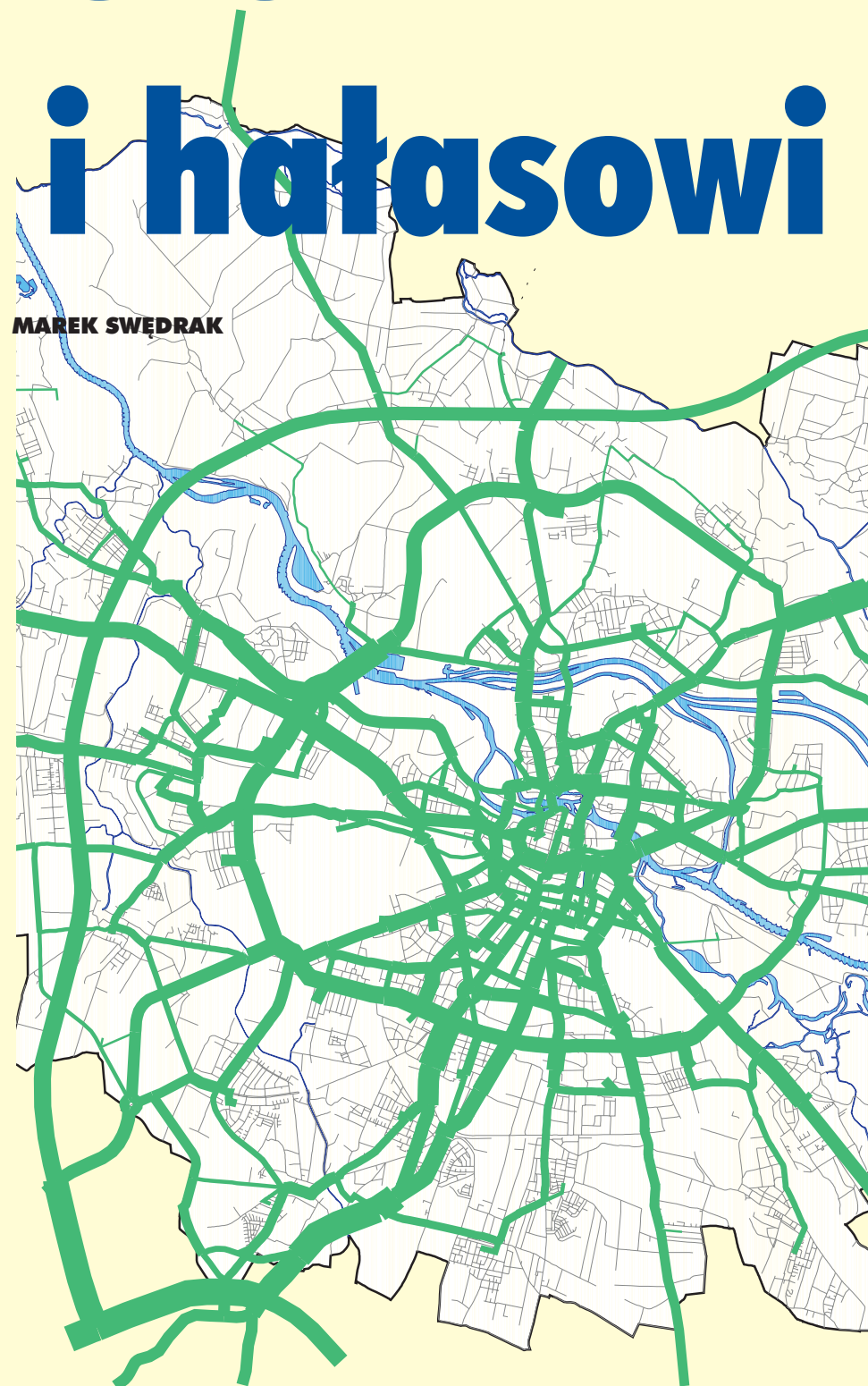
JADWIGA BRZUCHOWSKA



rozwiązań komunikacyjnych we Wrocławiu

eciw i hałasowi

MAREK SWĘDRAK



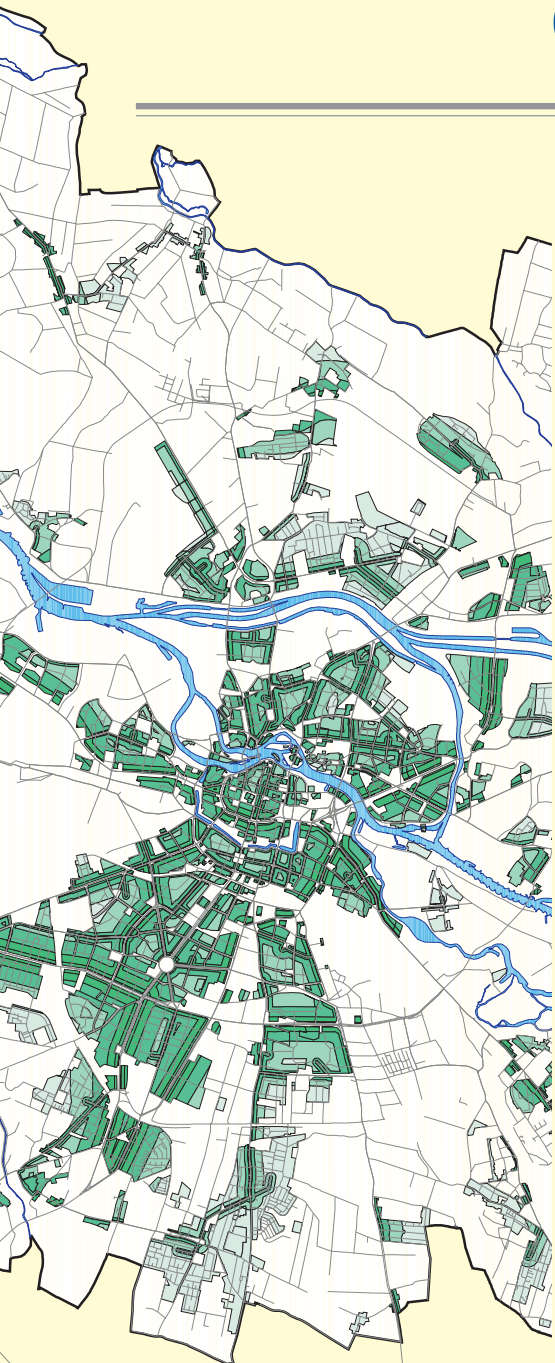
a także parametrów i struktury ruchu. W analizie uwzględniono ruch wewnątrzmijski oraz tranzytowy i docelowy, oszacowany na podstawie prognozy ruchu na zamiejskiej sieci dróg krajowych.

Przeprowadzono kilka serii symulacji obciążania ruchem sieci drogowej Wrocławia. Operowały one na danych dotyczących: sieci drogowej, rozmieszczenia miejsc pracy oraz parametrów i pomiarów ruchu na drogach pozamiejskich i wybranych ulicach Wrocławia w latach 1995-96. Symulacja ta miała dostarczyć materiału do porównań i testowania zgodności wyników modelowania z wielkościami otrzymanymi z pomiarów. Kolejne symulacje dla danych prognozowanych na 2010 rok przeprowadzono według tego samego algorytmu. Różniły się one wariantami sieci komunikacyjnej. Uwzględniono następujące kategorie ruchu:

- praca – dom/dom – praca;
- dom – miejsce innego zarobkowania/ miejsce innego zarobkowania – dom;
- dom – usługi/usługi – dom;
- praca – usługi;
- dom – edukacja/edukacja – dom;
- przejazdy o celu rekreacyjnym lub towarzyskim;
- wewnątrzmijskie ciężarowe (generowane przez produkcję i handel wewnątrz miasta);
- przejazdy osobowe (zewnątrz – miasto). Jako źródło ruchu przyjęto 60-92% ruchu pomierzonego na wlotach do Wrocławia (cele ruchu stanowili: mieszkańcy, zakłady pracy, handel; połowę ruchu odwrócono);
- przejazdy ciężarowe (zewnątrz – miasto). Źródło ruchu jak wyżej (cele ruchu stanowiły zakłady produkcji, handel hurtowy i detaliczny; połowę ruchu odwrócono);
- tranzyt osobowy i ciężarowy (8-40% ruchu pomierzonego na wlotach do Wrocławia).

Do obliczenia macierzy wymiany ruchu wykorzystano specjalistyczne oprogramowanie bazujące na modelu pośrednich możliwości. Jedynie macierze wymiany ruchów tranzytowych oszacowano arbitralnie, rozdzielając pomierzone na wlotach potoki ruchu na podstawie oceny charakteru dróg i prawdopodobieństwa wykorzystania połączeń między poszczególnymi parami wlotów oraz kierując się wynikami najnowszych pomiarów ruchu.

- ◀ Obraz obciążenia sieci Wrocławia ruchem w godzinach szczytu popołudniowego. Prognoza dla roku 2010 w przypadku braku AOW (z lewej) i budowy AOW (z prawej)



Modelową sieć Wrocławia stanowiło około 500 odcinków dróg odpowiadających podstawowej sieci ulic oraz odcinki podłączeń „środków ciężkości” rejonów obliczeniowych. Odcinki podzielono na 16 kategorii uwzględniających średnią prędkość ruchu i przepustowość. W modelowaniu dla roku 2010 zastosowano sieć komunikacyjną wzbogaconą o kilkanaście odcinków ulic przewidywanych do tego czasu do realizacji. Dane o rozmieszczeniu mas ruchotwórczych we Wrocławiu odniesiono do 105 rejonów obliczeniowych. Dodatkowo 12 z nich odpowiadało 12 istotniejszym drogom wjazdowym do Wrocławia. Rozmieszczenie mieszkańców otrzymano z bazy PESEL z roku 1995. Rozmieszczenie pozostałych aktywności odnoszono do liczby miejsc pracy różnych kategorii i wykorzystano dane z 1996 r.

Prognozowane masy ruchotwórcze dla roku 2010 określono na podstawie *Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Wrocław*. Otrzymane z modelowania wielkości skorygowano na podstawie informacji o realizowanych inwestycjach i obiektach mogących być znacznym źródłem ruchu (głównie centra usługowe). Wielkości potoków ruchu na drogach wlotowych do

Wrocławia określono natomiast na podstawie opracowania firmy Transprojekt Warszawa.

Modelowanie hałasu i spalin

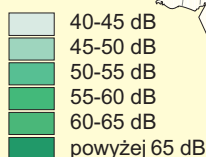
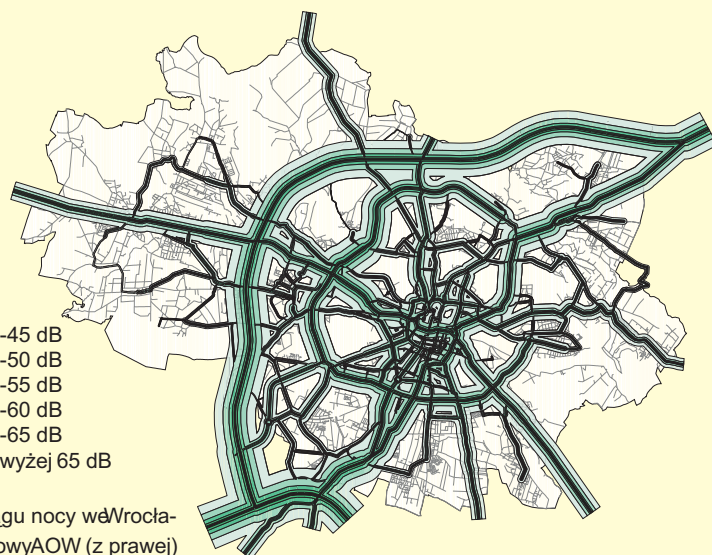
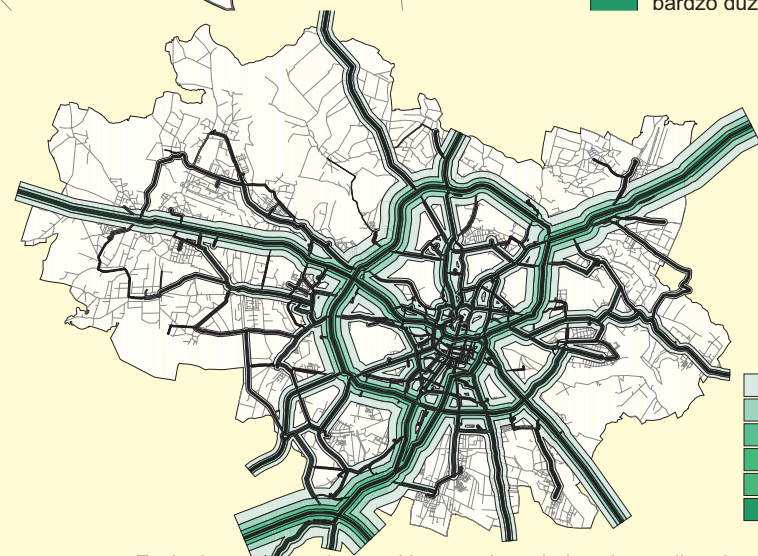
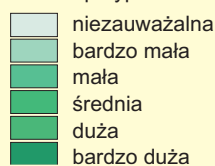
Modelowanie rozprzestrzeniania się czynników zagrażających uciążliwością oparto na algorytmach wyprowadzonych z ogólnie stosowanych modeli propagacji hałasu i zanieczyszczeń, nieznacznie uproszczonych w celu dostosowania do obliczeń w skali miasta.

Model propagacji hałasu komunikacyjnego oparto na instrukcjach 311 i 315 Instytutu Techniki Budowlanej, z pewnymi uproszczeniami dotyczącymi nakładania się hałasu z wielu źródeł. Podstawę do obliczenia wartości źródłowej hałasu stanowiły dane o natężeniu ruchu komunikacyjnego, procentowym udziale ruchów ciężarowych oraz przewidywanej prędkości ruchów dla odcinków. Aby dostosować się do zasad określania normatywnych uciążliwości hałasu, ruch średniodobowy przeliczono na wartości odpowiadające 16 godzinom dnia (87% osobowych i 78% ciężarowych) i 8 godzinom nocy (13% osobowych i 22% ciężarowych).

Model rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń atmosferycznych opracowano na podstawie algorytmu określonego w odpowiednim rozporządzeniu MOŚZNiL. Modelowanie przeprowadzono, wykorzystując funkcje ogniskowe (*focal*) modułu GRID programu ARC/INFO.

Do obliczeń wybrano dwa rodzaje zanieczyszczeń charakterystycznych dla ruchu komunikacyjnego: tlenek węgla (CO) i tlenki azotu (NO_x). Jako najbardziej wyrażoną dla zanieczyszczeń komunikacyj-

◀ Klasyfikacja zabudowy we Wrocławiu ze względu na poziom uciążliwości hałasu komunikacyjnego w nocy. Prognoza dla roku 2010 w przypadku braku AOW. Uciążliwość:



Zasięgi występowania wysokiego poziomu hałasu komunikacyjnego w ciągu nocy we Wrocławiu. Prognoza dla roku 2010 w przypadku zaniechania AOW (z lewej) i budowy AOW (z prawej)

nych, przyjęto formułę obliczeń średniorocznego stężenia gazów na wysokości 1 m nad powierzchnią gruntu. Na podstawie danych dotyczących liczby pojazdów, struktury ruchu, a także średniej prędkości ruchu, obliczono ilość spalanej paliwa na każdym z odcinków, a następnie tzw. wskaźnik emisji zanieczyszczeń dla CO i NO_x oraz samą emisję dla każdego z odcinków. Wartości emisji (uśrednione dla każdego odcinka) stanowiły podstawę obliczeń rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń na tereny sąsiadujące. Wartości te zostały zapisane w formacie warstwy rastrowej typu GRID o wielkości komórki 10 x 10 m.

Model rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń dostosowano tak, by uwzględnił wielkoskalowe efekty przemieszczania się, kumulacji i łączenia zanieczyszczeń z różnych źródeł drogowych. W efekcie otrzymano mapy stężeń tlenku węgla i tlenków azotu pochodzących z ruchu komunikacyjnego.

● Ocena uciążliwości

W wyniku symulacji rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń otrzymaliśmy mapę potencjalnej uciążliwości. Jednak o rzeczywistej uciążliwości możemy mówić dopiero wtedy, gdy do analizy włączymy jej „odbiorców” i ocenimy liczbę obiektów (lub obszarów), dla których przekroczono dopuszczalne stężenia.

Ustalenie metody oceny wymagało przyjęcia odpowiednich założeń w sposobie mierzenia i porównywania kosztów narażenia obiektów wrażliwych na uciążliwość. Założenia te mogą dotyczyć porównawczej wartości poszczególnych klas obiektów, dopuszczalności przekroczenia stężeń normatywnych, możliwości i ko-

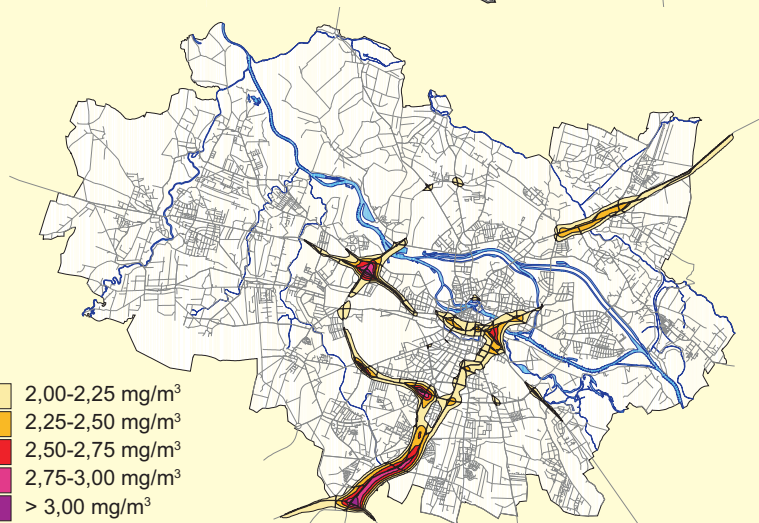
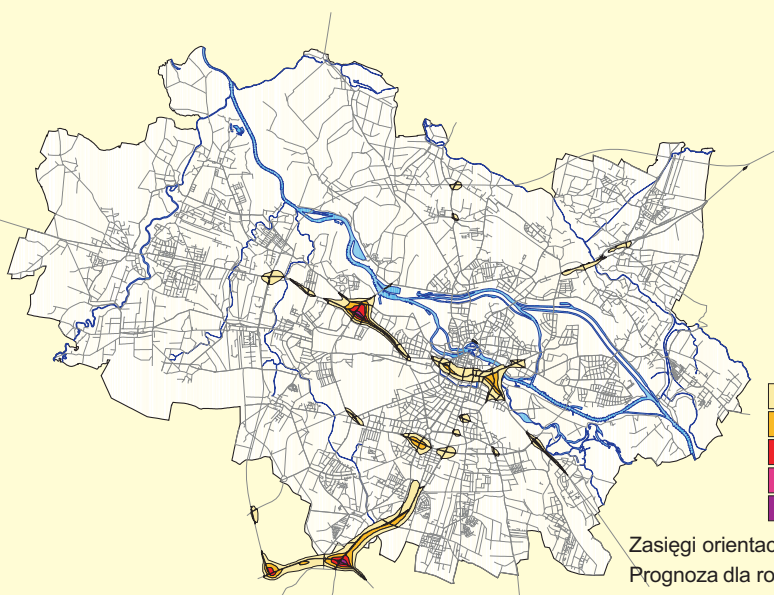
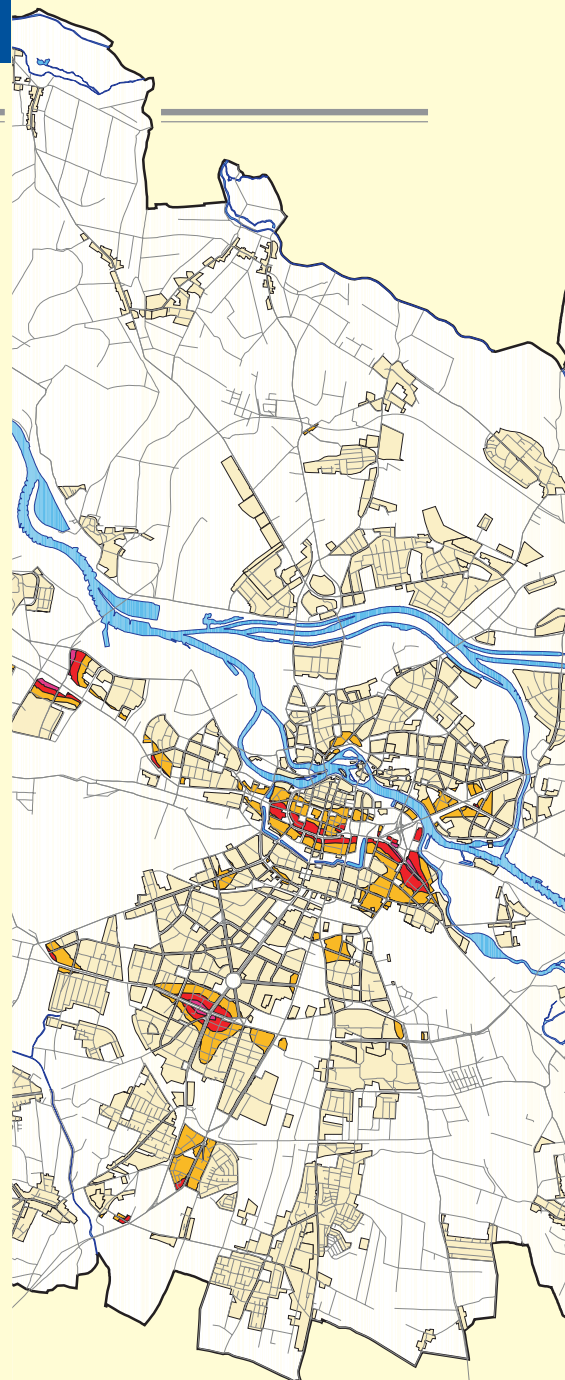
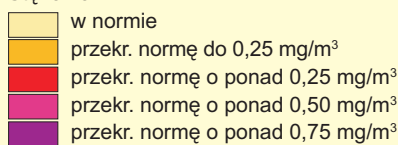
sztoż zmiany lokalizacji obiektów zagrożonych. W opracowaniu przeprowadzono kilka wariantowych ocen cząstkowych, nie wchodząc w doktrynalne rozważania o wartościach i ich miarach.

Zbadano poziom hałasu i zanieczyszczeń powietrza na terenach, gdzie mogłyby pojawić się uciążliwości związane z wpływem oraz przeanalizowano liczbę ludności i obiekty szczególnie wrażliwe narażone na wpływ tych czynników.

Celem analiz powierzchniowych było wyróżnienie obszarów zagospodarowanych (osiedli mieszkaniowych, parków, terenów rekreacyjnych itp.) narażonych na wpływ uciążliwości związanych z hałasem i zanieczyszczeniami powietrza. Aby go osiągnąć, „nałożono obszary” o określonych poziomach hałasu i zanieczyszczeń powietrza na mapę zagospodarowania terenu Wrocławia.

Bardziej miarodajną ocenę rozmiarów uciążliwości można uzyskać, odwołując się do narażonej na nią liczby ludności. W tym celu sporządzono szacunkową mapę gęstości zaludnienia Wrocławia. Podobnie jak w analizach powierzchniowych, mapy poziomów hałasu i zanieczyszczeń powietrza nałożono na mapę zagospodarowania terenu, tym razem uwzględniając gęstość zaludnienia. Na tej podstawie wyodrębniono obszary zabu-

Klasyfikacja zabudowy we Wrocławiu ze względu na stopień przekroczenia dopuszczalnego stężenia tlenku węgla. Prognoza dla roku 2010 w przypadku braku AOW. Stężenie:



Zasięgi orientacyjnego stężenia tlenku węgla z ruchu komunikacyjnego we Wrocławiu. Prognoza dla roku 2010 w przypadku budowy AOW (z lewej) i jej zaniechania (z prawej)



KRAKÓW, ul. Mazowiecka 113
tel./faks: (012) 632 45 56

WARSZAWA, ul. Polna 11
tel./faks: (012) 660 62 91

KATOWICE, ul. Warszawska 63a
tel./faks: (032) 258 93 70

WYPOSAŻENIE



Światłokopiarki

amoniakalne
i bezamoniakalne
od 420 W do 5 kW
Ekonomiczne,
gwarantujące
dużą dokładność
wymiarową

Skanery A-0

Skanery
o bardzo wysokiej
rozdzielczości
(8 kamer) i dużej
prędkości. Mono-
chromatyczne
i kolorowe



Plotery atramentowe Kserokopiarki A0 Systemy cyfrowe

Nowa generacja profesjonalnych
rozwiązań dla Biur Geodezyjnych.



MATERIAŁY EKSPLOATACYJNE

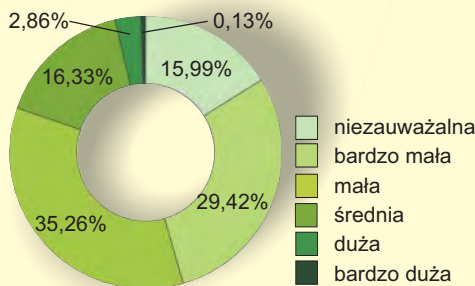
Materiały *Reprotop*[®]
i *ReproCad*[®] do:

- Światłokopii
- Ploterów Ink Jet
- Kserokopii A-0
i systemów
cyfrowych

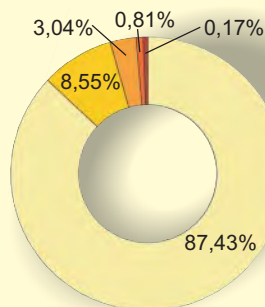
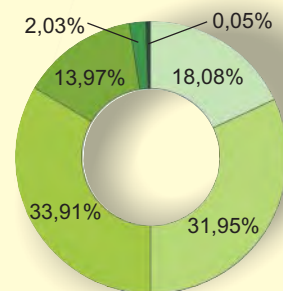


ZINTEGROWANY SERWIS TECHNICZNY

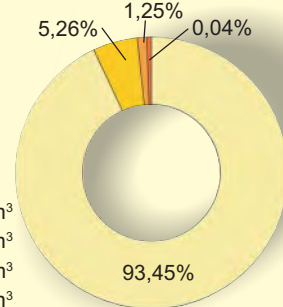
Ściśle wyspecjalizowany serwis maszyn
REGMA i NEOLT



Uciążliwość dla mieszkańców Wrocławia związana z hałasem komunikacyjnym w ciągu nocy w przypadku braku AOW (z lewej) i budowy AOW (z prawej)



Uciążliwość dla mieszkańców Wrocławia związana z zanieczyszczeniem powietrza tlenkiem węgla w przypadku braku AOW (z lewej) i budowy AOW (z prawej); p.n. – przekraczająca normę



dowy znajdujące się w zasięgu zanieczyszczeń i obliczono liczbę zagrożonej nimi ludności. Na wykresach (powyżej) zestawiono liczbę mieszkańców narażonych na hałas i emisję spalin w przypadku budowy AOW oraz w przypadku jej zaniechania.

Zbadano również, w jakim zakresie na uciążliwości hałasu i zanieczyszczeń powietrza narażone są obiekty określone jako „szczególnie wrażliwe”, czyli placówki służby zdrowia, szkoły i przedszkola.

Analiza miała charakter pilotażowy, testujący możliwości rozszerzenia stosowanych we Wrocławiu metod wspomagania planowania przestrzennego i gospodarki przestrzennej opartych na GIS. Przedstawione modelowanie może być niezwykle przydatne do wstępnej selekcji różnych wariantów rozwiązań komunikacyjnych, niezależnie od potrzeby opracowania szczegółowych ocen wpływu inwestycji na środowisko. Narzędzie to umożliwi określenie wielkości problemu oraz podjęcie właściwej decyzji.

Dr arch. Jadwiga Brzuchowska jest adiunktem na Wydziale Architektury Politechniki Wrocławskiej, a jednocześnie pracuje w Biurze Rozwoju Wrocławia jako koordynator programu budowy GIS.

Marek Swędrak jest doktorantem na Wydziale Architektury Politechniki Wrocławskiej oraz pracownikiem Biura Rozwoju Wrocławia

Literatura

Brzuchowska J., Litwińska E., Ossowicz T., Modelowanie rozwoju przestrzennego Wrocławia przy pomocy modelu symulacyjnego ORION, Raport ze zlecenia

Możliwości powiązań wybranych technik wspomagania planowania przestrzennego z bazą danych typu GIS. Etap II, Politechnika Wrocławska, Wydział Architektury (na prawach rękopisu), 1998;

Dobrowolski M., Głogowski K., Zipser T., Zastosowanie modelowania symulacyjnego do oceny i prognozowania rozwoju wybranych elementów obszarów zurbanizowanych, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1978;

Opczyński K., Błoński J., Hendlar M., Prognoza ruchu na zamiejskiej sieci dróg krajowych do roku 2015, Transprojekt, Warszawa 1997;

Swędrak M., Analiza uciążliwości wariantów przebiegu Autostradowej Obwodnicy Wrocławia, praca dyplomowa opr. pod kier. J. Brzuchowskiej na Wydziale Architektury Politechniki Wrocławskiej, 2000;

Generalny pomiar ruchu na sieci dróg krajowych w 1995 r., Transprojekt, Warszawa 1995;

Zipser T. z zespołem, Badania pomiarów ruchu ciężarowego we Wrocławiu, Raport ze zlecenia, Politechnika Wrocławska, Wydział Architektury (na prawach rękopisu), 2001;

Zipser T. z zespołem, Badania komunikacyjne – obciążenie wybranych węzłów ruchem, geometria węzłów, Raport ze zlecenia *Badania zachowań komunikacyjnych we Wrocławiu*, Politechnika Wrocławska, Wydział Architektury (na prawach rękopisu), 1996;

Zipser T., Kwaśniewska K., Metody numeryczne całościowej analizy porównawczej obszarów zurbanizowanych pod kątem sprawności układów komunikacyjnych, Raport z prac Zespołu Urbanizacji i Planowania Przestrzennego Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1977;

Pomiary natężenia ruchu na wybranych węzłach komunikacyjnych Wrocławia z lat 1995 i 1996 – materiały Zarządu Dróg i Komunikacji we Wrocławiu.