

Krzysztof BRZOZOWSKI, Andrzej MACZYŃSKI

OCENA STOPNIA ISTOTNOŚCI KRYTERIÓW LOKALIZACJI STACJI BAZOWYCH ROZSZERZAJĄCYCH SYSTEM ONDYNAMIC O NOWĄ FUNKCJONALNOŚĆ

W artykule omówiono zagadnienie oceny stopnia istotności kryteriów lokalizacji stacji pomiarowych rozszerzających system OnDynamic o nową funkcjonalność. Zasadniczym celem nowej funkcjonalności jest ciągły monitoring zanieczyszczenia powietrza w bezpośrednim otoczeniu dróg będącego skutkiem ruchu drogowego. Wymaga to rozmieszczenia w odpowiednich lokalizacjach stacji pomiarowych (stacji bazowych). Przyjęto, że kryteriami decydującymi o lokalizacji stacji są: obciążenie ruchem, lokalna zabudowa i warunki meteorologiczne. W pracy, na podstawie badań symulacyjnych, zaproponowano wagi istotności poszczególnych kryteriów. Wagi te zostaną w następnym kroku użyte w analizie wielokryterialnej decydującej o lokalizacji stacji bazowych.

WSTĘP

Jednym z celów wprowadzania i rozwoju inteligentnych systemów transportowych jest ochrona zasobów środowiska naturalnego. W przypadku transportu drogowego w obszarach aglomeracji miejskich, implementacja odpowiednich technologii i technik zarządzania ruchem oraz infrastrukturą transportową umożliwia podejmowanie działań zmierzających do minimalizacji obciążenia środowiska. Podstawowym warunkiem realizacji tego rodzaju efektywnych strategii zarządzania ruchem jest uruchomienie odpowiedniego systemu umożliwiającego pozyskiwanie danych o ruchu drogowym oraz o wartościach poszczególnych wskaźników charakteryzujących miarę oddziaływania transportu na środowisko. Miarami obciążenia w odniesieniu do powietrza atmosferycznego są oczywiście stężenia zanieczyszczeń i czas ich oddziaływania. Cechą charakterystyczną tego typu systemu powinien być stały monitoring ruchu kołowego oraz jakości powietrza, dostarczający dane wejściowe oraz zapewniający możliwość pracy zarówno w trybie online jak i offline, w celu ewaluacji średnio i długoterminowych koncepcji zarządzania ruchem drogowym. Wymóg ten determinuje budowę warstwy sprzętowo-pomiarowej, w tym dobór odpowiednich technologii do pozyskiwania danych niezbędnych do realizacji efektywnego zarządzania ruchem [7]. W niniejszej pracy podjęto zagadnienie doboru poziomu istotności kryteriów zastosowanych do określenia właściwych lokalizacji zestawu czujników (stacji bazowych) dla tej części systemu OnDynamic [9], która odpowiedzialna będzie za monitoring jakości powietrza i umożliwi ocenę stopnia oddziaływania transportu drogowego na środowisko.

Zagadnienie właściwej lokalizacji stacji monitoringu jakości powietrza stanowi aktualny przedmiot badań. Pomimo upływu kilku lat od wprowadzenia Europejskiej Dyrektywy 2008/50/WE w sprawie jakości powietrza [5], dotychczas nie powstała ogólna i powszechnie akceptowalna metodologia lokalizacji stacji realizujących monitoring jakości powietrza [6, 8]. W odniesieniu do stacji monitoringu rejestrujących stężenia zanieczyszczeń w obszarze infrastruktury komunikacyjnej za podstawowe wytyczne lokalizacji należy uznać

zapisy przedstawione w załączniku III Dyrektywy 2008/50/WE [5], które w punktach B i C przedstawiają ogólne kryteria lokalizacji stacji pomiarowych, odpowiednio w makro i mikro skali przestrzennej. Wytyczne te odnoszą się do zagadnienia lokalizacji stacji monitoringu jakości powietrza do celów określonych Dyrektywą i tym samym nie znajdują zastosowania w analizowanym przypadku realizowanego projektu rozbudowy systemu OnDynamic. Uzyskanie zakładanej funkcjonalności systemu wymaga, aby stacje bazowe rejestrujące poziomy stężenie zostały zlokalizowane w tych obszarach, w których ruch drogowy ma decydujący wpływ na zanieczyszczenie powietrza [3, 4] a w szczególności w tych spośród nich, w których stosunkowo szybko może dochodzić do powstawania wysokich stężeń zanieczyszczeń. Mając na uwadze, że na poziom stężeń bezpośredni wpływ mają takie czynniki podstawowe jak: struktura rodzajowa, parametry strumienia ruchu, intensywność przewietrzania oraz sposób zagospodarowania najbliższego otoczenia [2], wśród podstawowych kryteriów lokalizacji należy uwzględnić obciążenie ruchem, charakter zabudowy wokół analizowanego skrzyżowania, a także warunki meteorologiczne.

1. BADANIA SYMULACYJNE

W celu ustalenia wag istotności dla uwzględnianych kryteriów w postaci obciążenia ruchem, lokalnej zabudowy i warunków meteorologicznych przeprowadzono badania symulacyjne z zastosowaniem zweryfikowanego mikroskalowego, przestrzennego modelu klasy CFD (ang. Computational Fluid Dynamic), przedstawionego szczegółowo w pracy [2]. Ogólny układ równań modelu umożliwiający opis procesów przepływu powietrza i transportu masy zanieczyszczenia niereaktywnego chemicznie w zapisie wskaźnikowym ma następującą postać:

równanie ciągłości:

$$\sum_{l=1}^3 \frac{\partial \bar{U}^{(l)}}{\partial x^{(l)}} = 0 \quad (1)$$

równania Naviera-Stokesa:

$$\rho \frac{\partial \bar{U}^{(q)}}{\partial t} + \sum_{l=1}^3 \rho \frac{\partial (\bar{U}^{(q)} \bar{U}^{(l)})}{\partial x^{(l)}} = \rho \bar{g}^{(q)} - \frac{\partial \bar{p}}{\partial x^{(q)}} + \sum_{l=1}^3 \left[\frac{\partial}{\partial x^{(l)}} \left((\mu' + \mu_T) \left(\frac{\partial \bar{U}^{(q)}}{\partial x^{(l)}} + \frac{\partial \bar{U}^{(l)}}{\partial x^{(q)}} \right) - \frac{2}{3} \rho k \delta_{ql} \right) \right] \quad (2)$$

dla $q = 1, 2, 3$

równanie bilansu energii:

$$\rho c_p \frac{\partial \bar{T}}{\partial t} + \rho c_p \sum_{l=1}^3 \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial x^{(l)}} \bar{U}^{(l)} \right) = \sum_{l=1}^3 \frac{\partial}{\partial x^{(l)}} \left[(\lambda + \lambda_T) \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial x^{(l)}} \right) \right] + \sum_{q=1}^3 \sum_{l=1}^3 \frac{\mu'}{2} \left[\frac{\partial \bar{U}^{(q)}}{\partial x^{(l)}} + \frac{\partial \bar{U}^{(l)}}{\partial x^{(q)}} \right]^2 + \bar{\sigma}, \quad (3)$$

równanie adwekcji-dyfuzji:

$$\frac{\partial \bar{\phi}}{\partial t} + \sum_{l=1}^3 \left[\frac{\partial}{\partial x^{(l)}} (\bar{U}^{(l)} \bar{\phi}) \right] = D \sum_{l=1}^3 \left[\frac{\partial}{\partial x^{(l)}} \left(\frac{\partial \bar{\phi}}{\partial x^{(l)}} \right) \right] + \frac{1}{\rho} \sum_{l=1}^3 \left[\frac{\partial}{\partial x^{(l)}} \left(\frac{\mu_T}{S_{C_T}} \frac{\partial \bar{\phi}}{\partial x^{(l)}} \right) \right] + \bar{I}, \quad (4)$$

równanie energii kinetycznej turbulencji:

$$\rho \frac{\partial k}{\partial t} + \rho \sum_{l=1}^3 \frac{\partial k}{\partial x^{(l)}} \bar{U}^{(l)} = \sum_{l=1}^3 \frac{\partial}{\partial x^{(l)}} \left[\left(\mu' + \frac{\mu_T}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x^{(l)}} \right] + \mu_T \sum_{q=1}^3 \sum_{l=1}^3 \left[\frac{\partial \bar{U}^{(q)}}{\partial x^{(l)}} \left(\frac{\partial \bar{U}^{(q)}}{\partial x^{(l)}} + \frac{\partial \bar{U}^{(l)}}{\partial x^{(q)}} \right) \right] - \rho \varepsilon + S_K, \quad (5)$$

równanie dyssypacji energii kinetycznej turbulencji:

$$\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + \rho \sum_{l=1}^3 \frac{\partial \varepsilon}{\partial x^{(l)}} \bar{U}^{(l)} = \sum_{l=1}^3 \frac{\partial}{\partial x^{(l)}} \left[\left(\mu' + \frac{\mu_T}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x^{(l)}} \right] + C_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} \mu_T \sum_{q=1}^3 \sum_{l=1}^3 \left[\frac{\partial \bar{U}^{(q)}}{\partial x^{(l)}} \left(\frac{\partial \bar{U}^{(q)}}{\partial x^{(l)}} + \frac{\partial \bar{U}^{(l)}}{\partial x^{(q)}} \right) \right] - C_{\varepsilon 2} \rho \frac{\varepsilon^2}{k}, \quad (6)$$

$$\mu_T = C_\mu \rho \frac{k^2}{\varepsilon}, \quad (7)$$

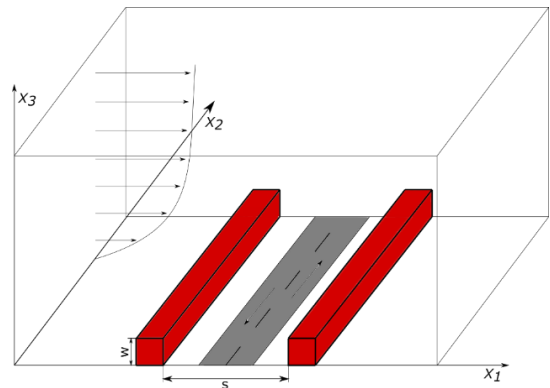
gdzie:

- k - energia kinetyczna turbulencji,
- p - ciśnienie,
- S_k - energia kinetyczna turbulencji generowana przez pojazdy,
- $U^{(q)}$ - składowe wektora prędkości,

- t - czas,
- T - temperatura powietrza,
- $x^{(q)}$ - współrzędna przestrzenna,
- ϕ - stężenie zanieczyszczenia,
- ε - dyssypacja energii kinetycznej turbulencji,
- ρ - gęstość,

oraz \bar{s} gdzie $s \in (p, U, T, \phi)$ oznacza wartość średnią dowolnego parametru płynu zmieniającą się w sposób ciągły w czasie i przestrzeni (pozostałe oznaczenia umieszczono w załączniku).

W badaniach przeanalizowano wpływ zmiany wskaźników charakteryzujących rozpatrywane kryteria na obliczeniowe stężenie zanieczyszczenia. W tym celu rozpatrzono przypadek obejmujący ruch pojazdów na drodze dwukierunkowej zlokalizowanej w tzw. kanionie ulicznym o jednakowym natężeniu dla każdego z kierunków ruchu. Przyjęto ponadto najbardziej niekorzystny, czyli prostopadły do drogi, kierunek przepływu wiatru i analizowano proces dyspersji zanieczyszczeń dla różnych scenariuszy w odniesieniu do charakteru lokalnej zabudowy, warunków meteorologicznych oraz obciążenia ruchem. Schemat obszaru, dla którego przeprowadzono obliczenia przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat obszaru obliczeniowego przyjętego w badaniach symulacyjnych

Zmienność warunków meteorologicznych uwzględniono zakładając zmianę prędkości dynamicznej U_τ , co prowadzi do przyjmowania jako warunku wejściowego na brzegu rozpatrywanego obszaru różnych pionowych profili prędkości powietrza, energii kinetycznej turbulencji i jej dyssypacji obliczonych według następujących zależności:

$$U^{(1)}(x^{(3)}) = U_\tau \kappa^{-1} \ln(x^{(3)} h_0^{-1}), \quad (8)$$

$$k(x_3) = \sqrt{C_\mu}^{-1} U_\tau^2, \quad (9)$$

$$\varepsilon(x_3) = C_\mu^{0,75} k(x_3)^{1,5} (\kappa x_3)^{-1}, \quad (10)$$

gdzie:

- h_0 - parametr charakteryzujący szorstkość aerodynamiczną podłoża,
- κ - stała Karmana,
- C_μ - stała empiryczna.

Zmienność charakteru lokalnej zabudowy modelowano poprzez zmianę wysokości budynków tworzących kanion uliczny, co przy stałej jego szerokości przekłada się na zróżnicowane wartości współczynnika określającego stosunek wysokości i szerokości kanionu (W/S), a tym samym na odmienne warunki przewietrzania rozpatrywanego obszaru.

Zmienność warunków ruchowych modelowano poprzez przyjęcie trzech różnych natężeń ruchu N , co przekłada się nie tylko na

intensywność emisji I stanowiącej człon źródłowy w równaniu adwekcji, ale również na wartość członu źródłowego S_k związanej z intensywnością energii kinetycznej turbulencji generowanej w wyniku ruchu pojazdów. Ponieważ przyjęto niezmienną strukturę ruchu, zmiana wartości członu źródłowego jest proporcjonalna do zmiany natężenia ruchu. Do obliczenia S_k wykorzystano zależność [1]:

$$S_k = f(\bar{F}, N), \quad (11)$$

gdzie \bar{F} jest uśrednioną wartością wywieranej siły oporu powietrza (dla m kategorii pojazdów uczestniczących w ruchu) w postaci:

$$\bar{F} = \frac{1}{m} \left(\sum_i^m \gamma_i c_{x,i} A_i \right) \rho v_s^2, \quad (12)$$

gdzie:

- c_x - współczynnik oporu powietrza,
- A - powierzchnia czołowa pojazdu,
- γ_i - udział danej kategorii pojazdów,
- v_s - prędkość względna ruchu strumienia pojazdów.

W badaniach symulacyjnych założono 10% udział pojazdów ciężkich przyjmując średnią prędkość potoku ruchu 50 km/h oraz wartości współczynników w (12) odpowiednio jak w tabeli 1.

Tab. 1. Wartości współczynnika oporu powietrza oraz powierzchni czołowej przyjmowane w badaniach

Kategoria	$c_{x,i}$	A_i [m ²]
Pojazdy lekkie	0,3	2,52
Pojazdy ciężkie	0,9	8,4

W ramach badań symulacyjnych przeprowadzonych dla trzech różnych konfiguracji zabudowy przyjmowano odpowiednio trzy różne wartości natężenia ruchu oraz trzy różne profile prędkości powietrza. Zestawienie przyjmowanych wartości parametrów kwantyfikujących rodzaj zabudowy, warunki meteorologiczne i stopień obciążenia ruchem przedstawia tabela 2.

Tab. 2. Wartości poszczególnych parametrów kwantyfikujących rodzaj zabudowy, warunki meteorologiczne i stopień obciążenia ruchem przyjmowane w badaniach

Parametr	Wariant		
	A	B	C
W/S	0,5	1	1,5
N	500 poj./h	750 poj./h	1000 poj./h
U_τ	0,1 m/s	0,15 m/s	0,2 m/s

W badaniach symulacyjnych analizowano wszystkie możliwe kombinacje parametrów kwantyfikujących rodzaj zabudowy, warunki meteorologiczne i stopień obciążenia ruchem. Zastosowaną numerację przypadków obliczeniowych zestawiono w postaci tabeli 3.

W każdym z analizowanych przypadków przyjęto, że jezdnie o dwóch pasach ruchu jest położona centralnie względem budynków tworzących kanion uliczny. Emisję drogową dla uśrednionego pojedynczego pojazdu przyjęto na poziomie 0,5 mg/m. Ze względu na warunek brzegowy typu *Symmetry*, przyjmowany dla płaszczyzn prostopadłych do osi kanionu, przeprowadzone symulacje pozwalają na bezpośrednią ocenę i porównywanie średniego stężenia zanieczyszczenia w płaszczyźnie pomiędzy budynkami. Zgodnie z metodologią prowadzenia badań symulacyjnych dla każdego z analizowanych wariantów obliczenia przeprowadzono z zachowaniem tych samych wymogów dotyczących zbieżności algorytmów iteracyjnych [2]. Uzyskane obliczeniowo średnie stężenie wyemito-

wanego zanieczyszczenia dla poszczególnych przypadków obliczeniowych zestawiono w tabeli 4.

Tab. 3. Numeracja przypadków obliczeniowych w ramach badań symulacyjnych

Parametr	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9
W/S	A								
N	A			B			C		
U_τ	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18
W/S	B								
N	A			B			C		
U_τ	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	P 19	P 20	P 21	P 22	P 23	P 24	P 25	P 26	P 27
W/S	C								
N	A			B			C		
U_τ	A	B	C	A	B	C	A	B	C

Tab. 4. Obliczone średnie stężenie wyemitowanego zanieczyszczenia uzyskane dla poszczególnych przypadków obliczeniowych

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9
$\bar{\phi}$ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	,052	,043	,036	,072	,06	,051	,091	,076	,066
	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18
$\bar{\phi}$ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	,061	,044	,035	,09	,064	,052	,119	,084	,067
	P 19	P 20	P 21	P 22	P 23	P 24	P 25	P 26	P 27
$\bar{\phi}$ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	,109	,081	,075	,15	,126	,11	,197	,16	,14

2. INTERPRETACJA WYNIKÓW BADAŃ

W celu określenia wrażliwości obliczeniowego pola stężeń na zmianę jednego z trzech analizowanych parametrów, w pierwszej kolejności określono wskaźniki procentowej zmiany jednostkowej. Wskaźniki te wyznacza się dla danego parametru porównując parami średnie stężenia zanieczyszczenia dla tych przypadków obliczeniowych, w których dwa pozostałe parametry pozostawały niezmiennie. Wskaźniki procentowej zmiany jednostkowej dla pary $\{P_i, P_j\}$ są zatem określone wzorem:

$$\Delta_{\{P_i, P_j\}}^{(l)} = \frac{100 - 100 \frac{\bar{\phi}_{P_j}}{\bar{\phi}_{P_i}}}{k_{ij}^{(l)}} [\%], \quad \text{dla } \bar{\phi}_{P_j} < \bar{\phi}_{P_i}, \quad (13)$$

gdzie $k_{ij}^{(l)} = \frac{l_{P_j}}{l_{P_i}}$ jest krotnością zmiany parametru $l \in \{W/S, N, U\}$.

Oznacza to, że np. dla pary $\{P_1, P_2\}$ i parametru $l = U_\tau$ krotność $k_{ij}^{(U)} = \frac{0,15}{0,1} = 1,5$. Wskaźnik $\Delta_{\{P_i, P_j\}}^{(l)}$ prezentuje zatem znormalizowaną procentową zmianę poziomu średniego stężenia w warunkach, w których zmianie ulega wyłącznie jeden z rozpatrywanych parametrów.

W kolejnym kroku wyznaczono medianę wartości wskaźnika procentowej zmiany jednostkowej dla każdego z parametrów, każdorazowo na podstawie wartości wskaźników uzyskanych dla wszystkich 27 możliwych par odniesienia. Wartość mediany należy interpretować jako wskaźnik wrażliwości obliczonego średniego stężenia w obszarze zabudowy na zmienność parametru wejściowego. Wartości mediany zestawiono w tabeli 5.

Tab. 5. Mediana wartości wskaźnika procentowej zmiany jednostkowej dla każdego z analizowanych parametrów

Parametr	N	W/S	U_{τ}
Mediana $\Delta_{\{P_i, P_j\}}^{(P)}$	21,2	17,5	12,5

Porównując otrzymane wartości median, można stwierdzić najmniejszą wrażliwość obliczonego średniego stężenia na zmiany prędkości wiatru w kierunku prostopadłym do kanionu ulicznego, a największą wrażliwość na zmianę natężenia ruchu. Takich wniosków można było oczywiście oczekiwać biorąc pod uwagę, że natężenie ruchu decyduje bezpośrednio o emisji. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują przy tym jednoznacznie, że niekorzystne warunki lokalnej zabudowy, ograniczające proces rozprzestrzeniania się zanieczyszczenia mogą, przy danym natężeniu ruchu, doprowadzać do powstania stężeń na poziomie porównywalnym jak dla przypadku zwielokrotnionej wartości tego natężenia w obszarze charakteryzującym się mniejszą gęstością zabudowy.

PODSUMOWANIE

Mając na uwadze cel przeprowadzenia badań symulacyjnych, na podstawie uzyskanych wyników zaproponowano wagi istotności uwzględnianych kryteriów lokalizacyjnych dla stacji bazowych. Porównując między sobą mediany wartości wskaźnika procentowej zmiany jednostkowej dla każdego z parametrów kwantyfikujących dane kryterium łatwo wykazać, że prowadzi to do wektora wag jak w tabeli 6.

Tab. 6. Propozycja wag istotności uwzględnianych kryteriów lokalizacyjnych

Parametr	Obciążenie ruchem	Lokalna zabudowa	Warunki meteorologiczne
Waga istotności	0,414	0,341	0,245

Rekomendacja przyjęcia wag istotności dla poszczególnych kryteriów jak w tabeli 6 oznacza, że ocena potencjalnej lokalizacji stacji bazowej powinna zależeć w największym stopniu od wartości parametru kwantyfikującego obciążenie ruchem, który jest przy tym przyjmowany jako niemal dwukrotnie istotniejszy w ocenie niż parametr kwantyfikujący warunki meteorologiczne.

ZAŁĄCZNIK 1. WYKAZ OZNACZEŃ

- c_p - ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu,
- $c_N, C_{\varepsilon 1}, C_{\varepsilon 2}, C_{\mu}$ - stałe empiryczne,
- D - współczynnik dyfuzji molekularnej,
- $g^{(a)}$ - składowe wektora sił masowych,
- I - człon opisujący natężenie źródeł masy w jednostce objętości,
- N - natężenie ruchu,
- Sc_T - turbulentna liczba Schmidta,
- δ_{qt} - delta Kroneckera,
- λ - współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda = \lambda(p, T)$,

- λ_T - turbulentny współczynnik przewodzenia ciepła,
- μ' - dynamiczny współczynnik lepkości $\mu' = \mu'(p, T)$,
- μ_T - współczynnik lepkości turbulentnej,
- ρ - gęstość,
- $\dot{\sigma}$ - intensywność wewnętrznych źródeł ciepła w jednostce objętości,
- $\sigma_k, \sigma_{\varepsilon}$ - stałe empiryczne.

BIBLIOGRAFIA

- Brzozowska L., Brzozowski K., Wpływ turbulencji generowanej przez pojazdy na wartości stężeń zanieczyszczeń w obszarze ciągów komunikacyjnych, „Journal of KONES” 2007, vol.14, nr 2.
- Brzozowski K., *Mikroskalowe modele emisji i dyspersji zanieczyszczeń samochodowych*, Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej 2006.
- Brzozowski K., Konior A., Maczyński A., Rygula A., An extension of real-time traffic monitoring system with air quality module, *Proceedings of the 20th International Scientific Conference Transport Means, Part I*, 2016.
- Brzozowski K., Maczyński A., Rygula A., Wyniki monitoringu jakości powietrza w warunkach porannego i popołudniowego szczytu komunikacyjnego dla obszaru miasta Bielsko-Biała, „Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, nr 11.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, 2008.
- Geiger J., Malherbe L., Mathe F., Ross-Jones M., Sjöberg K., Spangl W., Stacey B., Ortiz, A.G., de Leeuw F., Borowiak A., Galmarini S., Gerboles M., de Saeger E., *Assessment on siting criteria, classification and representativeness of air quality monitoring stations*, JRC-AQUILA Position Paper, <http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/SCREAM%20final.pdf>, 2014.
- Konior A., Brzozowski K., Maczyński A., Rygula A., A concept of extension of the OnDynamic system with module for monitoring road traffic impact on the urban environment, *Archives of Transport System Telematics* 2016, Vol. 9, Issue 2.
- Martín F., Santiago J.L., Kracht O., García L., Gerboles M., *FAIRMODE Spatial representativeness feasibility study*, JRC Technical Report (Report EUR 27385) 2015.
- Multimodalny system monitoringu ruchu drogowego OnDynamic*: <http://apm.pl/systemy/ondynamic/> [06.03.2017]

Evaluation of significance criteria for the location of base stations to upgrade the system OnDynamic by new functionality

The article discusses the issue of assessment of significance criteria for the location of stations equipped with an air pollutant sensors. The set of stations will enable an upgrade of the system OnDynamic by new functionality. The main objective of the new functionality is continuous monitoring of air pollution caused by traffic in the surrounding of the road. This requires the deployment of appropriate locations of measuring stations (base stations). The authors have assumed that the criteria used in this task are: traffic intensity, local building and weather conditions. In the paper, based on results of numerical simulation tests, weights of significance of individual criteria have been proposed. These weights will be used in the next step in the multi-criteria analysis which determines the location of base stations.

Autorzy:

dr hab. inż. **Krzysztof Brzozowski** – Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej

dr hab. inż. **Andrzej Maczyński** – Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej