

Wpływ prognozowania ruchu na analizy środowiskowe w drogownictwie cz. I

Utworzono: poniedziałek, 28, grudzień 2009 08:43 Janusz Bohatkiewicz, Mariusz Dudek



W ciągu ostatnich lat obserwuje się coraz większe znaczenie opracowań i analiz środowiskowych w planowaniu oraz projektowaniu dróg i ulic. Najistotniejszym czynnikiem decydującym o ich wiarygodności są parametry ruchowe, w tym przede wszystkim natężenie ruchu. Jego trafne określenie ma istotny wpływ na zastosowane zabezpieczenia eliminujące lub zmniejszające niekorzystny wpływ na środowisko od ruchu samochodowego, co w wielu przypadkach podwyższa w sposób istotny koszty inwestycyjne. W skrajnych przypadkach wysokie koszty lub brak możliwości zastosowania zabezpieczeń może powodować konieczność zaniechania inwestycji drogowej.

Aktualne przepisy UE oraz krajowe zobowiązują zarządców dróg do planowania zabezpieczeń dla nowo projektowanych inwestycji, a także działań naprawczych (programy ochrony przed hałasem) w zakresie ograniczenia poziomu hałasu w otoczeniu istniejących dróg. Wykonywane do tej pory projekty zabezpieczeń oraz programy ochrony przed hałasem wskazują na ogromne potrzeby stosowania nie tylko najprostszych i przeważnie najmniej skutecznych środków sposobów ochrony jakimi są ekrany akustyczne, ale bardzo zaawansowanego podejścia do ruchu drogowego i działań w zakresie źródła oddziaływania jakim jest ruch drogowy.

Potrzeby, rodzaje i cele prognoz ruchu dla opracowań środowiskowych

Jednym z podstawowych celów sporządzania opracowań środowiskowych jest określenie wielkości oddziaływań i odniesienie ich do obowiązujących w przepisach standardów (np. wartości dopuszczalnego poziomu hałasu, zanieczyszczeń powietrza itp.). Przekroczenie tych standardów powoduje w większości przypadków konieczność zastosowania urządzeń ochrony środowiska lub przygotowania i realizacji działań naprawczych. Opracowania te wykonywane są dla nowo projektowanych inwestycji oraz istniejących obiektów. Dla obu typów opracowań w

Wpływ prognozowania ruchu na analizy środowiskowe w drogownictwie cz. I

Utworzono: poniedziałek, 28, grudzień 2009 08:43 Janusz Bohatkiewicz, Mariusz Dudek

większości przypadków konieczne jest posiłkowanie się prognozami ruchu w analizach ilościowych dotyczących oddziaływań.

Skala potrzeb danych prognostycznych dla opracowań środowiskowych jest niezwykle duża. Dotyczy ona co najmniej trzech parametrów związanych z ruchem, tj. najogólniej je opisując: natężenia ruchu, prędkości pojazdów oraz struktury rodzajowej. Pomimo bardzo dużych potrzeb w zakresie niezbędnych danych ruchowych dla potrzeb opracowań środowiskowych obserwuje się znaczne problemy w ich przygotowaniu. Modelowanie i prognozy ruchu do tej pory w niewielkim stopniu związane są z potrzebami specjalistów związanych z prognozami ilościowymi zanieczyszczeń. W większości przypadków doprowadza to do przyjmowania wielu założeń upraszczających. Obserwowane uproszczenia w prognozach ruchu doprowadzają do sytuacji przewymiarowania lub niedowymiarowania często bardzo kosztownych zabezpieczeń ochrony środowiska. Tymczasem potrzeby w zakresie danych ruchowych w opracowaniach środowiskowych sprawiają, że do modelowania i prognozowania ruchu należy podchodzić z bardzo dużym wyczuciem i starannością oraz znajomością dla jakich analiz środowiskowych będą wykorzystywane te dane. W tabl. 1 podano wykaz niezbędnych (podstawowych) danych ruchowych dla analiz, które wykonywane są dla poszczególnych oddziaływań środowiskowych [2].

Rodzaj oddziaływania	Natężenie ruchu [P/h, E/h, P/dobę, E/dobę]	Prędkość [km/h]	Struktura rodzajowa ruchu [%]
Hałas – opracowania środowiskowe na etapie przygotowania i utrzymania inwestycji	SDR ¹⁾ , godzinowe [P/h], godz. 6 ⁰⁰ – 22 ⁰⁰ oraz 22 ⁰⁰ – 6 ⁰⁰	Średnia jazdy ¹⁾	Udział samochodów ciężarowych, autobusów i motocykli ¹⁾
Hałas – opracowania dotyczące wykonania map akustycznych i programów ochrony środowiska przed hałasem	Średnie natężenie ruchu ²⁾ , godzinowe [P/h], godz. 6 ⁰⁰ – 18 ⁰⁰ , 18 ⁰⁰ – 22 ⁰⁰ oraz 22 ⁰⁰ – 6 ⁰⁰	Średnia jazdy ²⁾	Udział samochodów ciężarowych, autobusów i motocykli ²⁾
Wibracje	SDR [P/dobę], natężenie sam. ciężarowych	Średnia chwilowa, jazdy dużych samochodów ciężarowych	Udział samochodów ciężarowych i autobusów
Zanieczyszczenie powietrza	SDR [P/dobę]	Średnia jazdy, średnia podróży	Pełna struktura rodzajowa. Wiek pojazdów, kategorie silników (także w zależności od rodzaju paliwa)
Zanieczyszczenie wód	SDR [P/dobę]	–	–
Wpływ na bezpieczeństwo ruchu drogowego	SDR [P/dobę], godzinowe [P/h]	Średnia jazdy, średnia chwilowa, [kwantyle (V ₁₅ , V ₅₀)]	Struktura rodzajowa

¹⁾ dla wybranych dobow

²⁾ jako średnia ze wszystkich dobow roku

Na podstawie powyższego zestawienia można zauważyć bardzo duże zróżnicowanie danych ruchowych niezbędnych do wykonywania analiz oddziaływań w ramach opracowań środowiskowych. Prognozy ruchu dla takich zestawów danych wymagają bardzo znaczącej liczby danych początkowych, które w obecnej sytuacji są niezwykle trudne do pozyskania – np. kategorie silników używane w analizach zanieczyszczenia powietrza. Sytuacja dodatkowo komplikuje się, gdy należy wykonać prognozy ruchu dla dalszych horyzontów czasowych (10, 15 lat) – w takich sytuacjach brak danych początkowych może wymagać konieczności wprowadzania założeń upraszczających, które z kolei mają wpływ na jakość prognoz wielkości oddziaływań.

Jednym z zadań opracowań środowiskowych jest określenie wielkości oddziaływań zarówno dla stanu istniejącego, jak i okresu prognozy. Stan istniejący w przypadku analiz środowiskowych może dotyczyć zarówno okresu w roku wykonywania analizy (jest to bardzo rzadki przypadek występujący wówczas, kiedy w roku wykonywania

Wpływ prognozowania ruchu na analizy środowiskowe w drogownictwie cz. I

Utworzono: poniedziałek, 28, grudzień 2009 08:43 Janusz Bohatkiewicz, Mariusz Dudek

analiz wykonywana jest inwestycja), jak i okresu w którym nastąpi realizacja inwestycji drogowej. Druga sytuacja określana jest jako tzw. wariant zerowy. Wariant ten w wielu przypadkach tożsamy jest sytuacji, kiedy analizowany jest brak inwestycji – w przepisach środowiskowych określany jest on również jako wariant polegający na niepodejmowaniu inwestycji. Standardowo analizy związane z wariantem zerowym wykonywane są przede wszystkim wtedy, kiedy porównywane są warianty lokalizacyjne nowych inwestycji drogowych. W takich przypadkach porównanie wielkości oddziaływań jest możliwe, gdy dotyczą one tego samego horyzontu czasowego, czyli przeważnie roku w którym inwestycja zostanie oddana do eksploatacji (przyjmuje się założenie, że bez względu na wariant lokalizacyjny jest to ten sam rok). Tak więc już przy wariantach dotyczących stanu inwestycyjnego w większości analiz środowiskowych dla nowych inwestycji konieczne jest wykonanie prognoz ruchu. Horyzont czasu dla prognoz ruchu i wielkości oddziaływań w przypadku stanu istniejącego powinien określać inwestor – przeważnie jest to rok, w którym planowane jest oddanie do eksploatacji nowej inwestycji.

Okres prognozy w opracowaniach środowiskowych rozumiany jest jako odległy horyzont czasowy (10, 15 lat), który uzależnia się od rodzaju inwestycji – tabl. 2 [2]. Celem analiz oddziaływań dla takich horyzontów czasowych jest m.in. zaplanowanie i określenie efektywności urządzeń ochronnych. W wielu sytuacjach możliwe jest prowadzenie analiz, których celem jest wykazanie roku w którym zaistnieje potrzeba zastosowania urządzeń ochronnych. Wiąże się to z dodatkowymi prognozami ruchu.

Połączenie przygotowania szczegółowych danych ruchowych do analiz środowiskowych z możliwymi horyzontami czasowymi, dla których wykonywane są te analizy tworzą w większości przypadków bardzo duże zadanie prognostyczne. Od jakości prognoz ruchu wykonywanych w sytuacjach dużej niepewności przyjmowanych danych zależy jakość dalszych prac związanych z planowaniem środków ochrony środowiska.

Jako jeden z typowych przykładów prognoz ruchu można podać sytuację budowy nowej drogi. Niezbędne warianty prognoz ruchu uzależnione są od wykonywanych wariantów (scenariuszów) analiz środowiskowych. Należą do nich następujące scenariusze:

- 1) stan istniejący (wariant polegający na niepodejmowaniu inwestycji) – rok oddania do eksploatacji inwestycji, gdyby została podjęta;
- 2) warianty inwestycyjne (przeważnie są to co najmniej 2 warianty) – rok oddania do eksploatacji;
- 3) warianty inwestycyjne (przeważnie są to co najmniej 2 warianty) – przyjęty horyzont czasowy wg tabl. 2;
- 4) wariant zerowy polegający na niepodejmowaniu inwestycji, sporadycznie wykonywany dla wskazania sytuacji, jaka będzie występowała w przyszłości, jeśli analizowana inwestycja nie zostanie zrealizowana, ale sieć drogowo-uliczna zostanie uzupełniona o inne elementy przewidziane do realizacji do roku wykonywania prognozy (używany w trakcie konsultacji społecznych w przypadku protestów przeciwko inwestycji) – przyjęty horyzont czasowy wg tabl. 2.

Wpływ prognozowania ruchu na analizy środowiskowe w drogownictwie cz. I

Utworzono: poniedziałek, 28, grudzień 2009 08:43 Janusz Bohatkiewicz, Mariusz Dudek

Powyższe zestawienie wskazuje, że dla jednego opracowania środowiskowego może być wykonywanych minimum 6 zestawów prognoz. Nie jest to jednak ostateczna liczba, ponieważ biorąc pod uwagę np. analizy hałasu drogowego, konieczne jest jeszcze ich rozdzielenie na porę dnia i nocy (tabl. 1), co daje już co najmniej 12 zestawów prognoz. Należy również zwrócić uwagę na inne elementy niezbędnych prognoz wynikających np. z analiz zanieczyszczeń powietrza, gdzie niezbędne jest jeszcze wskazanie kategorii silników (rodzaje silników z różnym spalaniem różnych paliw).

Analizy takie ze względu na powszechny brak podstawowych danych możliwe są do wykonania jedynie przy przyjęciu bardzo wielu założeń upraszczających. Niestety, założenia upraszczające oparte głównie na dyskusyjnych danych dla samych twórców prognoz nie znajdują w większości przypadków zrozumienia u wydających decyzje administracyjne, które bezpośrednio dotyczą bardzo kosztownych zabezpieczeń, dodatkowych wykupów gruntów i ich np. wyłączeń z eksploatacji. Proponowane przeniesienie decyzji administracyjnych o konieczności wykonania zabezpieczeń np. akustycznych na podstawie wykonanych pomiarów ruchu po uruchomieniu obiektu i dalszych prognoz ruchu nie znajdują w większości przypadków zrozumienia wydających decyzje środowiskowe pomimo istniejących narzędzi prawnych w postaci tzw. analiz porealizacyjnych.

Wariant	Rodzaj analizy	Rodzaj przedsięwzięcia	Horyzont czasowy ¹ [lata]	
			Nowe inwestycje ²	Przebudowy
Inwestycyjny	Analiza dla stanu po oddaniu do eksploatacji obiektu	Wszystkie rodzaje przedsięwzięć	zakładany rok oddania do użytkowania lub wykonania analizy porealizacyjnej	
	Analiza w horyzoncie czasowym	Projekt nowej autostrady, drogi ekspresowej lub węzła	15	10
		Projekt nowej drogi, skrzyżowania lub węzła	10	10
Zerowy	Analiza stanu istniejącego ³	Wszystkie rodzaje przedsięwzięć	stan istniejący, rok prowadzenia analizy	
	Analiza w sytuacji, gdy inwestycja nie zostanie zrealizowana ³	Projekt nowej autostrady, drogi ekspresowej lub węzła	15	10
		Projekt nowej drogi, skrzyżowania lub węzła	10	10
	Analiza w sytuacji, gdy inwestycja zostanie zrealizowana ³	Projekt nowej autostrady, drogi ekspresowej lub węzła	15	10
		Projekt nowej drogi, skrzyżowania lub węzła	10	10

¹ Horyzont czasowy oblicza się od roku, w którym oddano do eksploatacji drogę, skrzyżowanie lub węzeł.

² Dotyczy wszystkich analizowanych wariantów inwestycyjnych.

³ Rozumiane jako istniejące ciągi drogowe, z których przejmowany będzie ruch.

Powyżej opisane rodzaje i cele wykonywania prognoz ruchu stanowią jedynie podstawowe problemy związane z zagadnieniami dotyczącymi potrzeb stosowania danych ruchowych w opracowaniach środowiskowych. Specyficznymi opracowaniami środowiskowymi w ostatnich dwóch latach stały się programy ochrony przed hałasem dla dróg zamiejskich oraz miast. Programy te zwłaszcza dla miast wskazują, że jedną z podstawowych analiz są analizy i prognozy ruchu związane z kolejnymi wariantami stosowanych zabezpieczeń akustycznych. Zabezpieczenia te zwłaszcza dla dużych miast nie sprowadzają się do zastosowania ekranów akustycznych (niestety jest to nadal powszechnie panujący pogląd) a do odpowiedniej hierarchizacji sieci ulic oraz starowania ruchem. Zadanie to staje się ogromnym wyzwaniem dla miast w zakresie, który w większości nie był uwzględniany, czyli do budowy odpowiednich i specyficznych modeli ruchu ukierunkowanych również na analizy akustyczne.

Zależność pomiędzy wielkością ruchu i jego parametrami a wielkością

Wpływ prognozowania ruchu na analizy środowiskowe w drogownictwie cz. I

Utworzono: poniedziałek, 28, grudzień 2009 08:43 Janusz Bohatkiewicz, Mariusz Dudek

emisji hałasu

Badania zagraniczne wykazują silną zależność pomiędzy wrażliwością zmian poziomu hałasu a spadkiem natężenia ruchu (tab.3) [4]. Dla lepszej identyfikacji wartości zmian poziomu hałasu w tabl. 4 podano jak wpływa zmiana poziomu hałasu na jego subiektywny odbiór. Jednocześnie podano jakie są możliwości (techniczne) zmniejszenia poziomu hałasu dla określonych zmian tego poziomu.

Spadek natężenia ruchu	Zmniejszenie poziomu hałasu (L_{Aeq})
10%	0,5 dB
20%	1,0 dB
30%	1,6 dB
40%	2,2 dB
50%	3,0 dB
75%	6,0 dB

Zmiana poziomu hałasu [dB]	Odbiór subiektywny hałasu	Procent zmniejszenia poziomu hałasu tzn. energii akustycznej/ (możliwość osiągnięcia)
0	Poziom odniesienia	0
-3	Słyszalna zmiana	50% (osiągalne)
-5	Znacznie słyszalna zmiana	67% (średnio osiągalne)
-10	O połowę ciszej	90% (trudno osiągalne)

Zarządzanie dostępnością dróg i zakazy poruszania się określonych kategorii pojazdów dotyczą przede wszystkim pojazdów szczególnie hałaśliwych, które wywierają najbardziej niekorzystny wpływ na klimat akustyczny: ciężarówek i motocykli. Również zarządzanie dostępnością do drogi odbywa się w sposób dynamiczny i można je uzależnić od zmiennych, takich jak określony dzień tygodnia, pora dnia lub roku. W ten sposób można np. wprowadzić zakaz ruchu pojazdów ciężarowych na odcinku drogi w pobliżu dzielnicy mieszkaniowej w nocy. Poniżej przedstawiono przykład jak redukcja z potoku ruchu pojazdów ciężkich wpływa na obniżenie poziomu hałasu (tab. 5).

Zmniejszenie udziału w ruchu pojazdów ciężkich	Prędkość 50 km/h	Prędkość 80 km/h
z 5% do 0	- 0,7 dB	- 1,0 dB
z 10% do 0	- 1,4 dB	- 1,9 dB
z 15% do 0	- 2,0 dB	- 2,6 dB

Jazda z nadmierną prędkością jest zjawiskiem powszechnym i problemem, z którym borykają się władze wszystkich krajów. Oprócz zagrożenia wypadkowego powoduje zwiększoną emisję hałasu do otoczenia, która wynika nie tylko z pracy silnika (jazdy na wysokich obrotach, naprzemiennych przyspieszeń i hamowań), ale również z odgłosu opon toczących się po nawierzchni oraz - zwłaszcza w przypadku ciężarówek - hałasu uderzających o siebie elementów pojazdu i ładunku. Przy założeniu, że ograniczenia prędkości oprócz bezpieczeństwa są również ustanawiane z myślą o ochronie środowiska. Egzekwowanie ograniczeń prędkości jest jednocześnie walką z hałasem na drodze i dbaniem o korzystny klimat akustyczny w otoczeniu drogi. Automatyczna kontrola prędkości i odcinkowa kontrola prędkości może zapobiec 80% przypadków przekroczeń prędkości, a także powoduje, że ruch pojazdów jest spokojniejszy i bardziej jednostajny. Odcinkowa kontrola prędkości jest jednak możliwa tylko na fragmentach dróg pozbawionych zjazdów, dlatego w warunkach miejskich z uwagi na mnogość skrzyżowań częściej stosuje się kaskadową kontrolę fotoradarową. Poniżej przedstawiono wpływ redukcji prędkości poszczególnych grup pojazdów na hałas w otoczeniu (tab. 6).

Wpływ prognozowania ruchu na analizy środowiskowe w drogownictwie cz. I

Utworzono: poniedziałek, 28, grudzień 2009 08:43 Janusz Bohatkiewicz, Mariusz Dudek

Zmniejszenie prędkości ruchu [km/h]	Zmniejszenie poziomu hałasu – pojazdy lekkie	Zmniejszenie poziomu hałasu – pojazdy ciężkie
130 → 120	1,0 dB	-
120 → 110	1,1 dB	-
110 → 100	1,2 dB	-
100 → 90	1,3 dB	1,0 dB
90 → 80	1,5 dB	1,1 dB
80 → 70	1,7 dB	1,2 dB
70 → 60	1,9 dB	1,4 dB
60 → 50	2,3 dB	1,7 dB
50 → 40	2,8 dB	2,1 dB
40 → 30	3,6 dB	2,7 dB

Z powyższej tabeli jasno wynika znaczący wpływ prędkości pojazdów na poziom hałasu. Unaocznia to jak istotnym czynnikiem analiz ruchowych, ale i także środowiskowych jest właściwie sparametryzowana sieć komunikacyjna. Pomocnym we właściwym zamodelowaniu prędkości pojazdów może być wykorzystanie modeli mikrosymulacyjnych (np. VISSIM). Problem ten dotyczy w szczególności sieci miejskich, gdzie nawet niewielka redukcja prędkości powoduje istotną poprawę klimatu akustycznego zwłaszcza w zakresie niskich prędkości.

dr inż. Janusz Bohatkiewicz
Biuro Ekspertyz i Projektów Budownictwa
Komunikacyjnego „EKKOM” Sp. z o.o.

dr inż. Mariusz Dudek
Politechnika Krakowska
Instytut Inżynierii Drogowej i Kolejowej