

Mapy akustyczne dla linii kolejowych - cz. I

Utworzono: wtorek, 21, październik 2008 12:48 dr inż. Janusz Bohatkiewicz mgr inż. Krzysztof Kowalczyk



Podstawowym kryterium

kwalityfikującym wykonanie map akustycznych dla linii kolejowych jest natężenie ruchu. Rozporządzenie Ministra Środowiska z 2006 roku (Dz.U. Nr 1, poz. 8) wprowadziło obowiązek wykonywania map akustycznych dla linii kolejowych, po których przejeżdża ponad 60 000 pociągów rocznie, natomiast od początku 2011 r. mapy te trzeba będzie sporządzać dla ponad 30 000 pociągów rocznie.

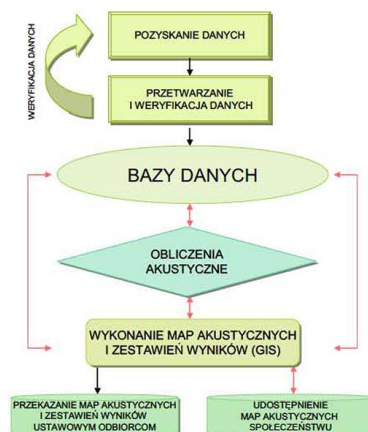
Zgodnie z zapisami ustawy Prawo ochrony środowiska [3] (POŚ) mapy akustyczne wskazywane są jako źródła danych, które wykorzystywane są do celów:

informowania społeczeństwa o zagrożeniach środowiska hałasem,
opracowania danych dla państwowego monitoringu środowiska,
tworzenia i aktualizacji programów ochrony środowiska przed hałasem.

Wykonanie map akustycznych wraz z odpowiednimi zestawieniami wyników (również w formie tabelarycznej) oraz przekazaniem ich odpowiednim organom, a także ogólnie dostępna ich prezentacja, obejmuje wiele złożonych etapów. Ogólny schemat poszczególnych etapów występujących podczas przygotowania i wykonania map akustycznych przedstawiono na rys. 1.

Mapy akustyczne dla linii kolejowych - cz. I

Utworzono: wtorek, 21, październik 2008 12:48 dr inż. Janusz Bohatkiewicz mgr inż. Krzysztof Kowalczyk



Rys. 1. Główne etapy wykonania map akustycznych dla linii kolejowych

W dalszych rozdziałach scharakteryzowano metodologię wykonywania map akustycznych dla linii kolejowych opartą na powyższym schemacie. Metodologia ta i schemat działania zostały wykorzystane do wykonania map akustycznych dla PKP Polskich Linii Kolejowych S.A. (PLK S.A.) na odcinkach linii kolejowych, gdzie ruch pociągów jest większy od 60 000 pociągów na rok (poza granicami administracyjnymi miast):

- Nr 001 - odcinek Zawiercie - Łazy od km 274,227 do km 280,654 (odcinek 00 I r),
- Nr 009 i linii Nr 260 - odcinek Pszczółki - Pruszcz Gdański od km 306,646 do km 317,123 linii Nr 009 (009n) oraz od km 4,126 do km 13,614 linii Nr 260 (260b).

Poniższe opisy uwzględniają poszczególne etapy (do momentu obliczeń akustycznych), obowiązujące akty prawne oraz dotychczasową praktykę, a także zalecane do stosowania w kraju oraz krajach UE podstawowe normy, metodyki i wytyczne.

Podstawy prawne

W skład zestawu aktów prawnych dotyczących wykonywania i rozpowszechniania map akustycznych wchodzi zarówno przepisy krajowe, jak i europejskie (przepisy UE). Realizacja map akustycznych wynika zatem z zapisów następujących aktów prawnych o charakterze podstawowym:

- ustawy Prawo ochrony środowiska z 27 kwietnia 2001 r. (Dz.U. Nr 62 poz. 627 z późniejszymi zmianami) [3],
- dyrektywy 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 25 czerwca 2002 r. odnoszącej się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku (Dz.U. L. Nr 189 z 18 lipca 2002 r.) [1],
- rozporządzenia Ministra Środowiska z października 2007 r. w sprawie szczegółowego zakresu danych ujętych na mapach akustycznych oraz ich

układu i sposobu prezentacji (Dz.U. Nr 187, poz. 1340) [5].

W skład przepisów krajowych odnoszących się bezpośrednio lub pośrednio do map akustycznych dla linii kolejowych, wchodzi również rozporządzenia mające bezpośredni lub pośredni związek z zagadnieniami hałasu kolejowego i map akustycznych:

- rozporządzenie Ministra Środowiska z 14 października 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinien odpowiadać program ochrony środowiska przed hałasem [6],
- rozporządzenie Ministra Środowiska z 17 stycznia 2003 r. w sprawie rodzajów wyników pomiarów prowadzonych w związku z eksploatacją dróg, linii kolejowych, linii tramwajowych, lotnisk oraz portów, które powinny być przekazywane właściwym organom ochrony środowiska, oraz terminów i sposobów ich prezentacji [7],
- rozporządzenie Ministra Środowiska z 2 października 2007 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem [8],
- rozporządzenie Ministra Środowiska z 14 grudnia 2006 r. w sprawie dróg, linii kolejowych i lotnisk, których eksploatacja może powodować negatywne oddziaływania akustyczne na znacznych obszarach, dla których jest wymagane sporządzenie map akustycznych, oraz sposobów określania granic terenów objętych tymi mapami [9],
- rozporządzenie z 7 listopada 2007 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ustalenia wartości wskaźnika hałasu LDWN [10],
- rozporządzenie Ministra Środowiska z 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku [11].

Dane do wykonania map akustycznych

Etap pozyskania danych obejmuje zebranie różnych grup informacji, niezbędnych do wykonania map akustycznych oraz późniejszych zestawień danych i wyników (w tym zestawień tabelarycznych). Etap ten wyznacza przyszły kształt i zawartość baz danych - również danych, które zostaną wprowadzone w dalszych pracach do systemu GIS (geograficzny system informacji), w tym bazy danych GIS (jeśli są wykorzystywane)*. Etapy te tym samym muszą obejmować zakres swych prac wizje terenowe, w ramach których należy wykonać szczegółową inwentaryzację parametrów technicznych (m.in. lokalizację ekranów akustycznych) oraz zebranie dokumentacji fotograficznej, jak również szczegółowe inwentaryzacje zabudowy zlokalizowanej w otoczeniu analizowanych odcinków linii kolejowych, w tym zebranie informacji o sposobie użytkowania poszczególnych budynków, liczbie znajdujących się w nich lokali mieszkalnych i parametrach technicznych (m.in. liczby kondygnacji).

W toku inwentaryzacji należy również pozyskać obszerną bazę adresową budynków podlegających ochronie akustycznej i wykorzystać ją do pozyskania danych

Mapy akustyczne dla linii kolejowych - cz. I

Utworzono: wtorek, 21, październik 2008 12:48 dr inż. Janusz Bohatkiewicz mgr inż. Krzysztof Kowalczyk

demograficznych, czyli informacji o liczbie osób zamieszkujących analizowane budynki zarówno na pobyt stały, jak i czasowy. W trakcie prowadzonych prac należy także wykonać całodobowe pomiary hałasu, służące między innymi do kalibracji i sprawdzenia przyjętego modelu i założeń prognostycznych.

Podstawowe dane o odcinkach linii kolejowych

Dane o odcinkach linii kolejowych stanowią zestaw niezbędnych informacji obejmujących ich lokalizację i parametry techniczno-funkcjonalne. Zestawienie źródeł danych o odcinkach linii kolejowych do pozyskania oraz elementów danych niezbędnych do dalszego wykonania map akustycznych podano w tab. 1 (w zależności od wykorzystywanego modelu do prognozowania hałasu/programu komputerowego dane te mogą się nieznacznie różnić).

| Zródło danych | Elementy danych o odcinkach linii kolejowych |
|--|--|
| Dane w posiadaniu zarządcy linii kolejowej | Dane o parametrach technicznych linii: <ul style="list-style-type: none">– numer (nazwa) odcinków linii kolejowej,– kilometraż i długości odcinków linii kolejowej,– typy szyn, sposób mocowania, ilość złączeń,– rodzaj podbudowy i podkładów,– ocena stanu technicznego torowiska. Dane o ruchu kolejowym i taborze: <ul style="list-style-type: none">– rodzaje kursujących pociągów, |

| Zródło danych | Elementy danych o odcinkach linii kolejowych |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">– rodzaje używanych lokomotyw (napęd),– średnia liczba pociągów w czasie odniesienia,– średnia liczba wagonów w pociągu,– średnia długość pociągów,– procentowy udział wagonów bez hamulców,– procentowy udział hamulców tarczowych w średnim składzie pociągu,– prędkość średnia i maksymalna ruchu pociągów. |
| Wizja w terenie, mapy zasadnicze i ewidencyjne państwowego zasobu geodezyjnego, Państwowy Rejestr Granic | <ul style="list-style-type: none">– lokalizacja odcinka – województwo, powiat, gmina,– współrzędne geograficzne początków i końców odcinków,– liczba torów, układ i hierarchia torowisk,– dodatkowe parametry techniczne linii (np. rodzaj wiaduktów kolejowych). |

Numeryczny model terenu (NMT)

Mapy akustyczne dla linii kolejowych - cz. I

Utworzono: wtorek, 21, październik 2008 12:48 dr inż. Janusz Bohatkiewicz mgr inż. Krzysztof Kowalczyk

Numeryczny model terenu (NMT) jest jednym z podstawowych elementów wykorzystywanych przy sporządzaniu map akustycznych. Zawiera on informacje o terenie, jego konfiguracji oraz występujących obiektach - ich lokalizacji i wysokości. Model ten jest wykorzystywany w dalszych etapach prac, przede wszystkim do obliczeń (prognoz) hałasu. Zgodnie z potrzebami kolejnych etapów oraz wymaganą dokładnością wykonywania map akustycznych, NMT powinien zawierać:

- warstwę budynków wraz z ich obrysem przyziemia oraz wysokością,
- warstwę lasów oraz zbiorników wodnych i cieków,
- odwzorowanie osi torowisk.

Opracowany model powinien być przygotowany w taki sposób, aby możliwe było jego zaimportowanie do programu przyjętego do obliczeń hałasu oraz GIS (np. pliki formatu ASCII).

Podstawowym źródłem danych wykorzystywanych dla potrzeb wykonania NMT mogą być poza zdjęciami satelitarnymi, ortofotomapy, które mogą pochodzić z przetworzenia zdjęć lotniczych wykonanych w ramach dedykowanych nalotów fotogrametrycznych lub zasobów Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej. W przypadku wykorzystania ortofotomap udostępnionych przez CODGiK należy dokonać ich dodatkowej aktualizacji w ramach analizy map zasadniczych pozyskanych z powiatowych i miejskich zasobów geodezyjnych oraz w drodze bezpośrednich pomiarów terenowych.

Dane przestrzenne uzupełniające NMT - cyfrowa mapa obszaru

W celu sprecyzowania pojęć należy zdefiniować NMT opracowany na potrzeby analiz propagacji hałasu oraz NMT w rozumieniu realizowanych map akustycznych. W pierwszym przypadku NMT jest cyfrowym zapisem wysokości terenu i obiektów terenowych, opisującym elementy wysokościowe współrzędnymi X, Y, Z. Współrzędne oznaczają odpowiednio: odcięta punktu, rzędną punktu, wysokość punktu w danym układzie współrzędnych. Dla wykorzystania NMT do prezentacji zjawisk akustycznych (mapy akustycznej) w przestrzeni dodatkowo niezbędne jest:

- wprowadzenie kilometrażu odcinków linii kolejowych,
- oznaczenie obiektów użyteczności publicznej,
- wprowadzenie nazewnictwa głównych cieków i zbiorników wodnych,
- wprowadzenie nazw miejscowości i ich części,
- wprowadzenie nazw głównych ulic,
- wprowadzenie granic administracyjnych (województw i powiatów),

Wynikiem tego jest powstanie tzw. cyfrowej mapy obszaru (CMO). Poza uzupełnieniem NMT do postaci CMO, zbiór danych przestrzennych należy wzbogacić o klasyfikację terenów ze względu na sposób ich użytkowania i obowiązujące dla poszczególnych typów użytkowania wartości dopuszczalne hałasu.

Mapy akustyczne dla linii kolejowych - cz. I

Utworzono: wtorek, 21, październik 2008 12:48 dr inż. Janusz Bohatkiewicz mgr inż. Krzysztof Kowalczyk

Wykonanie takiego uzupełnienia warunkuje możliwość wykonania mapy wrażliwości akustycznej otoczenia linii kolejowych. Za podstawę takiej klasyfikacji powinny służyć dostępne w zasobach gminnych dokumenty planistyczne w postaci miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego (MPZP), a w przypadku ich braku, studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego (SUiKZP). Dane przestrzenne NMT powinny ponadto zostać uzupełnione o dane adresowe budynków i posesji, uzyskane w odpowiednich urzędach administracji lokalnej (z zasobów ewidencyjnych) lub bezpośrednio w wyniku inwentaryzacji terenowych. Poniżej, w tabl. 2, zestawiono źródła danych i ich elementy w zakresie umożliwiającym uzupełnienie danych przestrzennych ujętych w NMT.

| Źródło danych | Elementy danych NMT |
|--|--|
| Mapy ewidencyjne z zasobów powiatowych ośrodków dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej | <ul style="list-style-type: none">– granice ewidencyjne działek– baza adresowa budynków |
| Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego (MPZP) | <ul style="list-style-type: none">– granice istniejących rodzajów zagospodarowania terenu,– planowane zagospodarowanie terenu w tym tereny przeznaczone pod obiekty mieszkalne i inną wrażliwą zabudowę oraz tereny rekreacyjne |
| Studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego terenu ¹⁾ | <ul style="list-style-type: none">– planowane i istniejące sposoby zagospodarowania terenu (dzięki tym informacjom możliwe jest określenie rodzajów terenów i wartości dopuszczalnych wskaźników hałasu w przypadku braku aktualnego MPZP) |

1) w przypadku braku MPZP

Dane o ruchu i hałasie kolejowym

Dane o ruchu kolejowym oraz wyniki pomiarów hałasu kolejowego stanowią jedną z zasadniczych grup danych do pozyskania. Dane te powinny pochodzić z analiz (statystyki) ruchu, prowadzonych przez zarządcę linii kolejowej oraz z pomiarów hałasu wykonanych na odcinkach linii kolejowych, dla których należy wykonać mapy akustyczne. Zestawienie źródeł danych i ich elementy w zakresie ruchu i hałasu podano w tabl. 3.

Mapy akustyczne dla linii kolejowych - cz. I

Utworzono: wtorek, 21, październik 2008 12:48 dr inż. Janusz Bohatkiewicz mgr inż. Krzysztof Kowalczyk

| Zródło danych | Elementy danych o ruchu i hałasie |
|--|--|
| Dane w posiadaniu zarządcy linii kolejowej | <ul style="list-style-type: none">– struktura rodzajowa i natężenie ruchu,– wahania ruchu w czasie (pora dzienna, wieczorna i nocna). |
| Pomiary hałasu | <ul style="list-style-type: none">– wyniki pomiarów równoważnego poziomu dźwięku L_{Aeq} w rozbiciu na porę dnia (6:00-22:00) i nocy (22:00-6:00) w punkcie referencyjnym w odległości 25 m od torów kolejowych²⁾ lub w punkcie dodatkowym, którego lokalizacja jest ustalona zgodnie z rozporządzeniem³⁾ [8] |

1) wykonane zgodnie z obowiązującą metodyką referencyjną [7], [8]

2) metoda pomiarów pojedynczych zdarzeń akustycznych [8]

3) w celu lepszej weryfikacji modelu obliczeniowego dopuszcza się wykonanie pomiarów w punktach zlokalizowanych w różnych odległościach od torowiska - tzw. pomiarów kalibracyjnych

Pomiary hałasu powinny zostać wykonane zgodnie z obowiązującymi przepisami krajowymi [7], [8], dyrektywą [1] i wytycznymi [14] w taki sposób, aby równocześnie możliwe stało się wstępne określenie sytuacji akustycznej wokół analizowanych odcinków linii kolejowych (poprzez wyniki pomiarów), oraz aby możliwa była weryfikacja przyjętego modelu obliczeniowego hałasu podczas wykonywania map akustycznych.

Dane o warunkach meteorologicznych

Warunki atmosferyczne korzystne dla rozchodzenia się fal dźwiękowych (hałasu) zależą od szeregu warunków meteorologicznych, do których zalicza się:

- prędkość i kierunek wiatru,
- wilgotność względną powietrza,
- temperatury powietrza i jej gradientu pionowego,
- ciśnienie atmosferyczne [15].

Wszystkie wymienione elementy meteorologiczne charakteryzują się dużą zmiennością zarówno w przestrzeni, jak i w czasie. Dodatkowo wpływ na propagację dźwięku ma pora doby (dzień, wieczór, noc). W zależności od pory doby określone warunki meteorologiczne (np. zachmurzenie) powodować mogą korzystne lub niekorzystne warunki dla propagacji dźwięku. Wyznaczenie zakresu wpływu warunków meteorologicznych na propagację fal dźwiękowych wymaga pozyskania danych z danego miejsca lub interpolacji danych z najbliższej położonych stacji meteorologicznych, a także uwzględnienia warunków klimatycznych charakterystycznych dla danego rejonu w

Mapy akustyczne dla linii kolejowych - cz. I

Utworzono: wtorek, 21, październik 2008 12:48 dr inż. Janusz Bohatkiewicz mgr inż. Krzysztof Kowalczyk

poszczególnych porach doby.

Dane o ludności i budynkach

Dane o ludności i budynkach są niezbędne w dalszych etapach analiz, gdzie wykorzystuje się je w celu określenia liczby mieszkańców i mieszkań zagrożonych hałasem na analizowanych odcinkach linii kolejowych. Zestawienie czterech alternatywnych źródeł danych i ich elementy w zakresie ludności i budynków podano w tabl. 4.

| Źródło danych oraz metoda lub sposób szacowania | Elementy danych o ludności i budynkach |
|---|--|
| Proste szacowanie liczby osób, poprzez przypisanie poszczególnym typom budynków (zidentyfikowanych w rezultacie analizy zdjęć lotniczych lub inwentaryzacji terenowej) przeciętnej liczby ludności, mogącej je zamieszkiwać ¹⁾ | liczba osób, liczba mieszkań |
| Metoda statystyczno-szacunkowa, polegająca na wykonaniu szacowania liczby ludności zamieszkującej budynki poprzez odniesienie do znanej populacji większego obszaru objętego statystyką publiczną (rejony spisowe Narodowego Spisu Powszechnego) lub innymi, lokalnymi bazami danych demograficznych (dane o populacji obwodów wyborczych, szacunkowe informacje wydziałów ewidencji ludności w odniesieniu do wskazanych obszarów adresowych; poszczególnych ulic lub ich kwartałów) ²⁾ | |
| Terenowe badania ankietowe, polegające na zebraniu szczegółowej informacji o liczbie mieszkańców poszczególnych budynków znajdujących się w pasie analizy poprzez krótkie ankietowanie ich mieszkańców ³⁾ | |
| Metoda terenowo-statystyczna, polegająca na zebraniu informacji adresowych o budynkach mieszkalnych znajdujących się w pasie analizy (podczas prowadzonej inwentaryzacji terenowej) i stworzeniu zestawienia adresowego budynków, na podstawie którego możliwe będzie uzyskanie danych o liczbie zameldowanych w nich osób (informacja wydziałów ewidencji ludności odpowiednich urzędów miast i gmin oraz administracji wielorodzinnych osiedli mieszkaniowych) ⁴⁾ | |

1) Metoda obarczona znacznym błędem, wynikającym z uśrednienia liczby

Mapy akustyczne dla linii kolejowych - cz. I

Utworzono: wtorek, 21, październik 2008 12:48 dr inż. Janusz Bohatkiewicz mgr inż. Krzysztof Kowalczyk

mieszkańców poszczególnych typów zabudowy, jak też braku weryfikacji faktycznego ich zasiedlenia.

2) Metoda stosunkowo czasochłonna, wymagająca wykonywania kwerend w terenowych placówkach statystycznych i/lub administracyjnych oraz obarczona znacznym marginesem błędu, szczególnie w przypadkach analiz obszarów o niskim poziomie zaludnienia oraz zróżnicowanych pod względem intensywności zabudowy mieszkaniowej (wielo- i jednorodzinnej). Metoda ta znacznie ogranicza elastyczność i sprawność analiz poprzez brak możliwości nadania atrybutów w postaci liczby mieszkańców poszczególnym budynkom.

3) Metoda cechująca się wysokim poziomem szczegółowości (możliwość wprowadzenia do bazy GIS danych demograficznych przypisanych indywidualnie do wszystkich budynków mieszkalnych, co pozwala na dokładne szacunki zagrożonej populacji na etapie analiz niekorzystnych zasięgów oddziaływania hałasu). Metoda jest jednocześnie najbardziej praco- i czasochłonna - dająca niskie szanse pełnej realizacji zwłaszcza w krótkim okresie wykonywania badań.

4) Metoda o niższym stopniu praco- i czasochłonności niż terenowe badania ankietowe (możliwość notowania adresów w trakcie wizji inwentaryzacyjnych, bez konieczności prowadzenia indywidualnych wywiadów ankietowych), dająca porównywalny w zakresie szczegółowości rezultat w zakresie danych empirycznych.

Dane dodatkowe

Dodatkowe dane związane są głównie z elementami kontroli i weryfikacji zestawu danych określających parametry techniczne linii kolejowej i jej otoczenia, pozyskanych z różnych źródeł na wstępnym etapie opracowywania map akustycznych (w tym podczas wizji inwentaryzacyjnych). Służą one także do ilustracji części opisowej map. Zestawienie źródeł danych dodatkowych i ich elementów podano w tabl. 5.

| Zródło danych | Elementy danych dodatkowych |
|-----------------|--|
| Wizja w terenie | <ul style="list-style-type: none">– dokumentacja fotograficzna elementów charakterystycznych odcinka linii kolejowej,– dokumentacja fotograficzna obiektów zlokalizowanych w otoczeniu linii kolejowej. |

Dane o ruchu kolejowym i prędkości

Podstawowymi parametrami determinującymi poziom emisji dźwięku przez poszczególne kategorie pojazdów szynowych są:

- średnia liczba pociągów w czasie odniesienia i jej struktura rodzajowa,
- prędkość pojazdów transportu szynowego w wyróżnionych grupach

Mapy akustyczne dla linii kolejowych - cz. I

Utworzono: wtorek, 21, październik 2008 12:48 dr inż. Janusz Bohatkiewicz mgr inż. Krzysztof Kowalczyk

- rodzajowych,
- typy torów kolejowych oraz ilości łączy szyn.

Dane ruchowe niezbędne do wykonania obliczeń poziomu hałasu dla wyspecyfikowanych odcinków linii kolejowych muszą być reprezentatywnymi dla wyróżnionych pór doby w okresie roku. Powinny one uwzględniać zmienność dobową ruchu, zmienność w ciągu tygodnia oraz w ciągu roku z uwagi na zróżnicowanie obciążenia linii. Wahania ruchu powinny być rozważane w odniesieniu do wyróżnionych kategorii rodzajowych pojazdów transportu szynowego, tj. zróżnicowanych między innymi ze względu na zastosowane napędy silnikowe, jak również systemy hamulcowe. W dostosowaniu do takich wymagań należy także oszacować wartości prędkości średnich przy uwzględnieniu możliwego wpływu różnych czynników na tę prędkość. Zbiór takich czynników jest obszerny, co powoduje dużą zmienność zachowań w różnych okolicznościach ruchowych (np. stan techniczny torowiska) i do celów praktycznych wymaga stosowania uproszczeń w stopniu dopuszczalnym dla obliczeń i ich wymaganej dokładności .

Przetwarzanie i weryfikacja baz danych

Etap drugi wykonywania map akustycznych związany jest z przetwarzaniem pozyskanych danych do odpowiednich wartości oraz formatów niezbędnych do zastosowania w modelu hałasu i GIS. W etapie tym niezbędna jest również weryfikacja danych pod kątem ich poprawności oraz realności. Pierwszym zadaniem w tym etapie jest budowa baz danych i ich struktury. Każdej z baz powinny być przypisane odpowiednie dane pozyskiwane w pierwszym etapie. W trakcie budowy i wprowadzania danych do baz powinna zostać również wykonana ich weryfikacja.

dr inż. Janusz Bohatkiewicz

mgr inż. Krzysztof Kowalczyk

Biuro Ekspertyz i Projektów Budownictwa Komunikacyjnego „EKKOM” Sp. z o.o.

* Wykorzystanie GIS w mapach akustycznych umożliwia pełne ich przetworzenie i wykorzystanie w dalszych opracowaniach (np. programy ochrony przed hałasem) oraz daje możliwość kontynuowania i uzupełniania baz danych, które będą powstawały w kolejnych latach.

Wykaz cytowanej literatury zawiera część druga.