

1

WYKORZYSTANIE NOWOCZESNYCH TECHNOLOGII DO IDENTYFIKACJI, OGRANICZANIA ORAZ PRZECIWDZIAŁANIA ZAGROŻENIOM PRZEMYSŁOWYM

1.1 WPROWADZENIE

Praca wykonywana przez człowieka wiąże się w występowaniem różnego rodzaju zagrożeń wynikających ze środowiska, w jakim przebywa oraz realizowanych w tym środowisku czynności. Identyfikacja i opis istniejących zagrożeń przemysłowych jest podstawowym elementem poznania problemu i stanowi punkt wyjścia do właściwego planowania działań zapobiegawczych i ochronnych. Konieczna jest, zatem możliwie najdokładniejsza identyfikacja środowiska, w jakim przyszło nam pracować (przebywać), poznanie czynników chemicznych i fizycznych na jakie możemy być narażeni w związku ze stałą lub okresową ekspozycją, poznanie ich działania na nasz organizm, opracowanie miar opisujących ewentualne narażenie, opracowanie skutecznych metod i środków ochrony indywidualnej i grupowej oraz sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom. Opisane wyżej zagadnienia dotyczą zarówno narażenia działającego w sposób ciągły, jak również narażenia chwilowego (okresowego) związanego z wystąpieniem sytuacji awarii przemysłowej.

Poznanie opisanych wyżej zagadnień oraz planowanie działań zmierzających do redukcji wpływu czynników szkodliwych na organizm człowieka wymaga często prowadzenia badań modelowych przy wykorzystaniu nowoczesnych metod obliczeniowych wspomaganych komputerowo. Metody takie dają możliwość opisanie środowiska stanowiącego zagrożenie dla człowieka, pozwalają ocenić stopień zagrożenia danym czynnikiem, a przede wszystkim pozwalają na przemyślane planowanie i optymalizację działań eliminujących dane zagrożenie. Dodatkowym atutem zastosowania metod komputerowych jest możliwość oszacowania efektywności projektowanych zabezpieczeń czy planowanych działań. Wdrażając przemyślane i odpowiednio skuteczne metody i środki przeciwdziałania zagrożeniom zwiększamy efektywność naszych działań przy jednoczesnym ograniczeniu poniesionych kosztów.

Niniejszy artykuł zawiera przegląd prac prowadzonych w Instytucie Inżynierii Produkcji Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej prowadzonych w ramach badań statutowych. W dalszej części artykułu przedstawiono sposób wykorzy-

stania narzędzi komputerowych w ocenie i redukcji hałasu przemysłowego na stanowiskach pracy oraz hałasu w środowisku życia człowieka. Dodatkowo opisano założenia dotyczące próby utworzenia modelu służącego do oceny jakościowej zagrożenia hałasem mieszkańców oraz koncepcję wykorzystania technologii GIS w modelowaniu sytuacji kryzysowych.

1.2 IDENTYFIKACJA I PRZECIWDZIAŁANIE ZAGROŻENIOM AKUSTYCZNYM NA STANOWISKACH PRACY

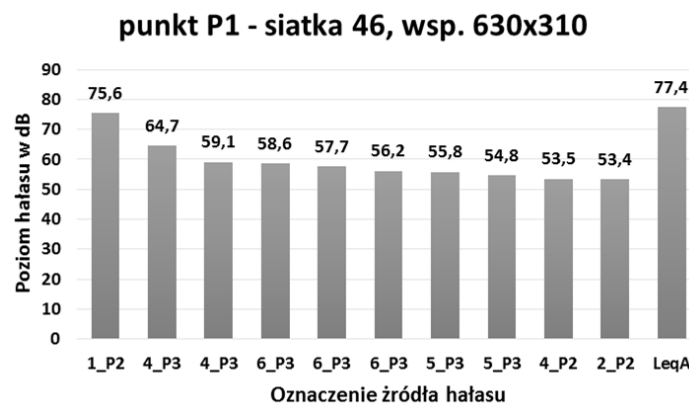
Hałas jest jednym z największych zagrożeń dla zdrowia człowieka. Jak podaje Rocznik Statystyczny Przemysłu z 2014 roku w warunkach zagrożenia czynnikami związanymi ze środowiskiem pracy zatrudnionych było 290 tysięcy pracowników, z czego około 170 tysięcy w warunkach zagrożenia nadmiernym hałasem (stan w dniu 31 XII.2013). Analiza zawartych w tym dokumencie danych wykazuje, że we wspomnianym 2013 roku do poziomu zgodnego z normą obniżono hałas dla ok 30 tysięcy stanowisk pracy, ograniczono dla 40 tysięcy stanowisk, ale również ujawniono 30 tysięcy nowych stanowisk, na których stwierdzono przekroczenia wartości dopuszczalnych NDN. Z danych tych jednoznacznie wynika, że eliminacja hałasu w miejscu pracy jest bardzo ważnym zadaniem realizowanym na rzecz poprawy warunków pracy człowieka.

Hałas w halach przemysłowych jest wynikiem działania maszyn i urządzeń produkcyjnych, środków transportu wewnętrznego, urządzeń wentylacyjnych i innych. Duża liczba źródeł rozmieszczona często na znacznej powierzchni hali produkcyjnej, ich wzajemne powiązanie funkcjonalne oraz złożoność konstrukcyjna hali powodują, że ustalenie wpływu poszczególnych źródeł na kształtowanie klimatu akustycznego na wybranych stanowiskach pracy jest znacznie utrudnione. Zastosowanie metod pomiarowych daje możliwość określenia pewnych parametrów źródeł hałasu tj.: moc akustyczna, kierunkowość emisji, widmo hałasu, poziom ciśnienia akustycznego w wybranych punktach hali. Na drodze pomiarowej można również określić poziom ośmiogodzinnej ekspozycji pracownika na hałas, np. przy zastosowaniu metod bezpośrednich (dozymetrycznych) lub pośrednich (pomiarowo-obliczeniowych). Metody pomiarowe nie dają jednak wiedzy o związkach pomiędzy parametrami poszczególnych źródeł hałasu, a poziomem hałasu w miejscu pracy człowieka. Określenie wpływu poszczególnych źródeł hałasu na badaną przestrzeń z wykorzystaniem metod pomiarowych jest w wielu sytuacjach niemożliwe, gdyż wymaga przeprowadzenia pomiarów hałasu docierającego do wybranego punktu od każdego źródła osobno, przy wyłączonych pozostałych źródłach. Oznacza to praktycznie zatrzymanie produkcji i przeprowadzenie długotrwałego eksperymentu badawczego, co oczywiście z ekonomicznego punktu widzenia nie jest możliwe do realizacji.

Kolejna trudność, z jaką musi się zmierzyć projektant rozwiązań przeciwhałasowych polega na oszacowaniu skuteczności proponowanych rozwiązań. Informacja o skuteczności proponowanych rozwiązań powinna być znana już na etapie projektowania tych środków. Niedopuszczalna jest sytuacja, w której to czy proponowane rozwiązanie spełnia zakładane wymagania związane z redukcją hałasu, zostaje stwierdzone dopiero

po jego wdrożeniu. Zabezpieczenia przeciwhałasowe są stosunkowo drogie, a zatem ryzyko realizacji rozwiązania niespełniającego określonych założeń powinno być zminimalizowane. Z drugiej strony wprowadzenie rozwiązania przeszacowanego takiego, które z całą pewnością da wymagany efekt akustyczny, lecz przy poniesieniu nadmier-nych kosztów, jest również ekonomicznie niedopuszczalne.

Rozwiązanie powyższych problemów możliwe jest z wykorzystaniem kompute-
rowych metod symulacji zjawisk akustycznych. Badanie rozchodzenia się dźwięku
w badanym obiekcie przemysłowym z wykorzystaniem metod symulacyjnych daje moż-
liwość przeprowadzenia dokładnej analizy pola akustycznego oraz określenia związków
przyczynowo-skutkowych pomiędzy badaną przestrzenią a źródłami hałasu. Zastoso-
wanie metod symulacyjnych daje możliwość dowolnego kształtowania przestrzeni ba-
dawczej, określenia parametrów i położenia źródeł hałasu, umiejscowienia punktów
reprezentujących położenie pracowników narażonych na hałas. W wybranych punktach
kontrolnych (np. na stanowiskach pracy) możemy ustalić, które źródła hałasu są domi-
nujące i jaka część energii akustycznej pochodzi właśnie od tych źródeł. Takie badania
realizowane są zwykle poprzez analizę wpływu kolejnych źródeł na wybrany punkt
kontrolny, a następnie sumowanie logarytmiczne uzyskanych wartości poziomów
hałasu pochodzących od poszczególnych źródeł. Daje to możliwość tzw. "rangowania"
źródeł, a więc ustalenia, które źródło ma, jaki wpływ na łączny hałas obserwowany
w punkcie kontrolnym. Przykładowy wykres prezentujący udziały źródeł w wybranym
punkcie przedstawiono na rys. 1.1.

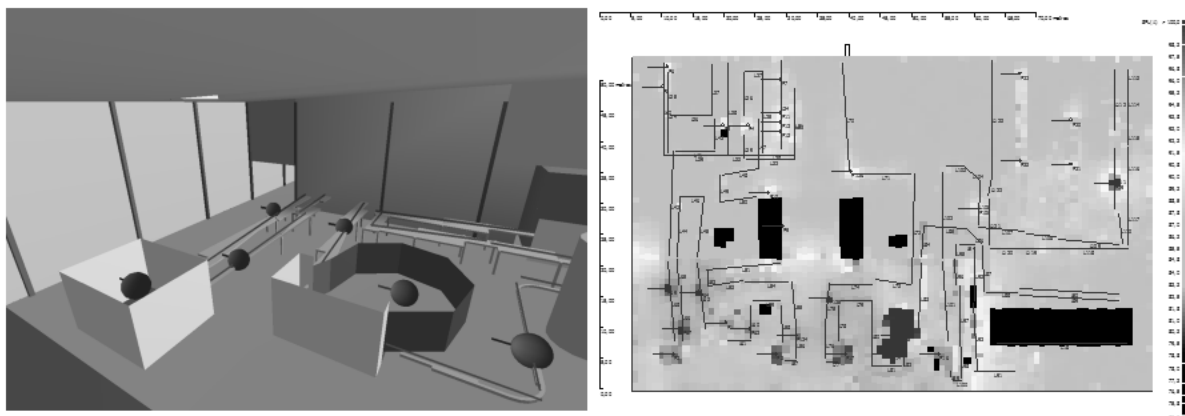


Rys. 1.1 Udziały źródeł hałasu w wybranym punkcie kontrolnym

Źródło: Opracowanie własne

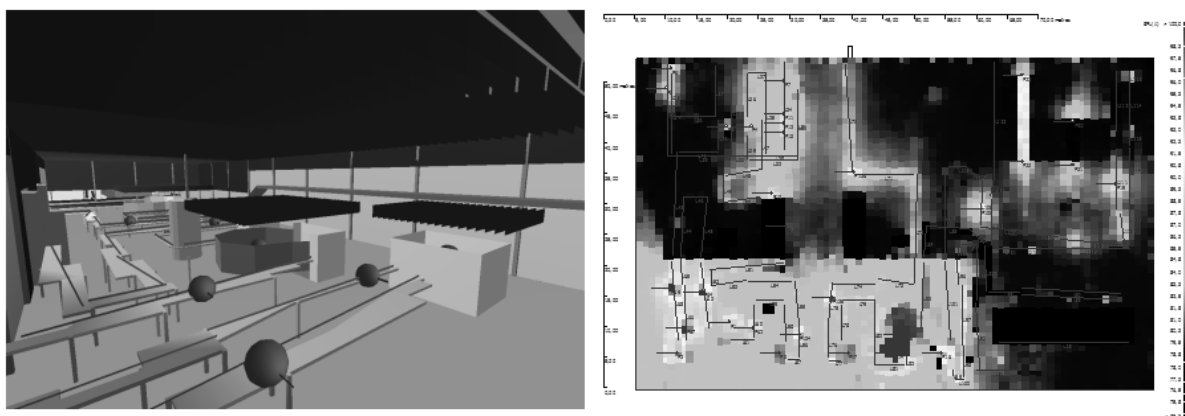
Zastosowanie komputerowej symulacji zjawisk akustycznych daje również moż-
liwość analizy skuteczności wprowadzanych rozwiązań przeciwhałasowych oraz
ich optymalizacji. Wykorzystanie wirtualnego środowiska powoduje, że możliwe jest
praktyczne dowolne kształtowanie przestrzeni (modelu) oraz badanie różnych wersji
rozwiązań przeciwhałasowych. Badania takie odbywają się na etapie symulacji kompu-
terowej, dzięki czemu stosując kolejne modyfikacje modelu obliczeniowego, dążymy
do uzyskania rozwiązań zoptymalizowanych pod kątem akustycznym i ekonomicznym.
Przykłady takiego działania zostały przedstawione na rys. 1.2 oraz rys. 1.3. Na rys. 1.2
przedstawiono model geometryczny hali przemysłowej oraz obliczoną na jego podsta-

wie mapę rozkładu pola akustycznego przed rozpoczęciem prac związanych z redukcją hałasu, natomiast na rys. 1.3 – model geometryczny z wprowadzonymi dodatkowymi urządzeniami akustycznymi zwiększającymi chłonność akustyczną hali przemysłowej oraz mapę akustyczną prezentującą możliwą do uzyskania redukcję hałasu.



Rys. 1.2 Model oraz mapa rozkładu pola akustycznego na terenie przykładowej hali przemysłowej przed rozpoczęciem prac wyciszających

Źródło: Opracowanie własne



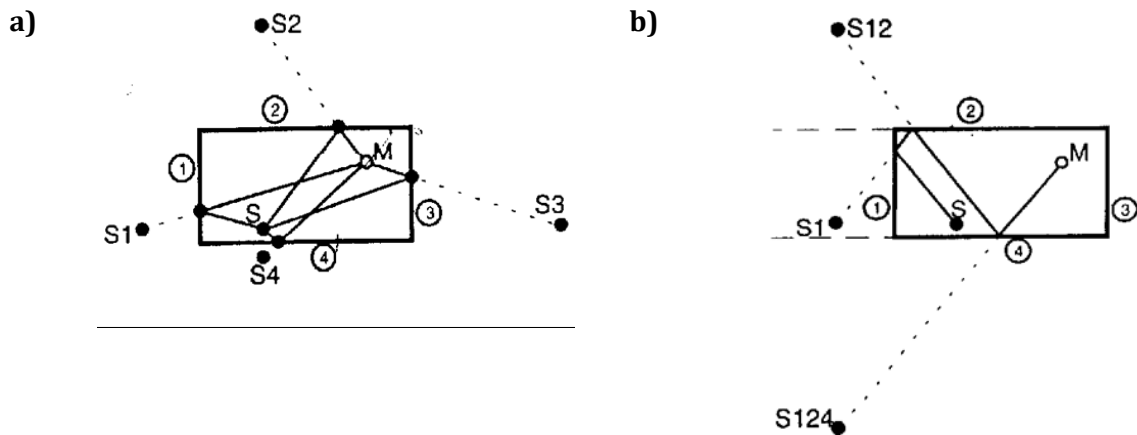
Rys. 1.3 Model oraz mapa rozkładu pola akustycznego na terenie przykładowej hali przemysłowej po zastosowaniu przestrzennych pochłaniaczy dźwięku

Źródło: Opracowanie własne

Realizacja wyżej opisanym modeli i map wymagała zastosowania nowoczesnych komputerowych metod obliczeniowych pozwalających na symulację zjawisk akustycznych. W przedstawionych przykładach wykorzystano oprogramowanie Odeon Industrial. Jest to oprogramowanie, którego algorytmy obliczeniowe opierają się na zastosowaniu metod akustyki geometrycznej. Metody te nadają się w szczególności do analizy zjawisk akustycznych w przestrzeniach zamkniętych takich jak hale produkcyjne, hale sportowe, kościoły, sale operowe, teatralne, itp. W przypadku przestrzeni otwartych lepsze wyniki dają algorytmy oparte na metodzie opisanej w normie PN-ISO 9613-2:2002 pt. "Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólne metody obliczeń".

Metody akustyki geometrycznej stosowane obecnie w oprogramowaniu do symulacji zjawisk akustycznych opierają się na połączeniu klasycznych metod akustyki geo-

metrycznej - metody źródeł pozornych i metody promieniowej [12]. Metoda źródeł pozornych polega na śledzeniu drogi promienia dźwięku od mikrofonu do źródła dźwięku z wykorzystaniem lustrzanych odbić źródła.



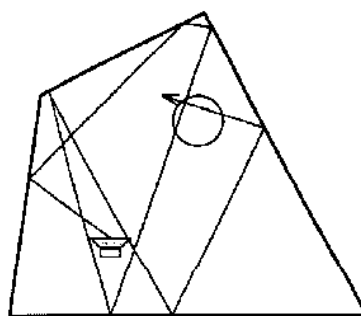
Rys. 1.4 Przykład analizy promieni w metodzie źródeł pozornych:

a) drogi pojedynczego odbicia

b) realizacja trzech obrazów źródła S

Źródło: Opracowanie własne

Rys. 1.4a ilustruje prosty (dwuwymiarowy) przykład zastosowania tej metody. Model przedstawia prostokątne pudełko zawierające kuliste źródło dźwięku S i mikrofon M. W celu zyskania punktów pozornych S1, S2, S3, S4 należy znaleźć jednokrotne odbicia lustrzane punktu S od wszystkich ścian. Punkty przecięcia linii S i M z odpowiednią ścianą stanowią punkt (pojedynczego) odbicia promienia na jego torze od mikrofonu do źródła. W ten sam sposób postępuje się z otrzymanymi źródłami pozornymi, z tym jednak zastrzeżeniem, że z operacji lustrzanego odbicia punktu wyłączamy tę ścianę, dla której dany punkt był odbity poprzednio. Proces ten powtarza się do z góry założonej liczby obrazów źródła. Rys. 1.4b przedstawia trzy obrazy źródła i reprezentuje drogę promienia odbitego od trzech ścian (nr 1, 2, 4).



Rys. 1.5 Przykład rozchodzenia się promieni dźwięku w metodzie promieniowej

Źródło: Opracowanie własne

W metodzie promieniowej zakłada się, że energia emitowana przez źródło dźwięku jest rozkładana na dyskretną liczbę promieni dźwięku. Każdy promień ma początkową energię równą całkowitej energii źródła podzielonej przez liczbę promieni. Każdy promień przemieszcza się z prędkością dźwięku i zderza się ze ścianami, podłogą i sufitem, gdzie następnie jest odbijany zgodnie z prawem odbicia. Poziom energii każdego

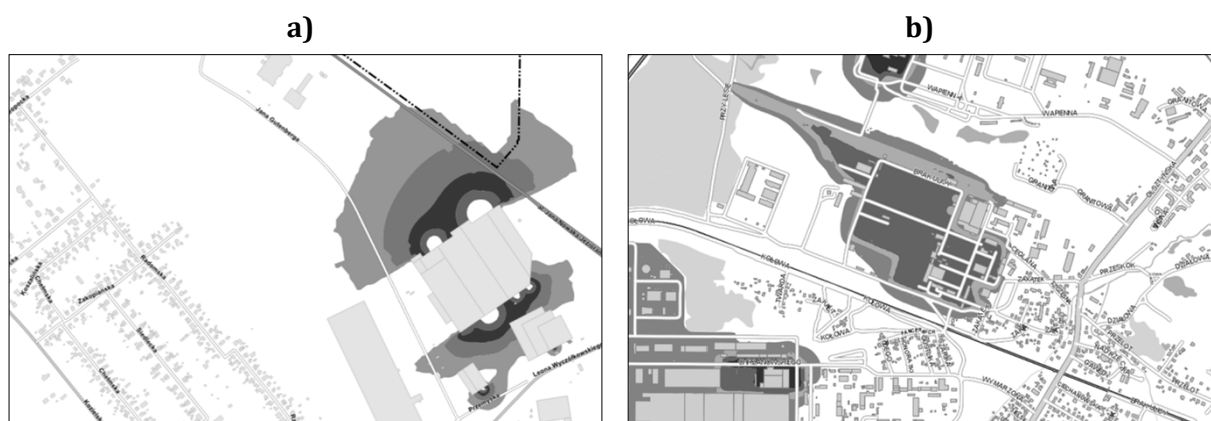
promienia zmniejsza się przy odbiciach na skutek pochłaniania ścian. Kiedy poziom energii spada poniżej zadanego progu, promień jest pomijany i następuje śledzenie kolejnego promienia (rys. 1.5).

1.3 OCENA PRZYDATNOŚCI MAP AKUSTYCZNYCH ZAKŁADÓW PRZEMYSŁOWYCH WYKONANYCH RÓŻNYMI METODAMI

Mapy akustyczne źródeł hałasu przemysłowego zgodnie z zaleceniami Dyrektywy 2002/49/WE stanowią element systemu zarządzania środowiskiem akustycznym miasta. Są źródłem informacji o zagrożeniach hałasem przemysłowym. Na podstawie map podejmowane są działania administracyjno-techniczne mające na celu eliminację uciążliwości akustycznej zakładów przemysłowych przez ograniczenie emisji hałasu do poziomów dopuszczalnych. Analiza większości map akustycznych wykonanych w Polsce od 2007 roku dowodzi, że dane wejściowe, dotyczące emisji hałasu zakładów przemysłowych, pozyskiwane są według jednej z niżej wymienionych norm:

1. PN-ISO 8297 – Akustyka. Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej zakładów przemysłowych z wieloma źródłami hałasu w celu oszacowania wartości poziomu ciśnienia akustycznego w środowisku. Metoda techniczna.
2. PN-EN ISO 3746 – Akustyka. Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów poziomów ciśnienia akustycznego. Metoda orientacyjna z zastosowaniem otaczającej powierzchni pomiarowej nad płaszczyzn odbijającej dźwięk.

W efekcie finalnym, gestor mapy otrzymuje od jej wykonawcy oprócz wymaganych map (emisyjnych, imisyjnych i map zagrożeń) zróżnicowany zestaw danych wyjściowych, opisujących hałas przemysłowy, których wykorzystanie i interpretacja może być znacząco różna i nieporównywalna. Na rys. 1.6 przedstawiono przykładowe fragmenty map hałasu przemysłowego wykonanych z wykorzystaniem różnych metod. Mapę wykonaną zgodnie z normą PN-ISO 8297 przedstawiono na rys. 1.6a, natomiast mapę wykonaną zgodnie z normą PN-EN ISO 3746 – na rys. 1.6b.



Rys. 1.6 Przykłady map akustycznych zakładów przemysłowych wykonanych różnymi metodami:

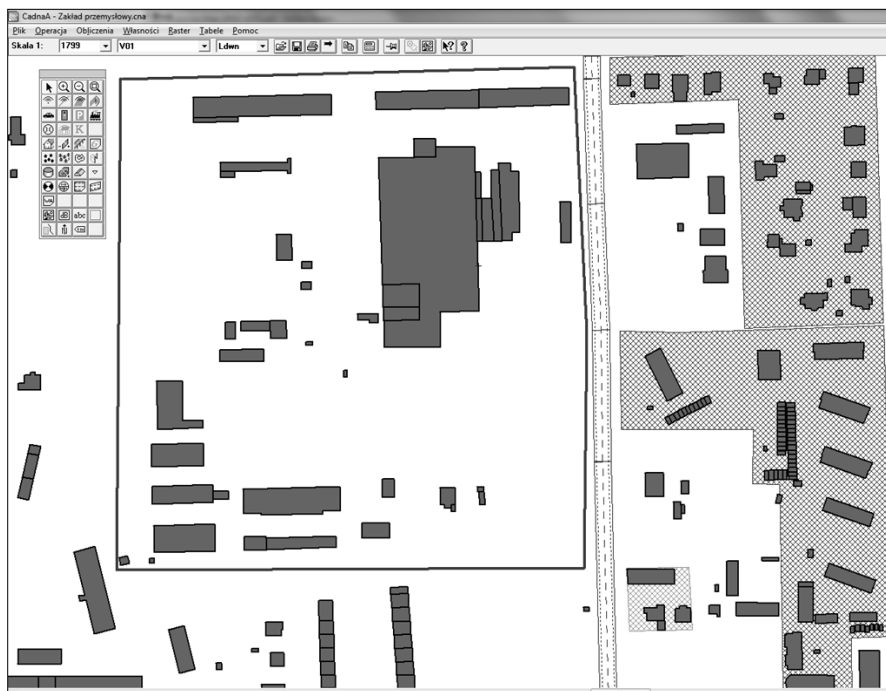
a) wg normy PN-ISO 8297

b) wg normy PN-EN ISO 3746

Źródło: Opracowanie własne

Z punktu widzenia zastosowania modeli obliczeniowych, wymaganych przy sporządzaniu map akustycznych, wykorzystanie danych wejściowych z dwóch różnych metod pomiarowo-obliczeniowych może skutkować rozbieżnością w dokładności, kompletności i porównywalności map akustycznych. Dlatego w ramach realizowanych badań statutowych rozpoczęto realizację analizy porównawczej w zakresie oceny wykorzystania i przydatności ww. metod do sporządzania strategicznej mapy akustycznej hałasu przemysłowego w środowisku miejskim. W tym celu zostało wykorzystane specjalistyczne oprogramowanie akustyczne CadnaA, w którym dla potrzeb badań przygotowano wzorcowy model zakładu przemysłowego, przedstawiony na rys. 1.7. W ramach dalszych prac analizie poddane zostaną następujące aspekty:

- przygotowanie danych wejściowych niezbędnych do opracowania modelu,
- sposób przeprowadzenia pomiarów źródeł hałasu przemysłowego,
- sposób modelowania źródeł hałasu,
- ustalenie parametrów obliczeń akustycznych,
- przeprowadzenie kalibracji modelu,
- transfer danych do systemu zarządzania miastem (GIS).



Rys. 1.7 Model geometryczny zakładu przemysłowego opracowany w środowisku obliczeniowym CadnaA

Źródło: Opracowanie własne

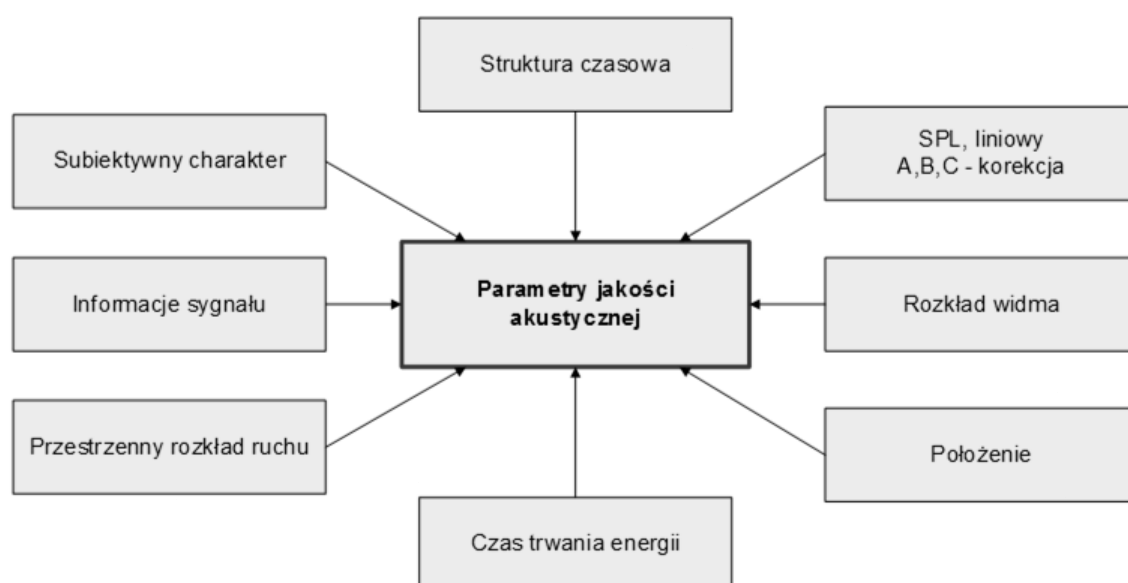
Docelowo oceniane będą przede wszystkim te elementy, które bezpośrednio decydują o jakości mapy akustycznej, wiążące ze sobą takie aspekty jak: dokładność, złożoność zadań cząstkowych i czasochłonność. Uzyskane wyniki badań stanowią punkt wyjścia do opracowania zbioru wskaźników, służących do opracowania kompleksowej oceny jakości map akustycznych.

1.4 KONCEPCJA OPRACOWANIA JAKOŚCIOWEGO MODELU SŁUŻĄCEGO DO OCENY ZAGROŻENIA HAŁASEM

Narażenie mieszkańców na hałas w środowisku zurbanizowanym w wielu przypadkach jest skutkiem (wypadkową) hałasu komunikacyjnego i przemysłowego. Ocena zagrożenia hałasem mieszkańców przeprowadzana jest w sposób ilościowy na podstawie pomiaru/symulacji wielkości oraz wskaźników ilościowych (L_{Aeq} , L_{DWN} , L_N , M). Specyfika narażenia na hałas charakteryzuje się subiektywizmem postrzegania różnych dźwięków. Istotnym problemem badawczym staje się zatem opracowanie jakościowego modelu oceny zagrożenia hałasem mieszkańców.

Podejmowane badania w tym obszarze koncentrują się na przeprowadzeniu oceny zagrożenia hałasem z rozszerzeniem stosowanych ocen ilościowych narażenia na hałas. Przykładowo, w pracy [2] podjęto badania oceny narażenia na hałas w środowisku miejskim z wykorzystaniem skali wskaźnikowej. Uwzględniono uśrednione wartości zagrożenia hałasem na placach zabaw oraz w pobliżu fasad budynków pochodzących ze źródeł hałasu komunikacyjnego, w bezpośredniej bliskości i w dalszych odległościach lokalizacji dróg. Dla każdego typu dróg wyznaczono uśrednione wagi uwzględniające poziomy dźwięku (z krokiem co 5 dB) docierające do placów zabaw oraz fasad budynków wraz z procentowym parametrem długości fasad budynku. Wyznaczono minimalne i maksymalne L_{AeqD} dla zmierzonych wartości poziomów dźwięku pochodzących z dróg, odpowiednio dla przyjętego górnego i dolnego zakresu poziomu dźwięku, w odniesieniu do wyznaczonych wag.

Jako wynik oceny wyznaczono współczynnik odnoszący się do przyjętego zakresu skali poziomów dźwięku w zestawieniu z oceną poziomu hałasu akceptowalnego. Podejmowane próby standaryzacji jakości akustycznej okazały się niezadawalające [1]. Jakość akustyczna rozumiana jest, jako stopień, gdzie suma poszczególnych zdarzeń powodujących uciążliwość słuchową jest na poziomie zadawalającym [2].



Rys. 1.8 Parametry wpływające na jakość akustyczną

Źródło: [1]

W ramach podjętych badań własnych, dla potrzeb identyfikacji jakości akustycznej środowiska zaproponowano wykorzystanie cech diagnostycznych obiektów o charakterze akustycznym i nieakustycznym środowiska (rys. 1.8). Jako próbę w ocenie jakości akustycznej środowiska zaproponowano wykorzystanie zależności i relacji pomiędzy cechami obiektów za pomocą miar. Wyniki prowadzonych badań nad standaryzacją jakości akustycznej środowiska wskazują na silną zależność subiektywnej percepcji cech dźwięku i cechami źródeł dźwięku.

W tym celu założono przeprowadzenie pilotażowych badań audiometrycznych na wybranej populacji mieszkańców, narażonej na hałas komunikacyjny na terenach zurbanizowanych. W ramach tych badań odtwarzane będą zarejestrowane podczas pomiarów sygnały akustyczne źródeł dźwięku (w skali głośności), na które narażeni są mieszkańcy. Zakłada się, że otrzymane wyniki badań audiometrycznych rozszerzone będą terytorialnie na grupy wiekowe mieszkańców oraz na różne funkcje zagospodarowania przestrzennego terenów.

Przyjmuje się w toku dalszych badań przy wykorzystaniu otrzymanych wyników opracowanie zobiektywizowanego modelu zagrożenia hałasem terenów zurbanizowanych. Podobieństwo zagospodarowania terenów (miar) o takich samych funkcjach użytkowych pozwala na opracowanie modelu wzorca akustycznego, dla ustalonych grup terenów w środowisku miejskim.

Zestawienie wyników różnicowania pomiędzy stanem obiektywnego postrzegania zagrożenia hałasem na terenach zurbanizowanych w środowisku i modelem wzorca akustycznego umożliwi skwantyfikowanie jakości akustycznej w środowisku miejskim.

Podjęte badania wpisują się w filozofię smartcity, ze względu na obszar zarządzania środowiskiem miejskim zagrożonym hałasem. Model jakości akustycznej środowiska wykorzystany może być do tworzenia na terenach zurbanizowanych krajobrazów dźwiękowych (ang. soundscape) oraz we wspomaganiu procesów planowania przestrzennego miast. W tym ujęciu, dla zdiagnozowanej i ocenionej jakości akustycznej terenów zagrożonych hałasem możliwe staje się zarządzanie źródłami akustycznymi w celu zapewnienia komfortu akustycznego mieszkańców.

1.5 WYKORZYSTANIE TECHNOLOGII GIS DO WSPOMAGANIA DZIAŁAŃ SŁUŻB RATOWNICZYCH W ZAKŁADACH PRZEMYSŁOWYCH

Procesy produkcyjne realizowane w przedsiębiorstwach są obarczone ryzykiem awarii mającym duży wpływ na otoczenie. Na poziomie organizacyjnym i technicznym przedsiębiorstwo musi zapewnić, że taka awaria ma minimalne prawdopodobieństwo wystąpić, i że przedsiębiorstwo jest gotowe do przeciwdziałania. Biorąc pod uwagę skalę produkcji i skalę przedsiębiorstwa oraz regionu musimy zdawać sobie sprawę z możliwości wystąpienia sytuacji niekontrolowanych prowadzących do kryzysu. Aby przeciwdziałać takim sytuacjom trzeba rozpoznać czynniki krytyczne przedsiębiorstwa i procesy produkcyjne; co już wykracza poza możliwości organizacyjne i techniczne przedsiębiorstwa. Potrzebny jest aparat badawczy i koncepcja badań nieingerencyjnych w przedsiębiorstwo. Badania, które nie ingerują w przedsiębiorstwa wymagają zbudowania

wania modelu, który uchwyci dynamikę procesów jak i czynniki mogące wywołać sytuację kryzysową.

W miarę rozwoju systemów tworzących środowisko dla człowieka, takich jak systemy produkcyjne, energetyczne, transportowe, informacyjne, zwiększa się wpływ zdarzeń kryzysowych na ich funkcjonowanie. Zatem podstawą sprawnego działania służb ratowniczych w przeciwdziałaniu skutkom zdarzeń kryzysowych jest ścisła koordynacja i współpraca. Skuteczne działanie służb ratowniczych wymaga sprawnego podejmowania decyzji na wszystkich szczeblach organizacji akcji ratowniczej. Aktualnie rozwój metod i narzędzi opartych o technologie informatyczną (GIS) pozwala na dostarczanie informacji wspomagającej decyzje w szerokim zakresie działań podejmowanych przez człowieka. Skuteczne wykorzystanie tej technologii wymaga zgromadzenia informacji charakteryzującej środowisko potencjalnych sytuacji kryzysowych jak i dostarczenie tej informacji służbom ratowniczym. W kontekście aktualnej organizacji centralnej dyspozycji (Centrum Ratunkowego) służb ratowniczych poniżej przedstawiono koncepcję wspomagania przepływu informacji. Na tej podstawie można uważać, że narzędzia technologii GIS mogą istotnie przyczynić się do powodzenia w działaniu służb ratowniczych.

W Polsce utworzono Rządowe Centrum Bezpieczeństwa (RCB), które jest znaczącym krokiem w budowaniu efektywnego i kompleksowego systemu zarządzania kryzysowego. Jest to system, dzięki któremu będzie można zapobiegać kryzysom, a także w razie ich wystąpienia, poprzez profesjonalne działania, minimalizować ich skutki. Należy podkreślić, że w polskim systemie administracyjnym jest to rozwiązanie całkowicie nowe, polegające na utworzeniu struktury ponadresortowej, której celem jest zoptymalizowanie i ujednoczenie postrzegania zagrożeń przez poszczególne – wchodzące w skład – resorty. RCB podwyższyć stopień zdolności radzenia sobie z trudnymi sytuacjami przez właściwe służby i organy administracji publicznej. Do podstawowych zadań RCB należy dokonywanie pełnej analizy zagrożeń, w oparciu o dane uzyskiwane ze wszystkich możliwych „ośrodków kryzysowych” funkcjonujących w ramach administracji publicznej oraz w oparciu o dane od partnerów międzynarodowych. Również do zadań RCB należy opracowywanie optymalnych rozwiązań pojawiających się sytuacji kryzysowych, oraz koordynowanie przepływu informacji o zagrożeniach.

Zgodnie z obecnie obowiązującą ustawą z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym art. 3 pkt. 2, przez infrastrukturę krytyczną należy rozumieć systemy oraz wchodzące w ich skład powiązane ze sobą funkcjonalnie obiekty, w tym obiekty budowlane, urządzenia, instalacje, usługi kluczowe dla bezpieczeństwa państwa i jego obywateli oraz służące zapewnieniu sprawnego funkcjonowania organów administracji publicznej, a także instytucji i przedsiębiorców. Infrastruktura krytyczna obejmuje systemy: zaopatrzenia w energię, surowce energetyczne i paliwa, łączności, sieci Teleinformatycznych, finansowe, zaopatrzenia w żywność, zaopatrzenia w wodę, ochrony zdrowia, transportowe, ratownicze, zapewniające ciągłość działania administracji publicznej, produkcji, składowania, przechowywania i stosowania substancji chemicznych, i promieniotwórczych, w tym rurociągi substancji niebezpiecznych. Zatem pod pojęciem

infrastruktury krytycznej należy rozumieć rzeczywiste i cybernetyczne systemy (a w tych systemach obiekty, urządzenia bądź instalacje) niezbędne do minimalnego funkcjonowania gospodarki i państwa. Infrastruktura krytyczna pełni kluczową rolę w funkcjonowaniu państwa i życiu jego obywateli i z tego powodu jest obiektem zainteresowania RCB. W wyniku zdarzeń spowodowanych siłami natury lub będących konsekwencją działań człowieka, infrastruktura krytyczna może być zniszczona, uszkodzona, a jej działanie może ulec zakłóceniu, przez co zagrożone może być życie i mienie obywateli. Przez ochronę infrastruktury krytycznej rozumiane są wszelkie działania zmierzające do zapewnienia funkcjonalności, ciągłości działań i integralności infrastruktury krytycznej w celu zapobiegania zagrożeniom, ryzykom lub słabym punktom oraz ograniczenia i neutralizacji ich skutków oraz szybkiego odtworzenia tej infrastruktury na wypadek awarii, ataków oraz innych zdarzeń zakłócających jej prawidłowe funkcjonowanie. W tym świetle koncepcja wykorzystania technologii GIS we wspomaganie działań służb ratowniczych dużego zakładu przemysłowego jest uzasadniona i może stanowić istotny wkład w narodowy program ochrony infrastruktury krytycznej.

Rządowe Centrum Bezpieczeństwa jest odpowiedzialne za przygotowanie Narodowego Programu Ochrony Infrastruktury Krytycznej. Przy przygotowaniu programu RCB ma współpracować z ministrami i kierownikami urzędów centralnych właściwych w sprawach bezpieczeństwa narodowego, a także odpowiedzialnymi za niżej wymienione systemy. Celem narodowego programu ochrony infrastruktury krytycznej jest stworzenie warunków do poprawy bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej, w szczególności w zakresie (rys.1.9):

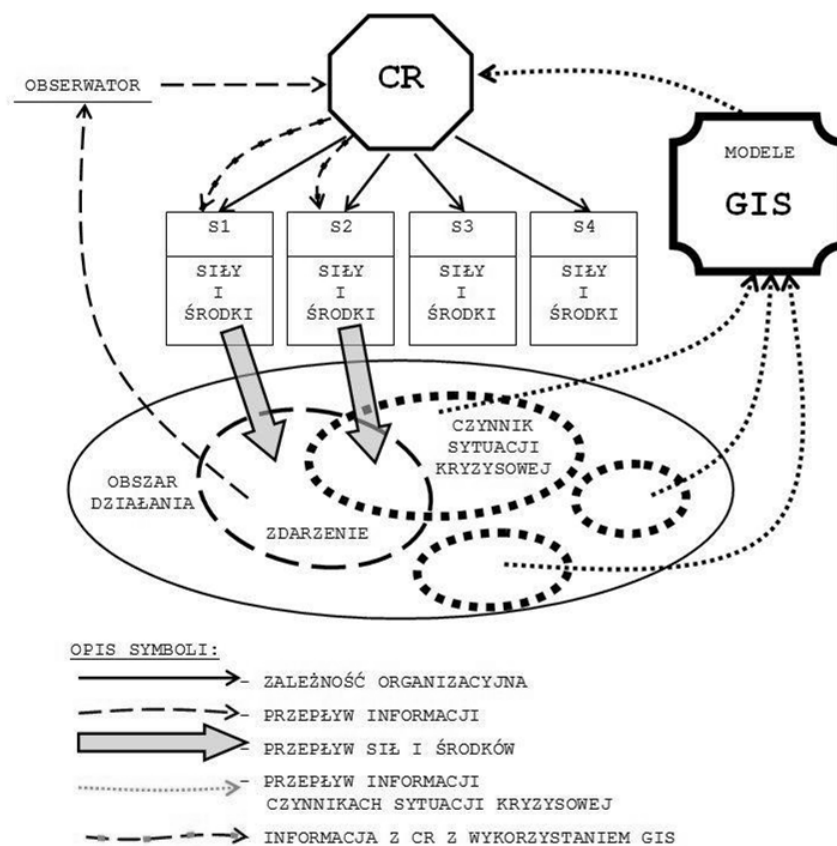
- zapobiegania zakłóceniom funkcjonowania infrastruktury krytycznej,
- przygotowania na sytuacje kryzysowe mogące niekorzystnie wpłynąć na infrastrukturę krytyczną,
- reagowania w sytuacjach zniszczenia lub zakłócenia funkcjonowania infrastruktury krytycznej,
- odtwarzania infrastruktury krytycznej.

W obszarze działania służb ratowniczych dużego zakładu przemysłowego czynniki sytuacji kryzysowych wpływają na organizację i przebieg akcji ratowniczej. Obejmuje to działanie służb, których efektem jest usuwanie i przeciwdziałanie sytuacji kryzysowej. W obszarach miejskich i przemysłowych można wyróżnić szereg czynników zagrożenia zwanych czynnikami sytuacji kryzysowych m.in.: zagęszczenie infrastruktury technicznej, wysoki poziom stosowanych technologii, niewielki margines błędu oraz tak zwany czynnik ludzki, a także zdarzenia losowe w tym kataklizmy spowodowane siłami natury. Zatem skuteczne działanie przeciwko potencjalnym sytuacjom kryzysowym polega na wprowadzeniu do działania wyszkolonych ratowników wyposażonych w odpowiedni sprzęt.

Przebieg informacji przedstawione na rys. 9 pokazują, że decyzje o przeciwdziałaniu są podejmowane przez „dowódców” służb ratowniczych (S1, S2) na miejscu zdarzenia. W zdarzeniach powodujących znaczne zagrożenie, poprawę skuteczności

uzyskuje się poprzez przekazanie odpowiednich informacji. Informacje o czynnikach kryzysowych wykorzystane przez centrum ratunkowe (CR) pozwalają użyć w akcji dostępne specjalistyczne zasoby i ratowników w danym obszarze działania. Zastosowanie GIS w gromadzeniu informacji przestrzennej polega w tym przypadku na wykorzystaniu danych graficznych i tekstowych zależnie od rodzaju informacji. Sposobem gromadzenia i prezentacji danych geograficznych – czyli mapy obszaru – jest zbiór warstw. Warstwy są zbiorami danych odpowiadających tematycznie obiektom przestrzennym.

Podsumowując należy stwierdzić, że zastosowanie technologii GIS do modelowania sytuacji wymagających zastosowania sił i środków służb ratunkowych będzie wspomagać podejmowanie decyzji oraz przepływ informacji. Zaproponowana koncepcja wykorzystania technologii GIS we wspomaganiu działań służb ratowniczych dużego zakładu przemysłowego wymaga weryfikacji w dalszych badaniach analitycznych, koncepcyjnych i symulacyjnych oraz wdrożenia w kontekście aplikacji praktycznych. Prace takie są obecnie prowadzone w ramach badań statutowych oraz prac własnych.



Rys. 1.9 Wspomaganie Centrum Ratunkowego z wykorzystaniem modeli GIS

Źródło: Opracowanie własne

PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono podstawowe kierunki oraz przykłady prac prowadzonych w ramach badań statutowych przez Zespół kształtowania układów redukcji zagrożeń przemysłowych funkcjonujący w Instytucie Inżynierii Produkcji Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej. Prowadzone prace związane są głównie z identyfikacją, przeciwdziałaniem oraz ograniczaniem zagrożeń przemysłowych, jak

również z poprawą warunków pracy i życia człowieka. Obecnie zespół skupia się na zagrożeniach związanych z ponadnormatywnym oddziaływaniem hałasu w środowisku zewnętrznym oraz środowisku pracy, identyfikacją oraz ograniczaniem uciążliwości hałasowej maszyn i urządzeń, jak również na ocenie i kształtowaniu środowiska akustycznego otaczającego człowieka.

LITERATURA

- 1 A. Boczkowski. „Designing of noise protection systems in industrial environment”. *Systems Supporting Production Engineering*. W. Biały, J. Kaźmierczak (red.), Gliwice: P.A. Nova S.A., 2012.
- 2 A. Boczkowski. „Komputerowe wspomaganie w procesie realizacji ocen oddziaływania akustycznego zakładów przemysłowych na środowisko”. *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, t.2. R. Knosala (red.). Opole: Oficyna Wydaw. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2015, s. 372-383.
- 3 A. Boczkowski. „Racjonalne projektowanie i wdrażanie zabezpieczeń przeciwhałasowych w przemyśle”. Materiały XXXIX Zimowej Szkoły Zwalczenia Zagrożeń Wibroakustycznych, Gliwice-Szczyrk, 28.02-4.03.2011. Gliwice: Polskie Towarzystwo Akustyczne. Oddział Górnośląski, 2011, s. 117-126.
- 4 A. Boczkowski, A. Kuboszek. „Techniczne i pozatechniczne aspekty wdrażania innowacyjnych metod projektowania zabezpieczeń przeciwhałasowych w przemyśle. Etap I. Ekspertyza akustyczna”. *Zarządzanie innowacjami w produkcji i usługach*. J. Kaźmierczak, J. Bartnicka (red.). Opole: Oficyna Wydaw. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2014, s. 15-34.
- 5 Ł. Dziemba. „Koncepcja wykorzystania technologii GIS we wspomaganii działań służb ratowniczych dużego zakładu przemysłowego”. *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, t.2. R. Knosala (red.). Opole: Oficyna Wydaw. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2015.
- 6 Ł. Dziemba. „Modelowanie działań służb ratowniczo-porządkowych”. III Międzynarodowa Konferencja Systemy Wspomagania w Zarządzaniu Środowiskiem. [CD-ROM]. *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstw*, r. 57, nr 7, 2006.
- 7 Ł. Dziemba. „Zastosowanie technologii GIS w modelowaniu działania służb ratowniczo-porządkowych w kryzysowych sytuacjach ekologicznych”. IV Międzynarodowa Konferencja Systemy Wspomagania w Zarządzaniu Środowiskiem. [CD-ROM]. *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstw*, r. 58, nr 6, 2007.
- 8 K. Genuit. *Sound quality aspects for environmental noise*. Internoise 2002.
- 9 K. Genuit. *Standardization of sound quality measurement*. Noise-Con'96.
- 10 J. Kaźmierczak. (red.) *Wspomaganie konstruowania układów redukcji drgań i hałasu maszyn*. Warszawa: WNT, 2001.
- 11 A. Kuboszek. „Badania symulacyjne wpływu źródeł dźwięku na klimat akustyczny w środowisku przemysłowym”. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie*, z. 22, 2004, s. 111-130.

- 12 A. Kuboszek. „Wspomaganie procesu projektowania zabezpieczeń akustycznych na stanowiskach pracy”. *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, t.2. R. Knosala (red.) Opole: Oficyna Wydaw. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2015, s. 427-438.
- 13 B. Rudno-Rudzińska. „Analysis of acoustic environment on premises of nursery schools in Wrocław”. *Archives of acoustics*, no. 2 (35), 2010, s. 245-242.

WYKORZYSTANIE NOWOCZESNYCH TECHNOLOGII DO IDENTYFIKACJI, OGRANICZANIA ORAZ PRZECIWDZIAŁANIA ZAGROŻENIOM PRZEMYSŁOWYM

Streszczenie: W artykule przedstawiono przykłady wykorzystania nowoczesnych technologii w procesie identyfikacji, przeciwdziałania oraz ograniczania zagrożeń przemysłowych. W szczególności omówiono możliwość zastosowania metod obliczeniowych do kształtowania środowiska pracy człowieka oraz projektowania skutecznych środków redukcji hałasu. Omówiono problem oceny przydatności map akustycznych zakładów przemysłowych dla potrzeb analizy narażenia człowieka na ponadnormatywny hałas oraz koncepcję nowego wskaźnika służącego do oceny zagrożenia hałasem w środowisku. W artykule zaprezentowano podstawowe kierunki przykłady prac prowadzonych w ramach badań statutowych przez Zespół kształtowania układów redukcji zagrożeń przemysłowych funkcjonujący w Instytucie Inżynierii Produkcji Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej.

Słowa kluczowe: zagrożenia przemysłowe, hałas, metody symulacyjne, narażenie na hałas

THE USE OF MODERN TECHNOLOGIES IN IDENTIFICATION, LIMITING AND COUNTERACTING INDUSTRIAL HAZARDS

Abstract: This article presents examples of the use of modern technologies in order to identify, counteract and limit industrial hazards. The article focuses on the possibility of using computational methods to shape the work environment and to design effective means of noise reduction. The issue of whether acoustical maps of industrial establishments are useful for the purposes of analyzing men's exposure to noise in excess of norm-defined standards, as well as the idea of creating a new indicator to assess noise hazard in the environment, have both been elaborated. The article covers basic examples of research being conducted by Creation of Systems for Reduction of Industrial Hazards Team working for the Institute of Production Engineering of Faculty of Organization and Management of Silesian University of Technology.

Keywords: industrial hazards, noise, simulation methods, exposure to noise

Dr inż. Arkadiusz BOCZKOWSKI

Dr inż. Łukasz DZIEMBA

Dr inż. Marek KOMONIEWSKI

Dr inż. Artur KUBOSZEK

Dr inż. Waldemar PASZKOWSKI

Politechnika Śląska

Wydział Organizacji i Zarządzania

Instytut Inżynierii Produkcji

ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze

e-mail: Arkadiusz.Boczkowski@polsl.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 03.04.2015

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 02.06.2015