



**WYKORZYSTANIE PROGRAMU KOMPUTEROWEGO CADNA A  
DO OPTYMALIZACJI KONTYNGENTÓW HAŁASU DLA TERENÓW  
PRZEZNACZONYCH NA DZIAŁALNOŚĆ  
PRZEMYSŁOWO-RZEMIEŚLNICZĄ**

**Use of the computer software Cadna A for optimisation of the noise contingents  
for industrial areas in the land-use plans**

**Dr Jan Czuchaj**

ACESOFT sp. z o. o. E-mail: [czumo@aol.com](mailto:czumo@aol.com)

**STRESZCZENIE**

Przedmiotem referatu jest pokazanie sposobu wykorzystania oprogramowania komputerowego Cadna A do optymalizacji kontyngentów hałasu dla terenów przeznaczonych na działalność przemysłowo-rzemieślniczą. Koncepcja optymalizacji opiera się na przyporządkowaniu każdemu m<sup>2</sup> powierzchni terenów przemysłowo-rzemieślniczych dopuszczalnych poziomów mocy akustycznej (PMA/m<sup>2</sup>) oraz użycie tzw. „funkcji wykorzystania terenu” (Nutzwertfunktion). Funkcja ta przedstawia zależność pomiędzy dopuszczalnym PMA/m<sup>2</sup> a możliwością wykorzystania (w %) terenu pod inwestycje. Celem optymalizacji jest znalezienie takiego rozkładu dopuszczalnych PMA/m<sup>2</sup>, który zapewniłby utrzymanie emisji hałasu na terenach chronionych równej lub poniżej poziomów dopuszczalnych dla jak największej wartości funkcji wykorzystania terenu tzn. przy jak najmniejszych ograniczeniach dotyczących emisji hałasu na planowanych terenach przemysłowo-rzemieślniczych.

**1. WPROWADZENIE**

W miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego (MPZP), zgodnie z art. 113 Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. „Prawo ochrony środowiska” wskazywane są tereny, dla których obowiązują dopuszczalne poziomy hałasu określone odpowiednim rozporządzeniem Ministra właściwego do spraw środowiska. W MPZP wskazywane są również tereny przeznaczone na działalność przemysłową i rzemieślniczą, dla których nie istnieje obowiązek wyznaczania dopuszczalnych poziomów hałasu. W ramach postępowania administracyjnego do wydania decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu wzgl. pozwolenia na budowę wymagane jest przeprowadzenie odpowiednich ekspertyz oceny oddziaływania na środowisko, w tym ekspertyzy oddziaływania akustycznego. Ekspertyza akustyczna obejmuje z reguły prognozę i ocenę wielkości poziomu emisji powodowanej na obszarze chronionym przez źródła hałasu planowanej inwestycji z uwzględnieniem emisji istniejącej, pochodzącej na ogół od zakładów przemysłowych, które osiedliły się wcześniej na parcelach sąsiednich. Dopuszczalny poziom emisji

powodowany przez źródła hałasu inwestycji planowanej zależy w takim wypadku od sytuacji zastanej, a w szczególności od wielkości poziomu tła powodowanego przez źródła hałasu zakładów sąsiednich. W skrajnym przypadku poziom emisji powodowany tylko przez zakład, który na danym terenie przemysłowym osiedlił się jako pierwszy, może osiągać wartości dopuszczalne nie pozostawiając żadnych rezerw ewentualnym, późniejszym inwestorom na parcelach sąsiednich. Dla uniknięcia takiej sytuacji podstawowe problemy związane z emisją hałasu z terenów przemysłowych powinny być rozstrzygnięte na etapie sporządzania MPZP.

## 2. OCHRONA PRZED HAŁASEM W MPZP

W praktyce dla uniknięcia opisanego wyżej konfliktu stosuje się (np. w Niemczech) następujące rozwiązania:

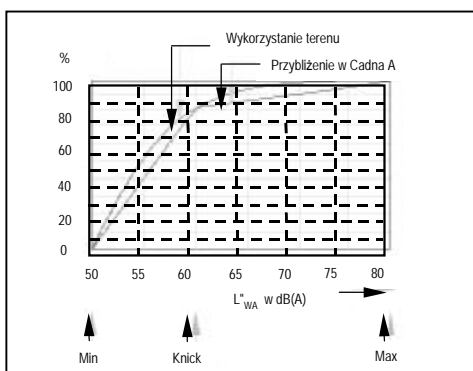
1. W MPZP wyznaczona jest część terenów przemysłowych położonych najbliżej obszarów chronionych jako obszary ograniczonego użytkowania. Na tych obszarach osiedlać się mogą tylko zakłady powodujące stosunkowo niewielką emisję hałasu. Do MPZP załączona jest z reguły lista zakładów, których osiedlenie jest dopuszczalne. Jest oczywiste, że taka regulacja nie zawsze gwarantuje wystarczającą ochronę przed hałasem: Duża ilość mało uciążliwych zakładów może powodować również istotne przekroczenia poziomów dopuszczalnych.

3. Inny sposób polega na oszacowaniu maksymalnej oczekiwanej emisji z terenów przemysłowych i wyznaczenie odległości minimalnych pomiędzy terenem przemysłowym a terenem zabudowy mieszkaniowej. W niektórych krajach związkowych Niemiec jest to formalizowane w postaci tzw. „listy odległości”. Zachowanie podanych w niej odległości pozwala na uniknięcie konfliktów związanych z emisją hałasu. Nie trudno zauważyć, że takie podejście wymaga stosunkowo dużych (często nierealistycznych) odległości pomiędzy terenami o różnym przeznaczeniu. Można w ten sposób uniknąć konfliktów związanych z emisją hałasu, wywołując jednak nowe, związane z ograniczoną powierzchnią przeznaczoną na tereny przemysłowe.

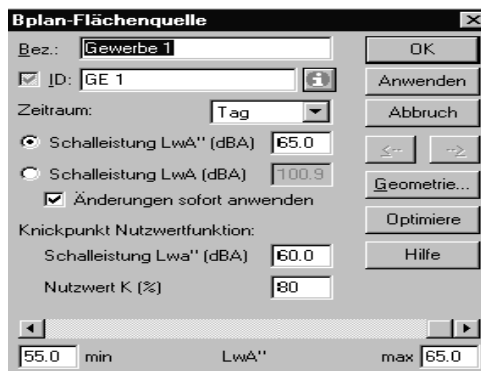
3. Rozwiązaniem najczęściej stosowanym jest przyporządkowanie każdemu  $m^2$  powierzchni terenów przemysłowo-rzemieślniczych dopuszczalnego poziomu mocy akustycznej ( $PMA/m^2$ ) o takiej wartości, aby poziom emisji na sąsiadujących obszarach chronionych pochodzący od całego obszaru przemysłowo-rzemieślniczych nie przekraczał wartości dopuszczalnych. Moc akustyczna na  $1m^2$  powierzchni służy następnie do wyznaczenia wartości dopuszczalnych poziomów częściowych (kontyngentów hałasu) dla poszczególnych inwestycji w zależności od wielkości zajmowanej parceli. Każda parcela położona na planowanym terenie przemysłowym obłożona zostaje w ten sposób rodzajem hipoteki. Im niższy dopuszczalny  $PMA/m^2$ , tym większe ograniczenia związane z wykorzystaniem terenu pod inwestycje przemysłowe. Jeśli przyporządkowany  $PMA/m^2$  ma wartość stałą dla całego wyznaczonego terenu przemysłowego, to parcele położone przy granicy z terenami chronionymi w znacznie większym stopniu w porównaniu z parcelami położonymi w dalszej odległości decydują o całkowitym poziomie emisji. Możliwe jest zróżnicowanie dopuszczalnych  $PMA/m^2$  w taki sposób, aby dla parceli położonych w dalszej odległości od terenów chronionych ich wartości były wyższe i niższe przy granicy. Rozwiązaniem optymalnym jest znalezienie takiego rozkładu dopuszczalnych  $PMA/m^2$  na planowanym terenie przemysłowym, który zapewniłby właściwą ochronę przed hałasem przy jak najmniejszych ograniczeniach dotyczących emisji hałasu dla poszczególnych parceli.

### 3. OPTIMALIZACJA KONTYMENTÓW HAŁASU ZA POMOCĄ PROGRAMU KOMPUTEROWEGO CADNA A

Znalezienie optymalnego rozwiązania jest często zajęciem czasochłonnym, szczególnie gdy mamy do czynienia z dużym obszarem i dużym zróżnicowaniem parceli pod względem użytkowania. Proces ten można znacznie przyspieszyć korzystając z modułu obliczeniowego (tzw. modułu BPL) opracowanego przez firmę DataKustik GmbH, wchodzącego w skład oprogramowania komputerowego Cadna A. Metoda optymalizacji w module BPL korzysta z tzw. „funkcji wykorzystania terenu” (Nutzwertfunktion). Dla danej parceli funkcja ta (patrz rys 1) przedstawia zależność pomiędzy przyporządkowanym PMA/m<sup>2</sup> a możliwością wykorzystania (w %) pod inwestycje przemysłowo-rzemieślnicze.



Rys 1: Funkcja wykorzystania terenu



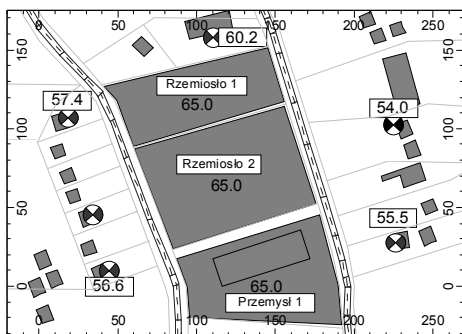
Rys 2: Okno funkcji „Źródło optymalizowane”

Dla dużych wartości PMA/m<sup>2</sup> (> 70 dB(A)/m<sup>2</sup>) funkcja wykorzystania terenu ma przebieg spłaszczony i dąży asymptotycznie do wartości 100 %. Oznacza to, że zwiększanie PMA/m<sup>2</sup> powyżej 70 dB(A)/m<sup>2</sup> nie powoduje proporcjonalnego wzrostu możliwości wykorzystania terenu. Odwrotnie jest dla wartości poniżej 60 dB(A)/m<sup>2</sup>. Stosunkowo niewielkie ograniczenia PMA/m<sup>2</sup> w bardzo dużym stopniu wpływają na możliwości wykorzystania terenu. Np. zwiększenie PMA/m<sup>2</sup> z 70 dB(A)/m<sup>2</sup> na 75 dB(A)/m<sup>2</sup> powoduje wzrost funkcji wykorzystania terenu ok. 2%, natomiast zmniejszenie z 60 dB(A)/m<sup>2</sup> na 55 dB(A)/m<sup>2</sup> powoduje zmniejszenie o ok. 30 %. Program komputerowy wykorzystuje przybliżoną, za pomocą dwóch pokazanych na rys 1 prostych, postać funkcji wykorzystania terenu. Punktami charakterystycznymi funkcji są: wartość minimalna i maksymalna oraz punkt charakterystyczny tzw. „knick”. Typowe wartości funkcji wykorzystania terenu dla terenów rzemieślniczych wynoszą: wartość minimalna: 57 dB(A), wartość maksymalna: 65 dB(A) oraz punkt charakterystyczny (knick): 60 dB(A). Dla podanej wartości punktu charakterystycznego (knick) wartość funkcji wykorzystania terenu wynosi K = 80%. Funkcja wykorzystania całego objętego planowaniem terenu przemysłowo-rzemieślniczego  $w$  ma postać:

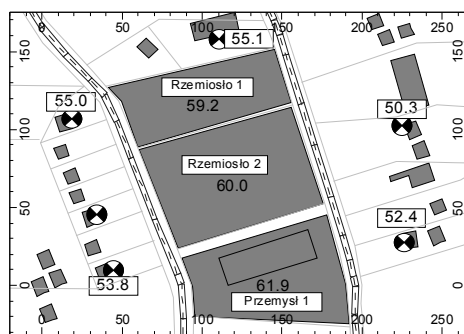
$$w = \frac{\sum w_i \cdot S_i}{\sum S_i}$$

gdzie  $w$  oznacza funkcję wykorzystania całego terenu,  $w_i$  funkcję wykorzystania i-tej parceli oraz  $S_i$  powierzchnię i-tej parceli. Poprzez wprowadzenie do programu obliczeniowego za pomocą okna dialogowego „Źródło optymalizowane” (Bplan-Flächenquelle - patrz rys. 2)

wartości charakterystycznych funkcji wykorzystania dla poszczególnych parceli (wartość minimalna, maksymalna i „knick”) ustalana jest „strategia” optymalizacji. W wymienionym oknie dialogowym widoczny jest suwak, a przy jego obu końcach miejsca na wprowadzenie wartości minimalnej i maksymalnej oraz nieco wyżej na wpisanie wartości punktu charakterystycznego (knick). Za pomocą suwaka można zmieniać PMA/m<sup>2</sup> dla poszczególnych parceli pomiędzy wartością minimalną a maksymalną. Poszczególne parcele są modelowane do obliczeń jako źródła powierzchniowe. Obliczenia wartości poziomu hałasu przeprowadzane są w charakterystycznych punktach immisji tylko z uwzględnieniem odległości, bez uwzględnienia kierunkowości źródeł i ewentualnego ekranowania zabudową czy ukształtowaniem terenu. Poszczególne kroki optymalizacji ilustruje przykład na rys. 3 i 4. W przytoczonym przykładzie dopuszczalny poziom hałasu we wszystkich uwzględnionych punktach obliczeniowych na obszarach chronionych wynosi 55 dB(A). Pierwsze obliczenia przeprowadzone są dla maksymalnych wartości PMA/m<sup>2</sup> (suwak w skrajnej pozycji na prawo). Jeśli stwierdzone zostaną przekroczenia (tak jak w przykładzie na rys 3), obliczenia powtarzamy, korzystając tym razem z funkcji programu „Obliczenia” > ”Optymalizacja Planu Zab.”. W wyniku tej operacji program redukuje krok po kroku dopuszczalne PMA/m<sup>2</sup> dla poszczególnych parceli w taki sposób, aby zmniejszenie wartości funkcji wykorzystania całego terenu było jak najmniejsze. Wartość tej funkcji wyświetlana jest na ekranie po każdorazowym przeprowadzeniu obliczeń.



Rys 3: Wynik obliczeń dla max PMA/m<sup>2</sup>



Rys 4: Wynik optymalizacji automatycznej

Rezultat automatycznej optymalizacji (patrz rys 4) nie zawsze jest rozwiązaniem najbardziej pożądanym, ponieważ o przyjęciu w MPZP określonych dopuszczalnych PMA/m<sup>2</sup> dla terenów rzemieślniczo-przemysłowych mogą decydować również istotne aspekty poza akustyczne. Wykorzystując następnie możliwość manualnej korekty rezultat automatycznej optymalizacji można dodatkowo odpowiednio modyfikować nadając mu w MPZP pożądaną kształt. Konsekwentne wyegzekwowanie kontyngentów hałasu wynikających z ustaleń w MPZP przypadających na poszczególne parcele rzemieślniczo-przemysłowe może stanowić skuteczną formę ochrony przed hałasem przemysłowym.

## LITERATURA

1. Software zur Lärmbekämpfung Cadna A, Version 3.3, DataKustik GmbH, München