



Centrum GIS  
Wydział Oceanografii i Geografii  
Uniwersytet Gdański

# Model propagacji hałasu w środowisku

Implementacja normy PN-EN ISO 9613-2  
"Akustyka. Tłumienie dźwięku w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczania."

Michał Kowalczuk  
michkowalczuk@gmail.com

## CEL PRACY

Celem pracy było stworzenie narzędzia do prognozowania hałasu w środowisku, uruchamianego w programie ArcGIS. Zgodnie z Dyrektywą 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r. odnoszącą się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku, metodyką zalecaną do stosowania w krajach członkowskich jest metoda obliczeniowa opisana w normie PN-EN ISO 9613-2 "Akustyka. Tłumienie dźwięku w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczania".

## OPIS NORMY PN-EN ISO 9613-2

Metoda opisana w normie służy prognozowaniu równoważnego poziomu dźwięku A od źródeł o znanej emisji dźwięku w korzystnych dla propagacji warunkach meteorologicznych. Pozwala ona również prognozować długotrwały średni poziom dźwięku A obejmujący wiele różnych warunków meteo. Norma uwzględnia następujące zjawiska fizyczne: rozbieżność geometryczna, pochłanianie przez atmosferę, wpływ gruntu, ekranowanie przez przeszkody oraz odbicie od powierzchni. Obliczenia tłumienia dźwięku mogą być wykonywane w pasmach oktaowych (od 63 Hz do 8 kHz) dla źródeł punktowych ruchomych lub stacjonarnych. Źródła liniowe i powierzchniowe modeluje się zastępczymi źródłami punktowymi. Dzięki temu norma ta ma szerokie zastosowanie (hałas od ruchu drogowego i szynowego, hałas przemysłowy).

## METODYKA PRACY

Ze względu na złożoność modelu obliczeniowego, w celu zrealizowania projektu, zdecydowano się na stworzenie narzędzia typu „Python Toolbox”, czyli skrzynki narzędziowej napisanej całkowicie w języku programowania Python.

W skład projektu Pythona wchodzi następujące pliki:

- *IsoNoise.pyt* – definiuje skrzynkę narzędziową;
- *src\tools.py* – definiuje poszczególne narzędzia (ich parametry oraz procesy, które wykonują);
- *src\calc.py* – moduł obliczeniowy, implementujący zjawiska zachodzące podczas propagacji fali akustycznej w środowisku;
- *src\model.py* – definiuje wszystkie elementy modelu i ich własności przy użyciu klas (programowanie obiektowe), np. źródło punktowe, budynek, rodzaj gruntu, obszar obliczeń, itd.

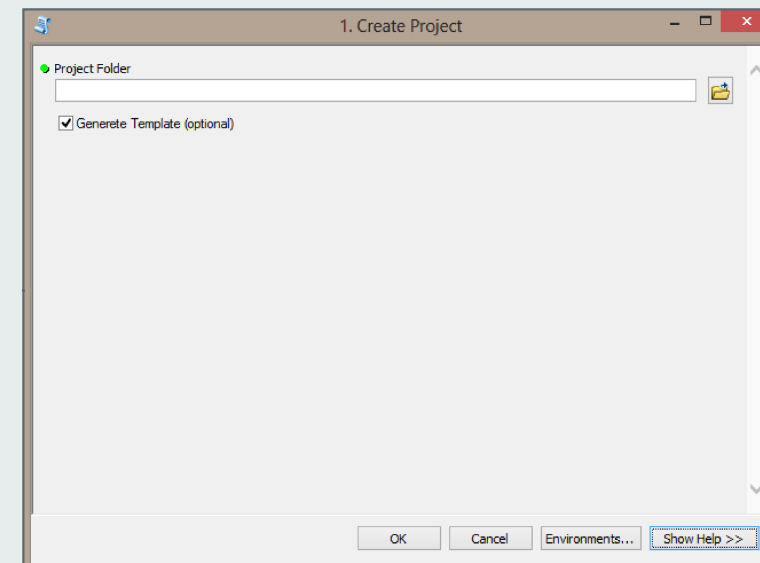
W skład skrzynki narzędziowej „IsoNoise” wchodzi trzy narzędzia:

- 1. Create Project** – Tworzy katalogi w lokalizacji wskazanej w narzędziu. Dodatkowo generuje szablony plików dla elementów modelu z wymaganymi przez program atrybutami (Rys. 1).
- 2. Import Data** – Importuje elementy modelu do bazy danych z zadaną dokładnością. Pozwala również aktualizować tylko wybrane elementy (Rys. 2).
- 3. Run Project** – Po ustaleniu szeregu parametrów modelu obliczeniowego uruchamia silnik obliczeniowy i generuje wyniki w postaci pliku tekstowego i wektorowego - shapefile (Rys. 3 - 6). Tworząc narzędzie starano się wykorzystywać głównie funkcje dostępne w najniższej wersji (ArcGIS for Desktop Basic). Ponadto w celu optymalizacji modułu obliczeniowego znacząca większość operacji geoprzetwarzania wykonywana jest w pamięci komputera na obiektach geometrycznych „arcpy.Geometry” lub w tzw. przestrzeni „in-memory”. Operacje takie wykonywane są nieporównywalnie szybciej niż na danych zapisanych na dysku.

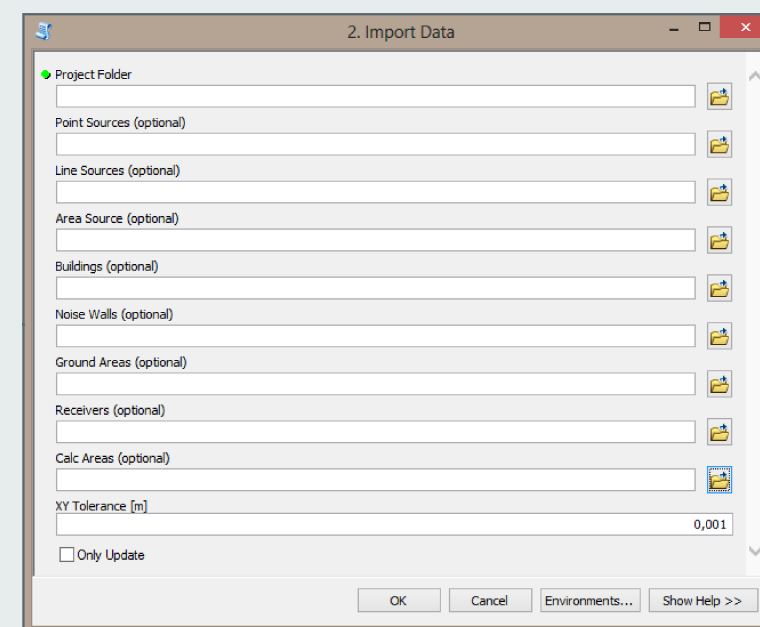
## PODSUMOWANIE

Przygotowany zestaw narzędzi pozwala wykonać pełną analizę akustyczną rozprzestrzeniania się hałasu w środowisku. Na Rys. 7 przedstawiono przykład wyników obliczeń propagacji hałasu od ulicy Grunwaldzkiej na obszarze kampusu UG. Skrzynka *IsoNoise* pozwala stworzyć model akustyczny składający się ze źródeł hałasu (źródła punktowe, liniowe, powierzchniowe), elementów środowiska (budynki, ekrany akustyczne, powierzchnia terenu) oraz odbiorców w postaci punktów emisji hałasu lub obszaru obliczeń. Wewnątrz obszaru obliczeń generowana jest siatka punktów, dzięki której, po wykonaniu obliczeń, można tworzyć mapy hałasu używając narzędzi do interpolacji.

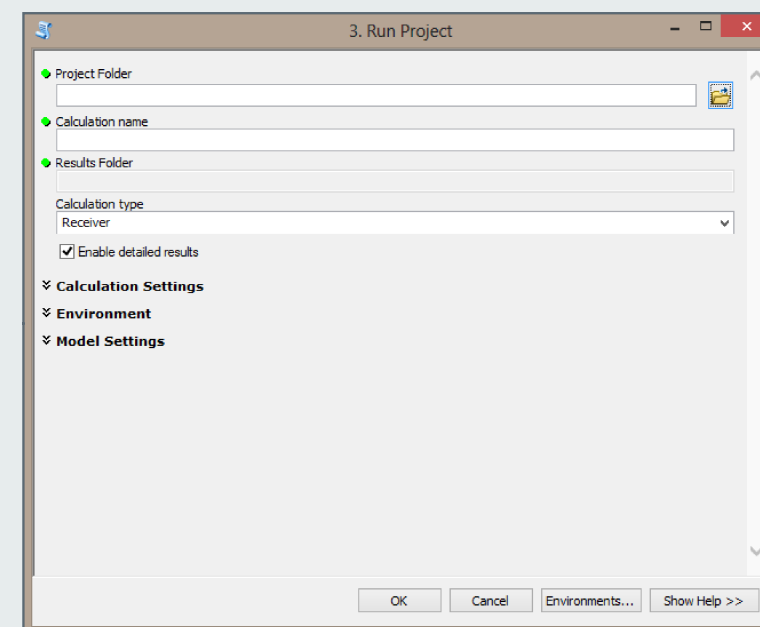
W przyszłości planuje się uzupełnić aplikację o możliwość wykonywania obliczeń równoległych, uwzględnić w obliczeniach numeryczny model terenu (NMT) oraz dodać nowe elementy modelu akustycznego.



Rys. 1. Okno narzędzia **Create Project**



Rys. 2. Okno narzędzia **Import Data**



Rys. 3. Okno narzędzia **Run Project**



Rys. 7. Mapa imisyjna hałasu drogowego - wskaźnik  $L_{Aeq,D}$  (równoważny poziom dźwięku dla pory dnia, od 6:00 do 22:00)  
dane: © autorzy OpenStreetMap, SIP Miasta Gdańska

<b>Environment</b>	
Temperature [°C]	10
Humidity [%]	70
Atmospheric Pressure [hPa]	1013,25
<b>Rys. 5. Ustawienia warunków meteo</b>	
<b>Model Settings</b>	
Minimal step for dividing line sources [m]	1
Distance to largest dimension of source ratio (d>2rmax) [m]	8
Step for dividing area source [m]	10
Default ground area (0 - hard, 1 - soft)	1

<b>Calculation Settings</b>	
Time period [h]	1
Grid space [m]	10
Max search radius [m]	1000
Limitation of single diffraction [dB]	20
Limitation of multiple diffraction [dB]	25
<input checked="" type="checkbox"/> Enable side diffraction	
<input type="checkbox"/> Enable alternative method of ground attenuation calculation (A <sub>gr</sub> )	
<input checked="" type="checkbox"/> Use only positive values of ground attenuation (A <sub>gr</sub> ) in screening calculation (A <sub>bar</sub> )	

<b>Environment</b>	
Temperature [°C]	10
Humidity [%]	70
Atmospheric Pressure [hPa]	1013,25

Rys. 4. Ustawienia obliczeń

Rys. 6. Ustawienia modelu