

Akustyka: Usługa SŁUCH

Krótki opis usługi

Usługa SŁUCH umożliwia oszacowanie skutków słuchowych wywołanych na skutek zadanych warunków ekspozycji. Umożliwia przybliżenie aspektów zdrowotnych związanych z oddziaływaniem hałasu na słuch. Jest to szczególnie aktualne zagadnienie ze względu na dynamiczny wzrost „konsumpcji” rozrywki, w szczególności z użyciem dostępnych powszechnie przenośnych odtwarzaczy dźwięku. Do realizacji tego celu wykorzystano nowatorskie metody obliczeniowe (tzw. dozymetrię psychoakustyczną). Podstawową funkcją z tym związaną jest szacowanie skutków słuchowych, jakie wywołuje ekspozycja na hałas. Dzięki temu możliwe jest określanie charakteru czasowego przesunięcia progu słyszenia (ang. *Temporary Threshold Shift*, TTS) dla danego rodzaju hałasu i w konsekwencji - dokładne określanie stopnia zagrożeń słuchowych dla zadanych warunków akustycznych.

Usługa została udostępniona w ramach gridu dziedzinowego Akustyka.

Aktywowanie usługi

Aby skorzystać z usługi należy mieć konto w projekcie PL-Grid ([Zakładanie konta w portalu PL-Grid](#)).

Po założeniu konta w portalu PL-Grid konieczna jest aktywacja usługi **SŁUCH** w portalu. W tym celu należy:

1. zalogować się do portalu PL-Grid (<https://portal.plgrid.pl>),
2. wybrać zakładkę "KATALOG APLIKACJI I USŁUG",
3. upewnić się, że jesteś zalogowany (status widoczny w prawym górnym rogu strony),
4. jeśli na stronie "Katalog Aplikacji i Usług" w prawym górnym rogu jest widoczny status "Zaloguj" to należy w niego kliknąć,
5. wyszukać usługę "Słuch", następnie kliknąć w link "Aplikuj"

Do poprawnego działania usługi **Słuch** konieczna jest aktywacja następujących usług:

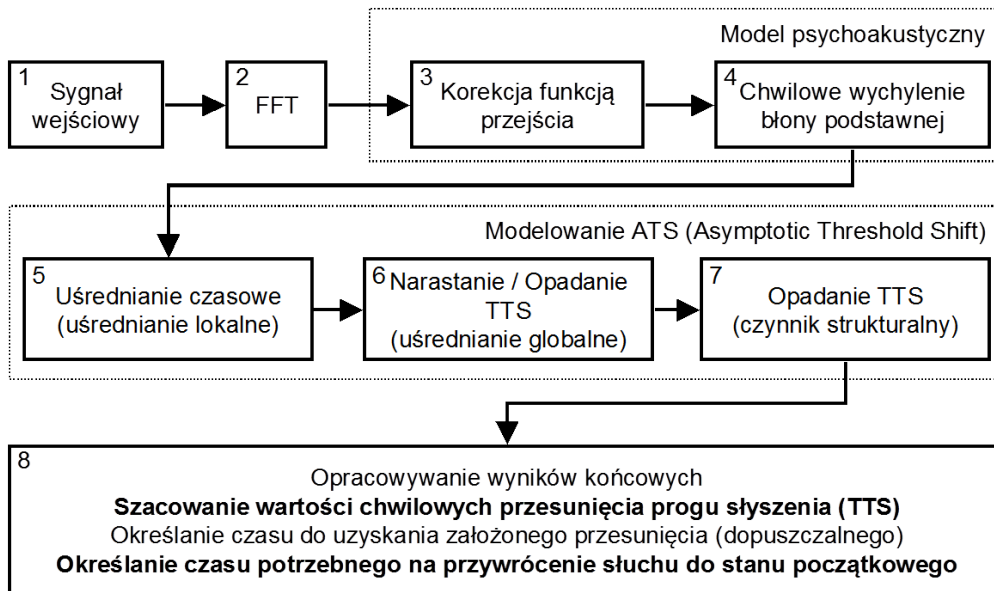
- "Lokalny dostęp do klastrów TASK",

- "Globalny dostęp QosCosGrid"

- upewnić się, że na liście grantów użytkownika (zakładka Granty w portalu PL-Grid) istnieje chociaż jeden grant o statusie "aktywny" dla centrum obliczeniowego TASK w Gdańsku.

Zasada działania usługi SŁUCH

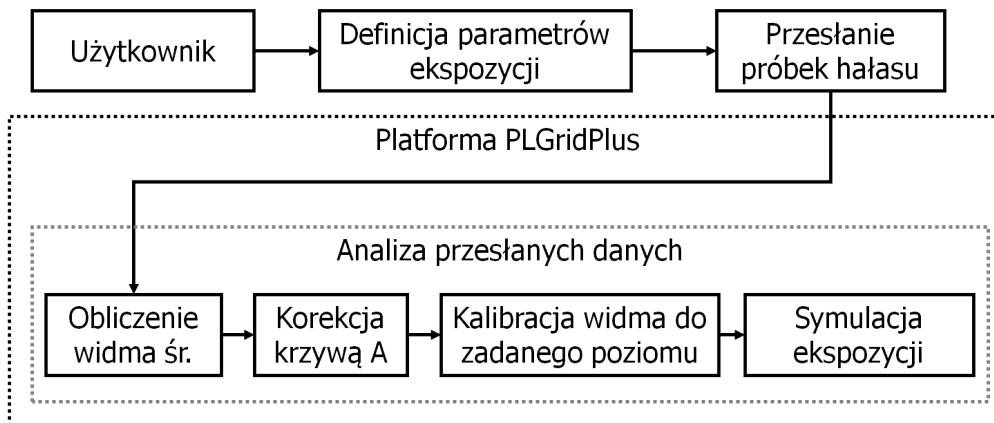
Konstrukcja dozymetru jest oparta na wykorzystaniu zmodyfikowanego modelu psychoakustycznego słuchu oraz na wynikach badań nad wpływem hałasu na słuch, przeprowadzonych z udziałem grupy ochotników. Na rys. 1 przedstawiono ogólny schemat psychoakustycznego dozymetru hałasowego. Jego działanie opiera się na prowadzeniu analizy odpowiedzi błony podstawnej na hałas w pasmach krytycznych słuchu. W pierwszym kroku wyznaczane jest widmo mocy sygnału za pomocą szybkiej transformaty Fouriera (blok 2). Następnie w bloku 3 jest ono korygowane funkcją przejścia z ucha zewnętrznego do wewnętrznego. W kroku 4 poszczególne współczynniki widmowe są grupowane w pasma krytyczne, w oparciu o skalę barkową. Następnie wyznaczany jest poziom sygnału w poszczególnych pasmach krytycznych. Wynik ten stanowi pobudzenie błony podstawnej. Jej odpowiedź jest wyznaczana przez przemnożenie poziomów chwilowej wartości pobudzenia z charakterystykami filtrów słuchowych dla poszczególnych pasm krytycznych. Uzyskana wartość wychylenia błony podstawnej jest następnie uśredniana wykładniczo. Działanie to odzwierciedla bezwładność procesów zachodzących w uchu wewnętrznym. Uśrednione wartości są następnie wykorzystywane do wyznaczenia asymptotycznego przesunięcia progu słyszenia (ang. *Asymptotic Threshold Shift*, ATS). Blok ATS składa się z trzech części (blok 5, 6, 7). W kolejnym kroku chwilowe wartości ATS są podawane na blok 5, odzwierciedlający mechanizm refleksu akustycznego. Zastosowana implementacja polega na lokalnym uśrednianiu poziomu ATS zgodnie z czasem trwania efektu refleksu akustycznego. W praktyce oznacza to chwilowe podtrzymanie poziomu ATS (uśrednianie lokalne), szczególnie w przypadku gwałtownej zmiany poziomu ATS. Sytuacja taka ma miejsce w przypadku pojawienia się w sygnale nagłych zmian poziomu dźwięku (pojawienie się impulsu). W ten sposób przetworzone wartości ATS podlegają ostatecznie uśrednieniu eksponencjalnemu (blok 6), które odzwierciedla proces czasowego przesunięcia progu słyszenia (uśrednianie globalne). Blok 7 jest aktywowany w momencie zakończenia ekspozycji, gdy poziom hałasu nie wywołuje już efektu TTS. Blok ten odzwierciedla zmiany zanikania procesu TTS na skutek mechanicznego nadwyrężenia delikatnych struktur ślimaka. Blok ten jest aktywowany poziomem TTS istniejącym w momencie zakończenia ekspozycji.



Rys. 1. Schemat blokowy Psychoakustycznego Dozymetru Hałasowego

W bloku 8 opracowywane są wyniki końcowe, gotowe do prezentacji i zapisu do pliku. Model umożliwia zatem wyznaczenie: wartości TTS w pasmach krytycznych, czasu pozostałego do uzyskania zadanego przesunięcia progu słyszenia, czasu niezbędnego do przywrócenia progu słyszenia do wartości początkowej. Bardzo ważną cechą proponowanego dozymetru jest fakt, że umożliwia określenie przesunięcia progu słyszenia dla danego hałasu już w czasie trwania ekspozycji. Szczegółowy opis opracowanej metody jest dostępny w następujących pozycjach.

Dla celów zastosowania opracowanej metody w warunkach obliczeniowych oferowanych przez środowisko grodowe opracowano zmodyfikowaną wersję algorytmu, który umożliwia prowadzenie analiz w oparciu o dane dostarczone przez użytkownika. Schemat działania usługi Słuch przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Schemat działania usługi Słuch

Scenariusze użycia usługi SŁUCH

Użytkownik może zastosować usługę SŁUCH na różne sposoby. Możliwe scenariusze użycia usługi Słuch zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Scenariusze użycia usługi Słuch.

| N r S c. | Wymagane dane | Opis funkcjonalności danej usługi |
|-------------------|---------------|-----------------------------------|
| | | |

| | | |
|---|--|---|
| 1 | Monofoniczne próbki hałasu w formacie wav /raw. Częstotliwość próbkowania 48 kHz, rozdzielczość bitowa: 16 bit. | W tym scenariuszu użytkownik powinien dostarczyć nagranie hałasu, który ma zostać poddany analizie wraz z informacją o warunkach ekspozycji. Usługa Słuch umożliwi przeprowadzenie obliczeń wpływu hałasu na słuch w oparciu o zadane próbki hałasu i parametry ekspozycji. Wyniki obliczeń wpływu hałasu na słuch są zapisywane w interwałach 1 minutowych i obejmują zarówno fazę ekspozycji jak i czas po zakończeniu narażenia na hałas. Analiza tego rodzaju umożliwi poznanie szczegółowego przebiegu zmian czasowego przesunięcia progu słyszenia w fazie ekspozycji i powrotu słuchu do stanu sprzed narażenia na hałas. W tym scenariuszu obliczeniowym pełna funkcjonalność Psychoakustycznego Dozymetru Hałasowego jest dostępna. |
| 2 | Parametry ekspozycji: poziom wyrażony w dBA, czas ekspozycji w minutach oraz próbka hałasu w formacie jak w scenariuszu 1. | To jest typowy scenariusz użycia usługi słuch. Użytkownik definiuje parametry ekspozycji hałasu takiej jak: poziom hałasu w dBA oraz czas ekspozycji w minutach. Dodatkowo wymagane jest przesłanie krótkiego pliku audio analizowanego hałasu. W oparciu o dostarczony plik audio obliczane jest uśrednione widmo hałasu za pomocą algorytmu FFT (długość okna analizy FFT wynosi 4096 próbek). Następnie wyznaczone widmo hałasu jest korygowane zgodnie z charakterystyką A oraz wyznaczany jest poziom równoważny skorygowanego widma hałasu. Następnie skorygowane widmo hałasu jest skalowane w taki sposób, by energia sygnału odpowiadała zadanej przez użytkownika wartości ekspozycji. Po zakończeniu wstępnej fazy analizy następuje zasadnicza część symulacji w trakcie której wyznaczany jest wpływ hałasu na słuch dla zadanych warunków ekspozycji. Wyniki symulacji przedstawiają prognozowaną zmianę czasowego przesunięcia progu słyszenia wywołanego przez hałas o zadanym widmie oraz określonym poziomie i czasie trwania ekspozycji. |
| 3 | Macierz poziomów immisji hałasu w pasmach 1/3 oktawy | W tym scenariuszu usługa słuch może być użyta do obliczenia efektów słuchowych które mogą wystąpić na zadanym obszarze (np. podczas koncertu plenerowego). Dane wejściowe powinny być przedstawione w formie macierzy zawierającej poziomy hałas w pasmach o szerokości 1/3 oktawy. W wyniku przeprowadzenia obliczeń możliwe jest uzyskanie dwóch typów wyników: maksymalny poziom TTS lub pełna charakterystyka TTS dla danego punktu. |
| 4 | Dane wymagane dla usługi Mapa Hałasu | W tym scenariuszu usługa słuch może być użyta wraz z usługą Mapy Hałasu. Usługi te działają kaskadowo. W pierwszej fazie wyznaczane są wartości poziomów hałasu a następnie uruchamiana jest usługa słuch, która w oparciu o wynik usługi Mapy Hałasu wyznacza maksymalne wartości TTS dla poszczególnych punktów analizy. |

1. Parametry usługi Słuch dla scenariusza 1

pdh parametr_1 parametr_2 parametr_3

Przykład:

pdh 1 szum_rozowy.wav wynik

| | |
|------------|---|
| parametr_1 | wybór scenariusza obliczeniowego (w tym przypadku wybrany został scenariusz 1) |
| parametr_2 | szum_rozowy.wav – nazwa pliku *.wav, na podstawie którego zostaną przeprowadzone obliczenia wpływu hałasu na słuch. Parametry pliku *.wav (częstotliwość próbkowania: 48000, mono, 16 bit) |
| parametr_3 | Identyfikator wyniku, w tym przypadku "wynik". |

Po wykonaniu obliczeń stworzone zostaną dwa pliki XML:

aud_wynik.xml - wyniki poziomów TTS oraz poziomu Leq podano w pasmach oktaowych,

cr_wynik.xml - wyniki poziomów TTS oraz poziomu Leq podano w pasmach krytycznych słuchu.

2. Parametry usługi Słuch dla scenariusza 2

pdh parametr_1 parametr_2 parametr_3 parametr_4 parametr_5

Przykład:

pdh 2 szum_bialy.wav wynik 30 94

| | |
|------------|--|
| parametr_1 | wybór scenariusza obliczeniowego (w tym przypadku wybrany został scenariusz 2) |
|------------|--|

| | |
|----------------|---|
| parametr _2 | plik.wav – nazwa pliku *.wav. Dla podanego pliku zostanie obliczony średni rozkład energii akustycznej w dziedzinie częstotliwości z rozdzielczością 11 Hz. Parametry pliku *.wav (częstotliwość próbkowania: 48000, mono, 16 bit) |
| parametr _3 | Identyfikator wyniku, w tym przypadku "wynik" |
| parametr _4 | czas analizy wyrażony w minutach, np. 30, |
| parametr _5 | poziom ekspozycji wyrażony w dBA, np. 94. |

W wyniku działania usługi stworzone zostaną następujące pliki wyjściowe:

aud_wynik.xml - wyniki poziomów TTS oraz poziomu Leq podano w pasmach oktaowych,

cr_wynik.xml - wyniki poziomów TTS oraz poziomu Leq podano w pasmach krytycznych słuchu.

Scenariusz 3

Scenariusz 3 został omówiony w rozdziale: *Zaawansowane użycie*.

Pierwsze kroki

Zlecenie obliczeń za pomocą klienta QCG

W celu przeprowadzenia obliczeń z użyciem usługi SŁUCH należy skorzystać z klienta QCG i postępować zgodnie z poniższą instrukcją.

Klient QCG

Jeżeli nie zostało to zrobione wcześniej, przed pierwszym uruchomieniem należy skonfigurować system QCG ([Maszyny dostępne QCG](#)). Aby wykonać zadanie obliczeniowe należy:

1. Zalogować się na węzeł dostępowy QCG:

```
ssh login@qcg.man.poznan.pl
```

W przypadku systemu Windows użyć np. programu PuTTY (opis w sekcji [Logowanie](#)).

2. Skopiować skrypt uruchomieniowy wraz z danymi wejściowymi do katalogu domowego

```
cp /home/plgrid-groups/plggsluch/samples/testSluch.tar.gz .
```

3. Rozpakować archiwum

```
tar xzfv testSluch.tar.gz
```

```
cd testSluch
```

4. Dostosować, w zależności od potrzeb, dane wejściowe: nazwa własnego grantu obliczeniowego – w plikach pdh-test-01-TASK.qcg, pdh-test-02-TASK.qcg, pdh-test-03-TASK.qcg

```
#QCG grant=Nazwa_grantu
```

5. Zlecić zadanie obliczeniowe

Dla każdego scenariusza przygotowano skrypt do uruchomienia zadania obliczeniowego. Uruchomienie obliczeń dla scenariusza 1:

```
qcg-sub ./pdh-test-01-TASK.qcg
```

dla scenariusza 2:

```
qcg-sub ./pdh-test-02-TASK.qcg
```

dla scenariusza 3:

```
qcg-sub ./pdh-test-03-TASK.qcg
```

6. Po poprawnym wykonaniu każdego zadania, w katalogu Outputs pojawiają się odpowiednie pliki wynikowe.

W celu załadowania własnych plików dźwiękowych dla scenariusza 1 i 2, należy skorzystać z narzędzi typu WinSCP. Więcej szczegółów w podręczniku użytkownika [Sposoby dostępu i przesyłania danych](#) lub [Pliki i dane](#).

Zaawansowane użycie

Usługa SŁUCH może być wykorzystana do wyznaczenia maksymalnego przesunięcia progu słyszenia dla wielu punktów obserwacji. Ma to miejsce w przypadku, gdy dysponujemy szczegółowymi danymi o poziomie hałasu dla wielu punktów obserwacji. W praktyce zadanie takie jest to realizowane zgodnie z 3 scenariuszem wykorzystania usługi. Użytkownik, dysponując zbiorem danych (pозyскanym za pomocą usługi Mapy Hałasu lub przygotowanym w inny sposób), może przeprowadzić obliczenia w następujący sposób:

```
pdh 3 dane_testowe.result wynik_testowy 0 1
```

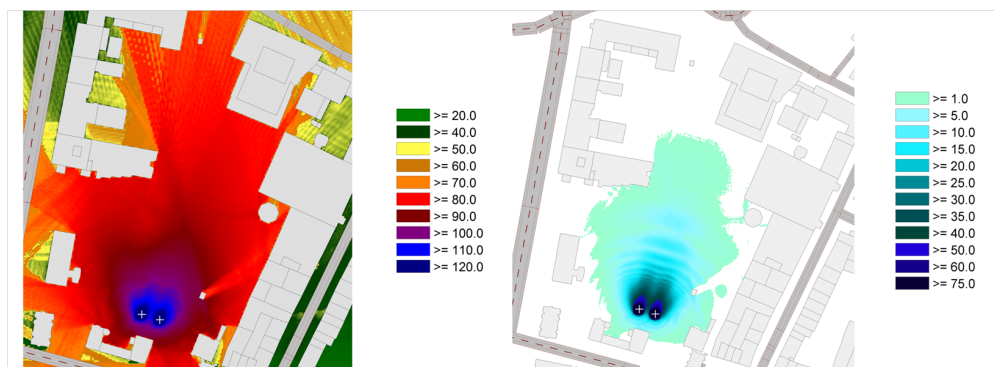
| | |
|------------|--|
| parametr 1 | wybór scenariusza obliczeniowego (w tym przypadku wybrany został scenariusz 3) |
| parametr 2 | nazwa pliku wejściowego zawierającego informacje o poziomie hałasu w pasmach tercjowych (od 25 Hz do 12500 Hz) - dane_testowe.result |
| parametr 3 | nazwa pliku wyjściowego - wynik_testowy |
| parametr 4 | możliwość wypisania szczegółowych wyników przesunięcia progu słyszenia dla poszczególnych pasm krytycznych słuchu; jeśli procedura ma zostać wyłączona, to należy podać 0, w przeciwnym razie należy podać wartość 1 |
| parametr 5 | możliwość obliczenia wartości maksymalnego przesunięcia progu słyszenia dla danego punktu obliczeniowego |

W wyniku działania usługi stworzony zostanie pliki wyjściowy zawierający wyniki obliczeń zgodnie z wybranymi parametrami.

Na rysunku 3 przedstawiono wyniki działania usługi Słuch. W tym celu wykorzystano usługę Mapy Hałasu do przeprowadzenia wstępnych obliczeń immisji hałasu. Uzyskane wyniki poziomu hałasu dla listy punktów obserwacji zostały wykorzystane do obliczenia maksymalnej wartości TTS dla poszczególnych punktów obserwacji zgodnie z 3 scenariuszem użycia usługi SŁUCH. Dodatkowo uzyskane wyniki obliczeń zostały zwizualizowane za pomocą programu CadnaA.

Poziom dźwięku (L_{Aeq})

Czasowe przesunięcie progu słyszenia (TTS_{max})



Rys. 3. Przykładowy wynik działania usługi SŁUCH dla scenariusza 3.

Gdzie szukać dalszych informacji?

W przypadku dalszych pytań lub wątpliwości można kontaktować się z administratorami usług gridu dziedzinowego Akustyka D1, poprzez system pomocy projektu PL-Grid (<https://helpdesk.plgrid.pl>, kolejka "Akustyka") lub e-mailem na adres: akustyka@helpdesk.plgrid.pl.