

**ANALIZA AKUSTYCZNA DLA KONCEPCJI UKŁADU
CHŁODNICZEGO ORAZ INSTALACJI AGREGATU
HYDRAULICZNEGO PLANOWANYCH DO ZAINSTALOWANIA
W HALI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH
INSTYTUTU TECHNIKI BUDOWLANEJ
PRZY UL. FILTROWEJ 1 W WARSZAWIE**

INWESTOR:

Instytut Techniki Budowlanej
ul. Filtrowa 1
00-611 Warszawa

OPRACOWAŁ:



mgr Krzysztof Jarzyna

KOBYŁKA * LPIEC * 2019

Spis treści

1. Cel i zakres pracy.....	3
2. Metodyka wykonania analizy.....	3
3. Tereny chronione akustycznie.....	4
4. Wartości dopuszczalne.....	4
5. Źródła hałasu	5
6. Izolacyjność akustyczna przegród.....	7
7. Lokalizacja punktów obserwacji.....	9
8. Wyniki analizy akustycznej.....	10
8.1. Wyniki analizy akustycznej dla wariantu I.....	10
8.2. Wyniki analizy akustycznej dla wariantu II.....	12
8.3. Wyniki analizy akustycznej dla wariantu III.....	14
9. Podsumowanie i wnioski.....	15
10. Załączniki.....	16

1. Cel i zakres pracy

Celem opracowania było określenie zakresu oddziaływania hałasu emitowanego przez planowany do montażu agregat hydrauliczny oraz projektowany układ chłodniczy planowany do wykonania na jego potrzeby w hali badań wytrzymałościowych Instytutu techniki Budowlanej w Warszawie przy ul. Filtrowej 1.

Zakres pracy obejmował analizę akustyczną dla dwóch wariantów lokalizacji agregatu hydraulicznego (zasilacza hydraulicznego) oraz dwóch typów urządzeń typu drycooler zamontowanych na dachu.

2. Metodyka wykonania analizy

Metoda obliczeniowa oparta jest model rozprzestrzeniania się dźwięku w środowisku zawarty w normie *PN-ISO 9613-2 Akustyka. Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej*. Metodę tą wykorzystano do wyznaczenia zakresu rozprzestrzeniania się dźwięku w środowisku. Ww. norma specyfikuje metody obliczania tłumienia w czasie rozprzestrzeniania się dźwięku przy uwzględnieniu odchylenia geometrycznego, absorpcji atmosferycznej i odbicia powierzchniowego.

Jako dane wejściowe do powyższej metody obliczeniowej wykorzystano informacje o położeniu źródeł hałasu, informacje o położeniu przeszkód na drodze propagacji dźwięku, informacje o pokryciu terenu mające związek z tłumieniem dźwięku oraz dane akustyczne opisujące źródła hałasu w postaci deklarowanych przez dostawcę urządzeń poziomów mocy akustycznych.

Obliczenia prowadzono przy użyciu programu LEQ Professional 2018 wersja 6G firmy Soft-P realizującym wymaganą metodykę, o której mowa powyżej.

Na podstawie kompletnego modelu akustycznego wykonano obliczenia rozkładu poziomu dźwięku pochodzącego od projektowanej instalacji chłodniczej w otoczeniu. Rozdzielczość siatki obliczeniowej ustawiono na 2m x 2m, wysokość obliczeń 4m. Współczynnik pochłaniania gruntu przyjęty został w wysokości 0,1 jak dla gruntu utwardzonego. Na drodze propagacji fal dźwiękowych pochodzących od analizowanych źródeł hałasu znajdują się powierzchnie betonowe.

3. Tereny chronione akustycznie

Tereny chronione akustycznie określone są poprzez akty prawa miejscowego przyjmowanego w formie uchwał, określających przeznaczenie, warunki zagospodarowania i zabudowy terenu.

Teren, na którym zlokalizowana będzie przedmiotowa instalacja chłodnicza, nie jest objęty miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego.

Najbliższymi terenami objętymi uchwałą o miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego (MPZP) są tereny należące do Politechniki Warszawskiej przylegające do terenu Instytutu Techniki Budowlanej od strony wschodniej. Teren ten zgodnie z uchwałą Rady Gminy Warszawa – Centrum nr 495/XXXVI/2000 z dn. 28 sierpnia 2000r. zaklasyfikowany został do rodzaju terenu usług nauki (UN8.5).

Poza tym w bezpośrednim sąsiedztwie terenu Instytutu Techniki Budowlanej w Warszawie przy ul Filtrowej 1 nie występują tereny objęte zapisami MPZP. Otoczenie Instytutu stanowią tereny usługowe (budynek „Focus” od strony zachodniej) i ciągi komunikacyjne (Al. Armii Ludowej od strony południowej).

4. Wartości dopuszczalne

W niniejszym opracowaniu tereny usług nauki Politechniki Warszawskiej zlokalizowane od strony wschodniej Instytutu utożsamione zostały z terenami zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży, które Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U.2014, poz. 112) ustanawia jednym z rodzajów terenów, dla których określone zostały dopuszczalne poziomy hałasu. Zgodnie z ww. rozporządzeniem dla tego rodzaju terenu obowiązują następujące normy hałasu:

- dla przedziału czasu odniesienia równego 8 najmniej korzystnym godzinom dnia kolejno po sobie następującym – 50 dB;
- dla przedziału czasu odniesienia równego 1 najmniej korzystnej godzinie nocy – 40 dB.

Dla terenów przylegających do terenu ITB od strony zachodniej, na którym usytuowany jest budynek biurowy „Focus” na potrzeby opracowania przyjęto umownie dopuszczalne poziomy hałasu jak dla terenów mieszkaniowo-usługowych, dla których Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007r. określa normy hałasu:

- dla przedziału czasu odniesienia równego 8 najmniej korzystnym godzinom dnia kolejno po sobie następującym – 55 dB;
- dla przedziału czasu odniesienia równego 1 najmniej korzystnej godzinie nocy – 45 dB.

5. Źródła hałasu

Źródłami hałasu uwzględnionymi w analizie akustycznej były urządzenia instalacji chłodniczej dla układu chłodzenia oleju w agregacie hydraulicznym zasilającym istniejące stanowiska badawcze oraz nowo planowane stanowisko do badań wytrzymałościowych materiałów budowlanych. Źródłem hałasu uwzględnionym w analizie akustycznej był również planowany do montażu agregat hydrauliczny (zasilacz hydrauliczny).

W obliczeniach uwzględniono wszystkie znaczące źródła tj.:

- agregat hydrauliczny (zasilacz hydrauliczny)
- 3 szt. agregatów chłodniczych (chillerów)
- 3 szt. chłodnic cieczy (drycoolerów) w dwóch wariantach: I i II
- wentylator dachowy.

W przypadku urządzeń typu drycooler w analizie uwzględniono dwa typy urządzeń:

- drycoolery z jednym rzędem wentylatorów w liczbie 7 w każdym urządzeniu.
- drycoolery z dwoma rzędami wentylatorów po 5 w każdym rzędzie

Chłodnice cieczy zamontowane będą na konstrukcji wsporczej na północnej połaci dachu budynku.

Na południowej połaci dachu zamontowany zostanie wentylator dachowy. W analizie założono pracę tego urządzenia tylko na pierwszym biegu.

Pozostałe źródła hałasu posadowione zostaną wewnątrz zaadoptowanej na ten cel istniejącej hali lub pomieszczenia magazynowego (pomieszczenie p.n. młyny) (zasilacz hydrauliczny w wariacie III).

Parametry akustyczne wszystkich źródeł przedstawiono w tabeli nr 1.

Tabela 1. Parametry akustyczne źródeł hałasu.

Nr	Źródło hałasu - symbol	Poziom mocy akustycznej L_{WA} [dB]	Czas pracy w przedziale czasu odniesienia pory dziennej/nocnej [h]	Równoważny poziom mocy akustycznej w porze dziennej/nocnej L_{WAeq} [dB]
Urządzenia instalacji chłodniczej				
1	Drycooler DC1 – wariant I	69	8/1	69/69
2	Drycooler DC2 – wariant I	69	8/1	69/69
3	Drycooler DC3 – wariant I	69	8/1	69/69
4	Drycooler DC1 – wariant II i III	68	8/1	68/68
5	Drycooler DC2 – wariant II i III	68	8/1	68/68
6	Drycooler DC3 – wariant II i III	68	8/1	68/68
7	Wentylator dachowy W1	70	8/1	70/70
8	Zasilacz hydrauliczny Z1	103	8/1	103/103
9	Agregat chłodniczy AG1	72	8/1	72/72
10	Agregat chłodniczy AG2	72	8/1	72/72
11	Agregat chłodniczy AG3	72	8/1	72/72

W przypadku źródeł typu drycooler, w modelu obliczeniowym, ze względu na kształt urządzeń każde ze źródeł DC1 – DC3 składa się z 7 punktowych źródeł zastępczych o poziomie mocy akustycznej 60,5 dB każde w wariantcie I oraz 10 punktowych źródeł zastępczych o poziomie mocy akustycznej 58 dB w wariantach II i III. Zsumowane poziomy mocy akustycznych źródeł zastępczych, dają w wyniku poziom mocy akustycznej równy zakładanemu poziomowi dla danego urządzenia, czyli 69 dB w wariantcie I i 68 dB w wariantcie II i III.

W analizie przyjęto ciągłą pracę wszystkich źródeł hałasu zarówno w porze dziennej jak i nocnej, biorąc tym, samym pod uwagę najbardziej niekorzystny pod względem akustycznym wariant pracy całej projektowanej instalacji chłodniczej oraz agregatu hydraulicznego.

Analiza obliczeniowa obejmuje 3 warianty: dwa warianty (I i II) dla dwóch różnych typów drycoolerów i jeden wariant dodatkowy (III) dla opcjonalnej lokalizacji agregatu hydraulicznego (zasilacza hydraulicznego) w pomieszczeniu magazynowym (pomieszczenie p.n. młyny) a nie w hali. W tym wariantcie dodatkowym przyjęto typ drycoolerów 2-rzędowych, jako urządzeń o mniejszej mocy akustycznej.

6. Izolacyjność akustyczna przegród

Hala – ściany zewnętrzne.

Na potrzeby uwzględnienia w modelu obliczeniowym źródeł hałasu planowanych do zainstalowania w istniejącej hali przyjęto izolacyjność akustyczną jej dwóch ścian: południowej i zachodniej na poziomie 32 dB co jest typowym wskaźnikiem jednoczłobowym R_w dla płyt warstwowych z rdzeniem z wełny mineralnej. Ściany wewnętrzne pomieszczenia w którym planowany jest montaż agregatu hydraulicznego oraz urządzeń chłodniczych tj. północna i wschodnia przylegają do innych pomieszczeń budynku, które zostały uwzględnione w modelu obliczeniowym jako obiekty ekranujące dźwięk.

Dla blaszanego dachu hali, przyjęto izolacyjność akustyczną na poziomie 10 dB.

Pomieszczenie magazynowe (pomieszczenie p.n. młyny):

W przypadku pomieszczenia przylegającego do hali od strony wschodniej (pomieszczenie p.n. młyny), wykorzystywanego aktualnie jako magazynowe przyjęto wypadkowe wartości izolacyjności ścian z gazobetonu (grubość 240mm, izolacyjność akustyczna 41 dB) uwzględniające obecność w ścianach elementów typu okna (2 szt. od strony południowej, izolacyjność każdego 15 dB) i drzwi z płyt warstwowych (1 szt. od strony wschodniej, izolacyjność akustyczna 30 dB):

- ściana południowa: $R_w = 20,6$ dB

- ściana wschodnia: $R_w = 33,2$ dB.

- ściana północna i zachodnia tego pomieszczenia przylegają do innych pomieszczeń uwzględnionych w modelu obliczeniowym jako obiekty ekranujące dźwięk.

Dla dachu o konstrukcji z desek drewnianych pokrytym papą przyjęto: $R_w = 15$ dB.

Przegrody wewnątrz budynku.

W celu spełnienia wymagań odnośnie dopuszczalnych poziomów hałasu na granicy terenów chronionych, w szczególności w porze nocnej w analizie obliczeniowej założono powstanie wydzielonych przegrodami stref dla zasilacza hydraulicznego Z1 (agregatu hydraulicznego) i agregatów chłodniczych AG1, AG2, AG3.

W przypadku agregatu (zasilacza hydraulicznego) jest to strefa o wymiarach 5,5m x 5,5m umiejscowiona w zależności od wariantu:

- dla wariantów obliczeniowych I i II: na środku hali, naprzeciwko drzwi wejściowych
- dla wariantu obliczeniowego III: w pomieszczeniu magazynowym (pomieszczenie p.n. młyny) przyległym do hali.

Uwaga: przewidywana lokalizacja urządzeń instalacji chłodniczej oraz przewidywana lokalizacja agregatu hydraulicznego w budynku została podana w koncepcji projektowej układu chłodniczego opracowanej przez biuro projektowe AWENT Andrzej Wójcik z 06.2019r.

W przypadku agregatów AG1 – AG3 jest to strefa w hali, przylegająca do jej wschodniej ściany (będącej ścianą działową pomiędzy halą a pomieszczeniem magazynowym). Strefa ograniczona jest z trzech stron istniejącymi ścianami hali a z jednej strony (zachodniej) konieczne jest postawienie przegrody z drzwiami wejściowymi umożliwiającymi wejście do powstałego w ten sposób pomieszczenia.

W przypadku projektowanych przegród, które wydziela strefy w obrębie istniejących pomieszczeń (w tych wydzielonych pomieszczeniach zainstalowane zostaną agregat hydrauliczny oraz urządzenia instalacji chłodniczej) analiza obliczeniowa oparta jest na założeniu, że nowopowstałe przegrody będą charakteryzowały się wskaźnikiem jednoliczbowym R_w równym 32 dB dla ścian bocznych i 15 dB dla sufitu. Dla takiego założenia, lub dla przegród o wyższym wskaźniku R_w możliwe jest dotrzymanie dopuszczalnych poziomów hałasu na granicach terenów chronionych zarówno w porze dziennej jak i nocnej.

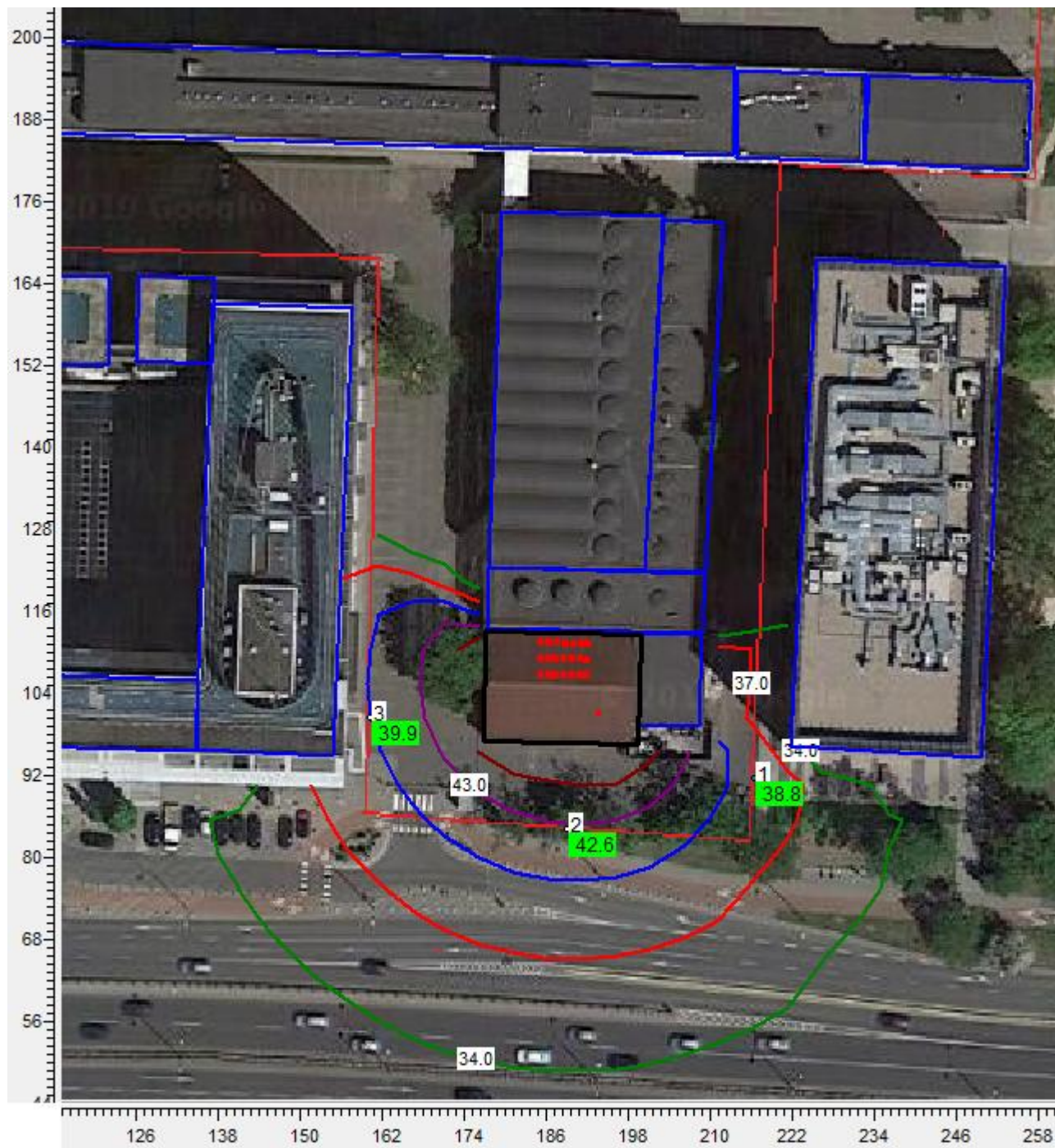
7. Lokalizacja punktów obserwacji

Punkty obserwacji (PO) są wybranymi do wyświetlenia na mapie akustycznej punktami z siatki receptorów, celem dostarczenia dokładnej informacji o poziomie hałasu w wybranych miejscach, w momencie kiedy przebieg izolinii poziomu dźwięku nie daje na to jednoznacznej odpowiedzi. Punkty obserwacji zlokalizowano na granicy terenu ITB z trzech stron od strony obiektu Politechniki, al. Armii Ludowej i budynku biurowego „Focus” w miejscach występowania najwyższych poziomów hałasu.

W przypadku punktów zobrazowanych na mapach akustycznych w niniejszym opracowaniu punkty zlokalizowane były w następujących odległościach od budynków ITB, w których zainstalowane będą urządzenia chłodnicze: PO1: 11,2m od południowo-wschodniego narożnika pomieszczenia magazynowego, PO2: 12,8m od południowej ściany hali, PO3: 17,2m od zachodniej strony hali.

8. Wyniki analizy akustycznej

8.1. Wyniki analizy akustycznej dla wariantu I



Mapa 1. Rozkład izolinii poziomu hałasu w otoczeniu dla wariantu I

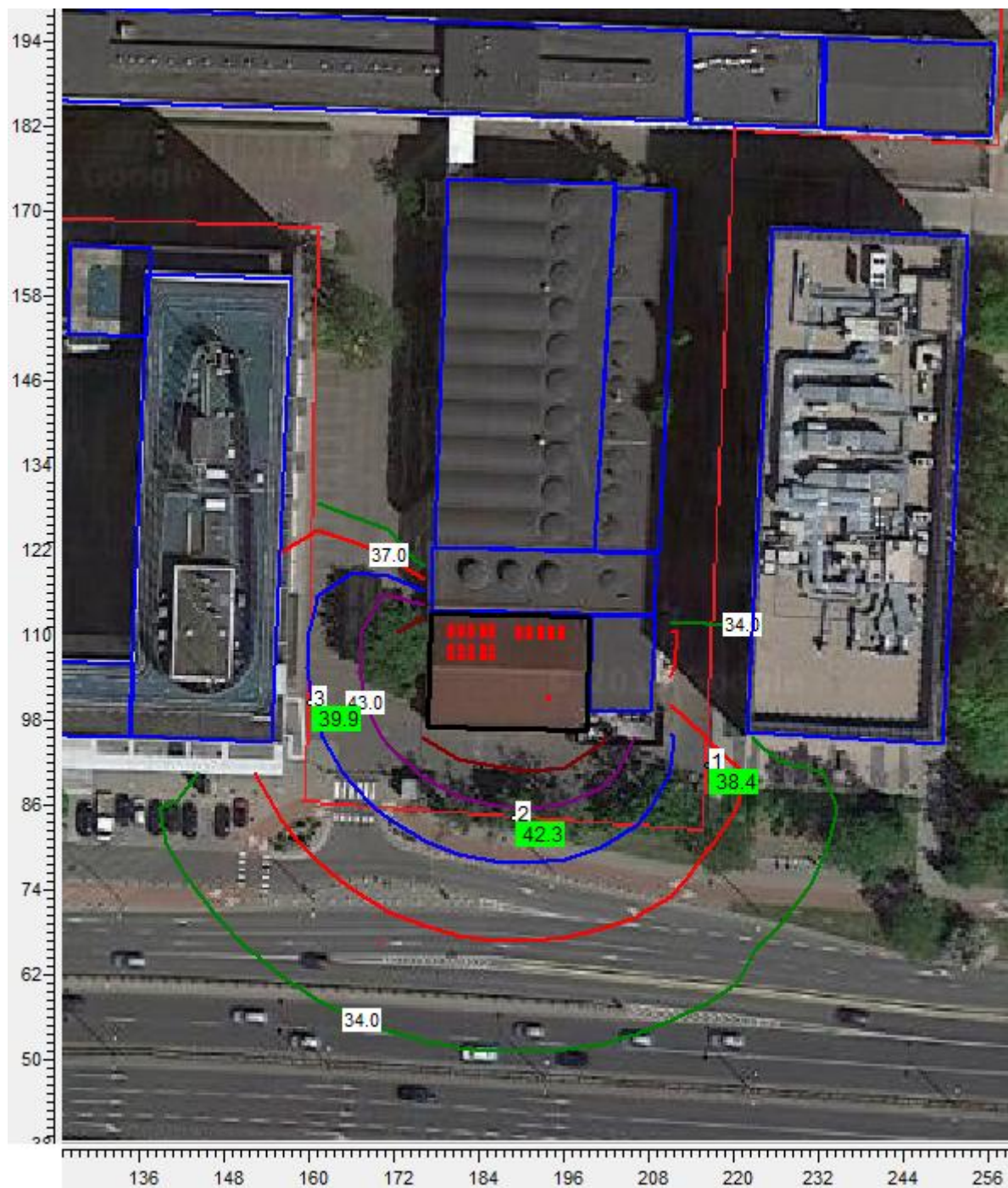
Oznaczenie izolinii:

34dB ----- 37dB ----- 40dB ----- 43dB ----- 46 dB -----

Tabela 2. Zestawienie wyników w punktach obserwacji – wariant I

Punkt obserwacji	Lokalizacja punktu	L_{Aeq} [dB]	Wartość dopuszczalna Pora: dzienna/nocna
1	Na granicy terenu ITB z terenem Politechniki Warszawskiej od strony wschodniej	38,8 (⁺U_{R95} = 3,0)	50 dB / 40 dB
2	Na granicy terenu ITB od strony południowej – od strony Al. Armii Ludowej	42,6 (⁺U_{R95} = 3,0)	- / -
3	Na granicy terenu ITB od strony zachodniej - od strony budynku Focus	39,9 (⁺U_{R95} = 3,0)	55 dB / 45 dB

8.2. Wyniki analizy akustycznej dla wariantu II



Mapa 2. Rozkład izolinii poziomu hałasu w otoczeniu dla wariantu II

Oznaczenie izolinii:

34dB ----- 37dB ----- 40dB ----- 43dB ----- 46 dB -----

Tabela 3. Zestawienie wyników w punktach obserwacji – wariant II

Punkt obserwacji	Lokalizacja punktu	L_{Aeq} [dB]	Wartość dopuszczalna Pora: dzienna/nocna
1	Na granicy terenu ITB z terenem Politechniki Warszawskiej od strony wschodniej	38,4 ($^+U_{R95} = 3,0$)	50 dB / 40 dB
2	Na granicy terenu ITB od strony południowej – od strony Al. Armii Ludowej	42,3 ($^+U_{R95} = 3,0$)	- / -
3	Na granicy terenu ITB od strony zachodniej - od strony budynku Focus	39,9 ($^+U_{R95} = 3,0$)	55 dB / 45 dB

8.3. Wyniki analizy akustycznej dla wariantu III



Mapa 3. Rozkład izolinii poziomu hałasu w otoczeniu dla wariantu III

Oznaczenie izolinii:

34dB ----- 37dB ----- 40dB ----- 43dB ----- 46 dB -----

Tabela 4. Zestawienie wyników w punktach obserwacji – wariant III

Punkt obserwacji	Lokalizacja punktu	L_{Aeq} [dB]	Wartość dopuszczalna Pora: dzienna/nocna
1	Na granicy terenu ITB z terenem Politechniki Warszawskiej od strony wschodniej	45,0 (*U_{R95} = 3,0)	50 dB / 40 dB
2	Na granicy terenu ITB od strony południowej – od strony Al. Armii Ludowej	42,8 (*U_{R95} = 3,0)	- / -
3	Na granicy terenu ITB od strony zachodniej - od strony budynku Focus	37,8 (*U_{R95} = 3,0)	55 dB / 45 dB

9. Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone obliczenia wskazują, że najkorzystniejszym pod względem akustycznym wariantem lokalizacji urządzeń instalacji chłodniczej jest wariant oznaczony w opracowaniu jako wariant II tj. zainstalowanie agregatu hydraulicznego (zasilacza hydraulicznego) w wydzielonej strefie na środku pomieszczenia hali oraz zastosowanie 2-rzędowych urządzeń chłodnic cieczy (drycoolerów) w ustawieniu: 2 drycoolery na zachodniej stronie dachu i jeden drycooler na stronie wschodniej. Agregaty chłodnicze w tym w tym wariantcie znajdują się również w wydzielonym pomieszczeniu hali. Wariant ten pozwala spełnić wymagania dotyczące dopuszczalnych poziomów hałasu dla pory dziennej i nocnej dla wszystkich terenów chronionych znajdujących się w otoczeniu przy założeniu ciągłej pracy urządzeń.

Wariant oznaczony jako I daje w rezultacie nieznacznie wyższe poziomy dźwięku od strony wschodniej, czyli terenu Politechniki Warszawskiej, jednak i ta opcja pozwala na spełnienie wymagań dla obu pór.

Wariant III, w którym przewidziano lokalizację zasilacza hydraulicznego w pomieszczeniu magazynowym (w pomieszczeniu p.n. młyny) wiąże się natomiast z wystąpieniem przekroczeń dopuszczalnych poziomów hałasu w odniesieniu do terenu Politechniki o 5 dB w porze nocnej. Ma to związek z niedużą odległością pomieszczenia magazynowego od terenu chronionego przy jednoczesnych akustycznych właściwościach ścian i dachu tego budynku, które nie zapewniają odpowiedniej izolacji od dźwięków powietrznych.

Wszystkie warianty pozwalają na dotrzymanie dopuszczalnych poziomów hałasu dla pory dziennej.

Analiza akustyczna wykazała, że do spełnienia wymagań konieczne jest zainstalowanie agregatu hydraulicznego (zasilacza hydraulicznego) w specjalnie przeznaczonej na ten cel strefie, którą od reszty pomieszczenia będą oddzielały przegrody w postaci ścian o wskaźniku izolacyjności akustycznej R_w nie mniejszej niż 32 dB oraz sufitem o wskaźniku izolacyjności akustycznej nie mniejszej niż 15 dB. Zasilacz hydrauliczny (agregat hydrauliczny) jest urządzeniem o wysokim poziomie mocy akustycznej, znacznie przewyższającym pozostałe uwzględnione w analizie źródła hałasu i jego udział w kształtowaniu rozkładu poziomu dźwięku w otoczeniu jest największy. W analizie założono, że obecnie istniejące ściany zewnętrzne i dach hali oraz budynku magazynowego nie będą ulegały zmianom. W przypadku nie zastosowania wydzielonych przegrodami stref znacznemu podwyższeniu parametrów izolacyjności akustycznej (do ok. 50dB dla ścian bocznych i 30 dB dla dachu) musiałyby zostać poddane wszystkie ściany zewnętrzne i dach budynku hali (w wariantach I i II) lub pomieszczenia magazynowego (wariant III).

10. Załączniki

Załącznik nr 1 – dane wejściowe do obliczeń w wariantcie I

Załącznik nr 2 – dane wejściowe do obliczeń w wariantcie II

Załącznik nr 3 – dane wejściowe do obliczeń w wariantcie III

Załącznik nr 4 – wyniki obliczeń w siatce receptorów (wersja elektroniczna)