

**Dokumentacja projektowa ekranu
akustycznego w ciągu drogi
wojewódzkiej nr 470
(aleja Jana Pawła II)
w mieście Turku**

**Część koncepcyjno-obliczeniowa
z wyborem rozwiązania**

Toruń, styczeń 2016

Zespół autorski:

Grzegorz Czul, Błażej Kozicki



Spis treści

1. Podstawa, cel i zakres opracowania	3
2. Materiały wyjściowe	3
3. Wymagania prawne w zakresie ochrony środowiska przed hałasem	3
4. Charakterystyka źródła hałasu	4
5. Aktualny stan klimatu akustycznego.....	5
6. Metoda oceny hałasu.....	6
6.1. Metodologia wykonania analizy i projektu akustycznego	6
6.2. Metodyka obliczeniowa	7
7. Metoda projektowania ekranu akustycznego	9
8. Stan klimatu akustycznego po realizacji zabezpieczeń	10
9. Parametry ekranów – wymagania	11
9.1. Parametry geometryczne i materiałowe	11
9.2. Wymagania dotyczące własności izolacyjnych ekranów	12
9.3. Wymagania dotyczące własności pochłaniających ekranów.....	13
9.4. Ustalenia dodatkowe i uwagi.....	13

Załączniki

1. Sprawozdanie z pomiarów nr 016/K/2015, LABOTEST Laboratorium Analiz Fizykochemicznych - Marek Kozicki, 30.11.2015
2. Mapy izofonicznego rozkładu hałasu
 - 2.1. Projekt akustyczny ekranu – Stan aktualny – Pora nocy
 - 2.2. Projekt akustyczny ekranu – Stan po realizacji – Pora nocy

1. Podstawa, cel i zakres opracowania

Podstawą do wykonania pomiarów hałasu oraz projektu akustycznego zabezpieczeń przeciwhałasowych, będących przedmiotem niniejszego opracowania, jest zlecenie z dnia 06.10.2015, wydane przez Biuro Projektów i Obsługi Inwestorskiej KARKON, Os. Orła Białego 48/10, 61-251 Poznań, tj. Wykonawcę prac projektowych związanych z planowaną budową ekranu akustycznego w ciągu drogi wojewódzkiej nr 470 w mieście Turku, na podstawie umowy z Wielkopolskim Zarządem Dróg Wojewódzkich w Poznaniu, ul. Wilczak 51, 61-623 Poznań.

Sporządzona analiza obejmuje w swoim zakresie określenie aktualnego stanu klimatu akustycznego, oraz ustalenie takich parametrów geometrycznych i akustycznych ekranu przeciwhałasowego w ciągu drogi wojewódzkiej nr 470 (aleja Jana Pawła II) w Turku, w sąsiedztwie budynku położonego przy ul. Spółdzielców 24, aby poziom hałasu dla mieszkania przy ul. Spółdzielców 24/18 związany z eksploatacją drogi nie przekraczał dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku.

2. Materiały wyjściowe

Projekt akustyczny został sporządzony z wykorzystaniem następujących dokumentów i danych:

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. 2007 nr 120 poz. 826 z późn. zm.)
- Szczegółowe wytyczne techniczne do opracowania projektu ekranu akustycznego w ciągu drogi wojewódzkiej nr 470 (Aleja Jana Pawła II) w m. Turku, Wielkopolski Zarząd Dróg Wojewódzkich, Wrzesień 2015 rok.
- Sprawozdanie z pomiarów nr 016/K/2015, LABOTEST Laboratorium Analiz Fizykochemicznych - Marek Kozicki, 30.11.2015
- Sprawozdanie z badań „Pomiar hałasu drogowego przy fasadzie bloku mieszkalnego ul. Spółdzielców 24 w Turku na wysokości mieszkania nr 7, W04/15/S-079”
- Dane geodezyjne i kartograficzne pozyskane z Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej
- Wytyczne i informacje uzyskane od Zamawiającego

3. Wymagania prawne w zakresie ochrony środowiska przed hałasem

Podstawą prawną do oceny poziomu hałasu w środowisku jest Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. 2007 nr 120 poz. 826 z późn. zm.), będące rozporządzeniem wykonawczym do ustawy „Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 62, poz. 627, z dnia 20.06.2001r., z późn. zm.). W załączniku do w/w rozporządzenia zostały przedstawione dopuszczalne wartości poziomu dźwięku A w środowisku, zależne od rodzaju zagospodarowania terenu i rodzaju źródła hałasu. Normatywne wartości ustalone zostały z podziałem na porę dnia i porę nocy, przy zastosowaniu wskaźników poziomu hałasu $L_{Aeq D}$ i $L_{Aeq N}$, wyrażonych w dB(A). Teren na którym umiejscowiony jest budynek mieszkalny przy ul. Spółdzielców 24, zaklasyfikowano zgodnie z faktycznym zagospodarowaniem terenu jako teren zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej. Dopuszczalne wartości hałasu dla tego rodzaju zagospodarowania wynoszą odpowiednio 65 dB w porze dnia i 56 dB w porze nocy.

4. Charakterystyka źródła hałasu

Analizowanym źródłem hałasu jest droga wojewódzka nr 470 (Aleja Jana Pawła II), zlokalizowana na terenie miasta Turek, na odcinku od skrzyżowania z ul. Chopina do skrzyżowania typu rondo z ul. Kaliską, Łąkową (DK72) i Konińską (DK72). Odcinek ten obejmuje skrzyżowania z ulicami Bursztynową i Komunalną. Na wysokości budynku mieszkalnego przy ul. Spółdzielców 22, po przeciwnej stronie ulicy usytuowana jest stacja paliw.

Tabela 4-1 – Parametry techniczne przedmiotowego odcinka drogi wojewódzkiej nr 470 (ul. Al. Jana Pawła II)

Parametr	Opis
Klasa techniczna	G
Przekrój normalny	droga jednojezdniowa, dwukierunkowa
Łączna ilość pasów ruchu w obu kierunkach	2
Nawierzchnia	bitumiczna
Szerokość pasa ruchu	3,0 m
Szerokość chodnika	3,5 m

Źródło: Plan sytuacyjny - odc. III, Projekt wykonawczy: Rozbudowa drogi wojewódzkiej nr 470 Kościelec - Ceków Kolonia km 4+788,85 do km 35+064,60 - teren powiatu tureckiego.

Hałas drogowy można podzielić na kilka elementów składowych, których udział w hałasie całkowitym zależy jest od wielu parametrów, w tym od rodzaju nawierzchni i prędkości pojazdów. Do składowych źródeł hałasu zalicza się:

- Hałas silnika, układu napędowego i wydechowego
- Hałas toczenia (hałas powstający na styku powierzchni opon i jezdni) i drgania opon
- Hałas aerodynamiczny

Tabela 4-2 Czynniki wpływające na emisję hałasu samochodowego

Czynnik	Opis
Prędkość ruchu pojazdów	Zwiększenie prędkości poruszania się pojazdów przekłada się na zwiększenie poziomu emitowanego hałasu.
Rodzaj i stan techniczny nawierzchni	Odpowiedni rodzaj zastosowania warstwy ścieralnej nawierzchni w istotny sposób może się przyczynić do ograniczenia emisji hałasu, podobnie jak utrzymanie jezdni w dobrym stanie technicznym.
Rodzaj ruchu	Brak elementów wpływających na zatrzymywanie potoku ruchu powoduje ograniczenie nieregularnej pracy silników pojazdów.
Stan i rodzaj pojazdów samochodowych	W miarę upływu lat i postępu technologicznego pojazdów oraz ogumienia, odnotowuje się coraz mniejsze poziomy dźwięku emitowanego przez silnik i opony samochodów.
Stan i rodzaj opon i bieżnika	Na wielkość emitowanego hałasu wpływ ma m.in. rodzaj, rzeźba bieżnika, a także ukształtowanie rowków bocznych.
Natężenie i struktura ruchu	Wraz ze wzrostem liczby samochodów poruszających się na danym odcinku drogi wzrasta emisja hałasu do otoczenia. Zwiększony udział pojazdów ciężkich charakteryzujących się większą mocą silnika oraz większą powierzchnią tarcia, w dużej mierze wpływa na wypadkowy poziom emisji potoku ruchu.
Położenie i otoczenie jezdni	Charakter propagacji hałasu zależy w decydującym stopniu od położenia jezdni w stosunku do otaczających terenów (nasyp, wykop) oraz od ukształtowania najbliższego terenu (np. teren płaski, teren górzisty).

Źródło: Opracowanie własne.

5. Aktualny stan klimatu akustycznego

W ramach niniejszej analizy w dniach 04-05.11.2015 przeprowadzono całodobowe pomiary hałasu dla lokalu mieszkaniowego przy ul. Spółdzielców 24/18, stanowiącego zgodnie z zapisami zlecenia lokalizację warunkującą wymagany stopień ochrony akustycznej. Pomiar obejmował rejestrację poziomu dźwięku na balkonie przy elewacji przedmiotowego mieszkania (punkt P1), a także w dwóch punktach referencyjnych usytuowanych przy źródle hałasu, w celu późniejszego wykorzystania wyników w procesie kalibracji modelu obliczeniowego.

W poniższej tabeli zawarto uzyskane wyniki pomiarów hałasu w punkcie podstawowym (P1), wraz z odniesieniem do innych wartości zarejestrowanych w otoczeniu przedmiotowego budynku.

Tabela 5-1 Zestawienie wyników pomiarów hałasu w otoczeniu budynku przy ul. Spółdzielców 24

Lp	Data badań	Lokalizacja punktu pomiarowego	Jednostka wykonująca pomiary Nr sprawozdania	Wyniki pomiaru hałasu [dB]		Natężenie ruchu (pora nocna)	
				Pora nocy L _{AeqN}	Pora dnia L _{AeqD}	Pojazdy lekkie	Pojazdy ciężkie
1	04/05.11.2015	Balkon mieszkania nr 18, IV piętro, odl. 0,7 m od elewacji	LABOTEST Laboratorium Analiz Fizykochemicznych – Marek Kozicki 016/K/2015	58,3 ¹⁾ ±1,4	63,4 ¹⁾ ±1,4	703	350
2	16/17.09.2015	Balkon mieszkania nr 7, I piętro, odl. 2,0 m od elewacji	LBA Politechnika Wrocławska W04/15/S-079	60,6 ±0,8	-	810	369
3	24/25.06.2014	Balkon mieszkania nr 18, IV piętro, odl. 2,0 m od elewacji	LBA Politechnika Wrocławska W04/14/S-038	60,9 ±0,8	-	b.d.	b.d.
4	04/05.06.2013	Wysokość pomiaru 7,7 m (w świetle okna II kondygnacji) przy elewacji	EKO-POMIAR Pracownia Akustyczno-Środowiskowa PB3-05/08/2013	59,7 ±0,85	64,3 ±0,85	b.d.	b.d.

1) Wartość po uwzględnieniu korekty -3dB w związku z umiejscowieniem punktu odbioru w odległości do 2 m od elewacji
 Źródło: Opracowanie własne oraz „Opinia dotycząca uciążliwości hałasu ruchu drogowego na DW 470 w okolicy budynku mieszkalnego przy ul. Spółdzielców nr 24 w Turku - mieszkanie nr 7” autorstwa Barbary Rudno-Rudzińskiej

Wykonane pomiary hałasu, przeprowadzone w pełnej zgodzie z obowiązującym rozporządzeniem w zakresie wymaganego usytuowania punktu pomiarowego i korekty końcowego wyniku badań, wykazało brak przekroczeń dopuszczalnego poziomu hałasu w porze dziennej oraz przekroczenie dopuszczalnego poziomu hałasu w porze nocnej o 2,3 dB. Wyniki pomiarów hałasu (bez uwzględnienia poprawki -3 dB związanej z lokalizacją punktu pomiarowego w odległości 0,5 – 2,0 m od elewacji) nie odbiegają w sposób znaczny od wartości zarejestrowanych podczas wcześniejszych sesji pomiarowych. Mniejsza wartość przekroczenia w porze nocnej wynika przede wszystkim z odmiennej lokalizacji mikrofonu i uwzględnienia korekty -3 dB.

W oparciu o skalibrowany model akustyczny wyznaczono izofoniczny rozkład pola akustycznego w otoczeniu zrealizowanej inwestycji (mapy dołączono pod postacią załączników), a także przeprowadzono obliczenia w punktach imisji. Wyniki obliczeń w punktach odbioru właściwe dla stanu aktualnego przedstawiono w rozdziale 9, łącznie z prognozowanymi wartościami poziomu dźwięku po wybudowaniu ekranów akustycznych.

6. Metoda oceny hałasu

6.1. Metodologia wykonania analizy i projektu akustycznego

Metodologia czynności związanych z przygotowaniem modelu akustycznego, wykonania obliczeń rozkładu pola akustycznego i zaprojektowaniem ekranów akustycznych obejmowała:

- Sporządzenie cyfrowego modelu akustycznego uwzględniającego m.in. ukształtowanie i pokrycie terenu, rozmieszczenie zabudowy i infrastruktury drogowej, na podstawie danych udostępnionych przez zlecniodawcę i danych pozyskanych z bazy danych Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej
- Kontrola danych w zakresie przebiegów i rzędnych wysokościowych jezdni i terenu
- Wprowadzenie do modelu obliczeniowych danych pozyskanych w ramach całodobowych pomiarów hałasu komunikacyjnego przeprowadzonych w dniach 04-05.11.2015, charakteryzujących aktualny stan klimatu akustycznego w otoczeniu lokalu dla którego projektuje się zabezpieczenie przeciwhałasowe
- Kalibracja modelu obliczeniowego, w celu uzyskania jak najlepszej korelacji pomiędzy mierzonymi poziomami dźwięku a wartościami obliczanymi za pomocą oprogramowania akustycznego
- Przeprowadzenie obliczeń aktualnego rozkładu ciśnienia akustycznego w otoczeniu ul. Jana Pawła II, określających aktualne zanieczyszczenie środowiska hałasem, z wykreśleniem izofon dźwięku dla pory dnia i nocy
- Wyznaczenie wielkości przekroczeń dopuszczalnych poziomów dźwięku przy elewacji budynku przy ul. Spółdzielców 24
- Przygotowanie danych na temat usytuowania ekranów akustycznych
- Optymalizacja parametrów geometrycznych i akustycznych ekranów, mająca na celu eliminację przekroczeń normatywnych wartości hałasu w obrębie elewacji chronionego budynku mieszkaniowego wielorodzinnego
- Przeprowadzenie obliczeń rozkładu poziomu dźwięku w siatce punktów oraz kalkulacji dla wyszczególnionych punktów imisji, charakteryzujących stan po wybudowaniu zoptymalizowanych ekranów akustycznych

6.2. Metodyka obliczeniowa

Obecnie brakuje krajowej metody dla analiz hałasu drogowego w formie map rozkładu poziomu dźwięku. W związku z powyższym, dyrektywa 2002/49/WE parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25.06.2002 r., która odnosi się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku, do prognozowania hałasu od ruchu kołowego zaleca metodę „NMPB – Routes – 96 (SECTRA-CERTU-LCPC-CSTB)” do której odnosi się „Arrêtédu 5 mai 1995 relatif au Bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, Article 6” oraz francuska norma „XPS 31 -133”.

Przytoczona metoda obliczeń realizowana jest według następującej procedury:

- Podział liniowego źródła na źródła punktowe – hałas pochodzący ze źródeł, mających charakter źródeł liniowych reprezentowany jest przez zbiór zastępczych ekwiwalentnych źródeł punktowych o określonej mocy akustycznej i kierunkowości.
- Określenie poziomu mocy akustycznej dla każdego utworzonego źródła punktowego - w przyjętym modelu obliczeniowym podstawową wielkością charakteryzującą źródło hałasu jest poziom mocy akustycznej. Oszacowanie mocy akustycznej drogi odbywa się w programie na podstawie „Guide du bruit des transport terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores, CEZUR 1980” wymaga przygotowania danych wejściowych, obejmujących:
 - dobowy rozkład struktury ruchu z podziałem na pojazdy lekkie i ciężkie,
 - natężenie ruchu pojazdów, oddzielnie dla pory dnia i nocy,
 - informacje o aktualnej lub projektowanej prędkości ruchu pojazdów,
 - dane dot. niwelety drogi.

Wykorzystywana francuska metoda obliczania hałasu drogowego w NMPB Routes 96 zakłada określanie emisji dla każdego przedziału czasowego na podstawie średnich warunków ruchu. Jeżeli charakterystyki ruchu ulegają zmianie podczas tych okresów, zmniejsza się owe przedziały kierując się maksymalnym ujednoliceniem panujących warunków. Uzyskuje się w ten sposób podokresy czasowe, charakteryzujące się tym samym rodzajem ruchu drogowego, o podobnej prędkości i strukturze pojazdów.

Przygotowanie trójwymiarowego modelu akustycznego oraz obliczenia rozkładu hałasu w otoczeniu analizowanej drogi krajowej zostały przeprowadzone z wykorzystaniem oprogramowania do obliczeń akustycznych SoundPLAN ver. 7.1. firmy Braunstein + Berndt GmbH.

Tabela 6.2-1 - Dane licencyjne użytego oprogramowania SoundPLAN.

Numer licencji	Wydana dla
BABG6247.007	„Labotest” Laboratorium Analiz Fizykochemicznych – Marek Kozicki ul. M. Skłodowskiej – Curie 61 -67 87-100 Toruń

Źródło: Opracowanie własne

Posiadana wersja programu zawiera między innymi moduł do obliczeń hałasu drogowego, wykonywanych według standardów obowiązujących w ustawodawstwie krajowym oraz większości państw Unii Europejskiej. Program ten umożliwia przeprowadzenie obliczeń przy wykorzystaniu metody „NMPB – Routes – 96 (SECTRA-CERTU-LCPC-CSTB)”.

Tabela 5.2-2 zawiera wskaźniki gruntu zastosowane dla otoczenia DW 470, zgodne z dokumentem CNOSSOS-EU JRC REFERENCE REPORT 10.08.2012.

Tabela 6.2-2 - Wartości wskaźników G zastosowanych w modelu obliczeniowym

Rodzaj powierzchni	Wskaźnik G
Nie ubita luźna ziemia	1
Ubita ziemia, pola uprawne	0,7
Ubita gęsta ziemia, droga żwirowa	0,3
Asfalt, kostka brukowa, beton	0

Źródło: CNOSSOS-EU JRC REFERENCE REPORT 10.08.2012.

Weryfikację przyjętego modelu obliczeniowego, przeprowadzono w oparciu o procedurę sprawdzenia oraz spełnienia warunku koniecznego przedstawioną w załączniku nr 3 do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16.06.2011 r. (Dz.U. Nr 140, poz. 824). W przyjętej procedurze zastosowano zasadę minimalizacji różnicy między wynikami przeprowadzonych pomiarów w dniach 04-05.11.2015 a wynikami symulacji akustycznych. Jako kryterium (tzw. warunek konieczny), przyjęto odchylenie standardowe różnicy pomiędzy wartością obliczoną i zmierzoną hałasu dla n poziomów równoważnych z okresu pory dnia oraz pory nocy według wzoru:

$$R = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_{zm,i} - L_{obl,i})^2} \leq 2,5dB$$

gdzie:

- n - liczba punktów imisji w oparciu o które dokonuje się kalibracji
- $L_{zm,i}$ - zmierzony podczas pomiarów akustycznych poziom dźwięku
- $L_{obl,i}$ - wartość poziomu hałasu obliczonego przez program w danym punkcie imisji

W wyniku wprowadzenia do modelu obliczeniowego poprawki kalibracyjnej, w postaci czynnika korekcyjnego dla wszystkich dróg, równego -0,4 dB (związanego ze stanem i rodzajem nawierzchni jezdni), zapewniono najlepszą korelację pomiędzy wartościami zmierzonymi a obliczonymi (uzyskane wartości R wyniosły zarówno dla pory dnia jak i nocy 0,4 dB)

Obliczenia rozkładu pola akustycznego wykonano przy użyciu następujących parametrów:

- Kalkulacja w punktach imisji

Punkty odbioru zlokalizowano na poszczególnych piętrach w odległości 0,7 m od elewacji chronionego budynku znajdującego się na ul. Spółdzielców 24. W przypadku tak zlokalizowanych odbiorników, obliczony wynik uwzględnia poprawkę związaną z negacją wpływu fal akustycznych odbitych od elewacji.

- Obliczenia w siatce punktów (mapy akustyczne)

Obliczenia przeprowadzone na potrzeby wyznaczenia izofonicznych map rozkładu hałasu zostały wykonane w siatce punktów o kroku 5x5 (załączniki 2.1 - 2.4), dla wysokości 4 m nad poziomem terenu.

7. Metoda projektowania ekranu akustycznego

W związku z wykazanymi przekroczeniami normatywnych wartości poziomu hałasu należy ustanowić działania ochronne, minimalizujące ponadnormatywny hałas drogowy. Biorąc pod uwagę bardziej restrykcyjne wartości dopuszczalnego poziomu hałasu w porze nocy, skutkujące występowaniem przekroczeń tylko w tej porze doby, nie przystępowano do prowadzenia symulacji akustycznych dla pory dnia.

Wykonanie projektu ekranów akustycznych polega na określeniu ich parametrów geometrycznych, tj. ich wysokości, przebiegu i usytuowania względem źródła, a także parametrów akustycznych, uwzględniających zapewnienie odpowiednich własności pochłaniających i izolacyjnych. Z definicji, ekran akustyczny powinien być usytuowany jak najbliżej źródła hałasu lub odbiornika. W analizowanym przypadku przebieg ekranu uwarunkowany jest w decydującej mierze warunkami technicznymi i terenowymi, ograniczającymi możliwość usytuowania ekranu tuż przy jezdni.

W celu jak najmniejszej ingerencji ekranu w układ chodników, łączących al. Jana Pawła II z ulicą Spółdzielców i ul. Sportową, w ekranie zaprojektowano dwa przejścia o wysokości 2,2 m i szerokości 2 m otoczone panelami transparentnymi, zapewniające swobodną komunikację pieszych.

Do analizy akustycznej wymaganych parametrów ekranów akustycznych przyjęto natężenie ruchu zarejestrowane podczas przeprowadzonych na potrzeby wykonania projektu akustycznego pomiarów hałasu komunikacyjnego w dniach 04-05.11.2015. Natężenie ruchu rejestrowano osobno dla wszystkich wlotów i wylotów skrzyżowania ul. Jana Pawła II z ul. Komunalną.

Tabela 7-1 Natężenie ruchu zarejestrowane podczas pomiarów hałasu przeprowadzonych w dniach 04-05.11.2015

Droga	kierunek	Pora dnia			Pora nocy		
		Pojazdy lekkie	Pojazdy ciężkie	% udziału pojazdów ciężkich	Pojazdy lekkie	Pojazdy ciężkie	% udziału pojazdów ciężkich
ul. Jana Pawła II	N	4687	946	17%	401	161	29%
	S	4785	898	16%	302	189	38%
	SUMA	9472	1844	16%	703	350	33%
ul. Komunalna	W	827	25	3%	44	2	3%
	E	967	25	3%	24	2	8%
	SUMA	1794	50	3%	68	4	6%

W procesie optymalizacji ekranu akustycznego zaprojektowano jego parametry w taki sposób, aby różnica pomiędzy dopuszczalnym poziomem hałasu a wartością obliczoną dla lokalu mieszkaniowego przy ul. Spółdzielców 24/18 po realizacji zabezpieczeń (tzw. bufor bezpieczeństwa) nie wyniosła więcej niż 5,5 dB. Wartość ta uwzględnia zarówno niepewność modelu obliczeniowego, szacowanego na 3 dB, a także przewidywany wzrost natężenia ruchu pojazdów (w perspektywie 10 lat).

W celu oszacowania możliwego przyrostu natężenia ruchu zaczerpnięto dane z wyników oraz syntezy wyników Generalnego Pomiaru Ruchu z 2010 r. Wartość przyrostu dla przedziału 5 lat, osobno dla pojazdów lekkich i ciężkich wyznaczono jako średnią z dwóch parametrów:

- Średni procentowy przyrost sumy pojazdów (zaliczanych do grupy pojazdów lekkich lub ciężkich) dla dróg wojewódzkich w Polsce pomiędzy rokiem 2005 a 2010 (na podstawie syntezy GPR z roku 2010)
- Procentowy przyrost sumy pojazdów (zaliczanych do grupy pojazdów lekkich lub ciężkich) dla przedmiotowego odcinka drogi wojewódzkiej nr 470, pomiędzy rokiem 2010 a 2015 (na podstawie porównania wyników GPR z 2010r. i pomiarów własnych przeprowadzonych w dniach 04-05.11.2015)

Na podstawie wyżej wymienionych badań wyznaczono, iż uśredniony przyrost w perspektywie 5 lat (lata 2015 - 2020) wynosi 28% dla pojazdów lekkich i 51% dla pojazdów ciężkich. Na potrzeby niniejszej analizy założono jednakowy procentowy wzrost natężenia ruchu pomiędzy rokiem 2020 a 2025.

Po oszacowaniu natężenia ruchu dla roku 2025, wyznaczono za pomocą programu obliczeniowego wzrost poziomu emisji hałasu w stosunku do roku prowadzenia analizy, tj. 2015, związany ze wzrostem natężenia ruchu. Wynosi on odpowiednio 2,3 dB w porze dnia i 2,5 dB w porze nocy. Wartość charakteryzująca wzrost poziomu dla pory nocnej została wzięta pod uwagę przy wyznaczeniu wymaganej skuteczności ekranu akustycznego.

Przy optymalizacji parametrów geometrycznych ekranu akustycznego przyjęto, iż poziom hałasu dla lokalu mieszkaniowego przy ul. Spółdzielców 24/18 dla stanu po realizacji zabezpieczeń akustycznych

8. Stan klimatu akustycznego po realizacji zabezpieczeń

Mapy rozkładu hałasu po wybudowaniu ekranów akustycznych dołączono do projektu w postaci załączników. Poniżej zestawiono obliczone wartości poziomów hałasu w punktach imisji, w zestawieniu obejmującym stan aktualny oraz stan po realizacji zabezpieczeń akustycznych.

Tabela 8-1 Wyniki obliczeń w punktach imisji dla stanu przed i po realizacji zabezpieczeń akustycznych

Kondygnacja	Stan aktualny (04-05.11.2015)				Stan po realizacji zabezpieczeń akustycznych (2016 r.)			
	Poziom LAeqT [dB]		Przekroczenie [dB]		Poziom LAeqT [dB]		Skuteczność ekranu [dB]	
	Pora dnia	pora nocy	Pora dnia	pora nocy	Pora dnia	pora nocy	Pora dnia	pora nocy
parter	62,6	57,5	-	1,5	51,8	46,8	10,8	10,7
1	63,2	58,2	-	2,2	54,1	49,0	9,1	9,2
2	63,1	58,1	-	2,1	54,3	49,2	8,8	8,9
3	63,1	58,1	-	2,1	55,1	50,0	8,0	8,1
4 (lokal ul. Spółdzielców 24/18)	62,9	57,9	-	1,9	55,2	50,1	7,7	7,8

Źródło: Opracowanie własne

Przedstawione wyniki obliczeń uwzględniają korektę poziomu dźwięku związaną z negacją wpływu fal odbitych od elewacji.

9.1. Parametry geometryczne i materiałowe

str. 11

Poniższa tabela zawiera wykaz wymaganych parametrów geometrycznych oraz rodzajów wypełnień zaprojektowanych ekranów akustycznych:

Tabela 9.1-1 Wymagane parametry geometryczne ekranów akustycznych

Odcinek ekranu	l [m]	wysokość mierzona od poziomu terenu [m]	Rodzaj	Opis / Uwagi
E/A1	42,5	6,5	dwustronnie pochłaniający	-
E/A2	40,0			
E/A3	20,0			
E/B1	2,3	6,5	odbijający (transparentny)	-
E/B2	2,3			
E/B3	2,6			
E/C1	2,0	-	odbijający (transparentny)	przejście dla pieszych w ekranie, stanowiące panel przezierny na wysokości od 2,2 m do 6,5 m
E/C2	2,0			
E/D	25,5	6,0	dwustronnie pochłaniający	-
E/E1	9,0	3,5	odbijający (transparentny)	-
E/E2	4,0			
E/F	2,0	3,5	dwustronnie pochłaniający / transparentny	panele pochłaniające na całej wysokości lub min do wys. 2m (powyżej część przezroczysta)

Źródło: Opracowanie własne

Łączna długość ekranu (z zakładkami w postaci odcinków E/E1, E/E2 i E/F) wyniesie 154,2 m.

Jako maksymalną wysokość wykonania podwaliny betonowej określa się 0,5 m.

9.2. Wymagania dotyczące własności izolacyjnych ekranów

Miarą izolacyjności akustycznej ekranów akustycznych jest wskaźnik ważony izolacyjności od dźwięków powietrznych DL_R , zgodny z normą PN-EN 1793-2:2001 „Drogowe urządzenia przeciwhałasowe. Metoda badania w celu wyznaczenia właściwości akustycznych. Część 2: Właściwa charakterystyka izolacyjności od dźwięków powietrznych”, która bierze pod uwagę widmo hałasu komunikacyjnego.

Przedstawione w niniejszym projekcie wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegrody odnoszą się zarówno do podwaliny betonowej jak i modułów ekranu. Za wszelką cenę należy nie dopuścić do powstania przerw pomiędzy elementami konstrukcyjnymi ekranu lub pomiędzy dolną krawędzią ekranu a powierzchnią ziemi. Przytoczone szczeliny działają jak źródła fal akustycznych wtórnych, które emitują swoją energię do obszarów znajdujących się w obszarze zakładanego cienia akustycznego ekranów.

Określa się następujące minimalne wartości jednolitego wskaźnika oceny izolacyjności od dźwięków powietrznych DL_R :

- $DL_R > 24 \text{ dB}$ – **klasa izolacyjności od dźwięków powietrznych B3**

9.3. Wymagania dotyczące własności pochłaniających ekranów

Wskaźnikiem oceny właściwości pochłaniających dźwięków powietrznych jest wielkość DL_α , wyznaczana zgodnie z normą PN-EN 1793-1:2001 „Drogowe urządzenia przeciwhałasowe. Metoda badania w celu wyznaczenia właściwości akustycznych. Część 1 : Właściwa charakterystyka pochłaniania dźwięku”, uwzględniająca widmo hałasu komunikacyjnego.

Ekrany muszą charakteryzować się następującymi minimalnymi wartościami jednoliczbowego wskaźnika właściwości pochłaniania od dźwięków powietrznych DL_α :

- Ekrany pochłaniające:
 $DL_\alpha > 8 \text{ dB}$ – klasa właściwości pochłaniania min. A3
- Ekrany transparentne:
nie określa się – klasa właściwości pochłaniania A0

9.4. Ustalenia dodatkowe i uwagi

Należy zapewnić szczelność pomiędzy modułami ekranów, a także między modułami a słupami, poprzez szczelne spasowanie elementów wypełnień, zastosowanie elementów łączonych na pióro i wpust lub użycie uszczeltek.