

Oddziaływanie inwestycji na powietrze atmosferyczne

Źródłami emisji zanieczyszczeń powstającymi na terenie planowanej inwestycji będą:

- ruch pojazdów samochodowych;
- emisja z procesu ogrzewania budynków (kotły c.o. i c.w.u. oraz ewentualne kominki).

Zanieczyszczenia komunikacyjne:

Emisja związana z transportem (emisja niezorganizowana) będzie powstawać w wyniku poruszania się po terenie inwestycji samochodów osobowych oraz ciężarowych.

Ruch pojazdów traktowany jest jako liniowe źródło emisji. Na potrzeby obliczeń trasa przejazdu pojazdów została podzielona na odcinki, w których zostały umieszczone zastępcze emitery punktowe.

W celu uproszczenia obliczeń nie rozróżniano maksymalnego i średniego natężenia ruchu pojazdów. Przyjęto, iż przez cały czas pojazdy osobowe i ciężarowe będą poruszać się z maksymalnym natężeniem.

Tabela 1: Zestawienie pojazdów poruszających się po terenie inwestycji.

Trasa	Liczba pojazdów [poj./h]		Odcinek [km]
	Osobowe	Ciężarowe	
L1	25	2	0,01

Wskaźniki emisji zostały przyjęte na podstawie "Ekspertyzy naukowej - opracowanie oprogramowania do wyznaczania wielkości charakteryzujących emisję zanieczyszczeń z silników spalinowych pojazdów samochodowych w celu oceny oddziaływania na środowisko w latach 2010 i 2020" przeprowadzonej przez prof. dr hab. inż. Zdzisława Chłopka.

Wartości podane w wyżej wymienionym opracowaniu, zostały oszacowane dla prędkości średniej pojazdów lekkich wynoszącej 60 km/h, a dla pojazdów ciężkich 50 km/h. Z racji, iż prędkość poruszania się samochodów po terenie obiektu będzie miejscami mniejsza - w celu ukazania maksymalnie niekorzystnej sytuacji, wskaźniki przyjęte w obliczeniach zostały dodatkowo powiększone o połowę.

Wskaźnik emisji NO₂ został oszacowany na podstawie wskaźnika emisji NO_x oraz zapisu: "Stosunek ilościowy NO₂ i NO w gazach emitowanych z układów wydechowych wynosi od 0,05 do 0,1" - praca zbiorowa pod redakcją dr. Jana Borzyszkowskiego "Ocena oddziaływania autostrady A2 na zdrowie ludzi". W opracowaniu przyjęto, że emisja NO₂ stanowi 10% emisji No_x.

Tabela 2: Wskaźniki oraz wielkość emisji zanieczyszczeń dla poszczególnych pojazdów.

Zanieczyszczenie	Wskaźnik emisji [g/km/poj]	
	samochody osobowe do 3,5 Mg	samochody ciężarowe 3,5 – 16 Mg
Pył	0,0615	0,2486
Tlenek węgla CO	0,8025	0,9135
Tlenki azotu jako NO ₂	0,0442	0,3462
Benzen	0,0024	0,0185
Węglowodory alifatyczne	0,0503	0,7755
Węglowodory aromatyczne	0,0144	0,1935

Tabela 3: Zestawienie pojazdów poruszających się po trasie L1.

Liczba pojazdów [poj/h]		Odcinek [km]	Czas ruchu po odcinku [h/rok]
samochody osobowe do 3,5 Mg	samochody ciężarowe 3,5 – 16 Mg		
25	2	0,578	8760

Tabela 4: Wielkość emisji zanieczyszczeń dla pojazdów ciężarowych i osobowych na trasie.

nr emitora zastępczego	emisja godzinowa zanieczyszczenia [kg/h]					
	Pył całkowity Pył PM10 Pył PM2,5	CO	NO ₂	Benzen	CH alifat.	CH aromat.
L1	0,001175	0,01264	0,001038	0,000056	0,001622	0,000431

Emisja z kotłowni:

Na terenie inwestycji w najgorszej możliwej sytuacji będą funkcjonowały łącznie 22 kotły, które będą zaopatrywać każdy z domów indywidualnie w ciepło oraz ciepłą wodę użytkową. Na chwilę obecną ustalono, że moc żadnego z kotłów nie przekroczy 24 kW, a przewidywane do zastosowania paliwa to: gaz propan lub biomasa leśna (pellet). W celu uwzględnienia maksymalnie niekorzystnej sytuacji dla środowiska do obliczeń przyjęto, że każdy z kotłów będzie pracował z maksymalnym obciążeniem przez 4000 h/rok. Dodatkowo wykonano zestawienie emisji poszczególnych zanieczyszczeń dla gazu oraz dla pelletu.

Przyjęte parametry kotłów oraz wynikające z nich wielkości emisji zestawiono w poniższych tabelach. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń powstających w wyniku spalania paliwa zostały przyjęte na podstawie opracowania: KOBiZE „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw dla źródeł o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW, zastosowane do automatycznego wyliczenia emisji w raporcie do Krajowej bazy za lata 2022 - 2024”.

Paliwo gazowe- gaz propan

Moc kotła [kW]	24
Sprawność [%]	90%
Wartość opałowa [kJ/kg]	47 300
Wartość opałowa [kJ/m³]	23427439
Maksymalne zużycie paliwa [m³/h]	0,0041
Czas pracy na godz. [min]	60
Efektywne zużycie paliwa [m³/h]	0,0041

Tabela 5: Parametry pracy kotła opalanego gazem propan.

Nazwa zanieczyszczenia	Wskaźnik emisji	Emisja maksymalna		Emisja roczna i średnioroczna	
	g/GJ	mg/s	kg/h	Mg/rok	kg/h
Pył	0,5	0,01334	0,0000480	0,0001921	0,00002193
w tym pył do 2,5 µm	0,5	0,01334	0,0000480	0,0001921	0,00002193
w tym pył do 10 µm	0,5	0,01334	0,0000480	0,0001921	0,00002193
Dwutlenek siarki (SO ₂)	0,4	0,01067	0,0000384	0,0001537	0,00001754
Tlenki azotu jako NO ₂	40	1,067	0,00384	0,01537	0,001754
Tlenek węgla (CO)	30	0,800	0,002882	0,01153	0,001316
Benzo/a/piren	0,0000008	0,0000000213	0,0000000000768	0,000000000307	0,0000000000351

Tabela 6: Wielkość emisji z pojedynczego kotła.

Biomasa stała - pellet

Moc kotła [kW]	24
Sprawność [%]	90%
Wartość opałowa [kJ/kg]	15 600
Maksymalne zużycie paliwa [kg/h]	6,154
Czas pracy na godz. [min]	60
Efektywne zużycie paliwa [kg/h]	6,154

Tabela 7: Parametry pracy kotła opalanego pelletem.

Nazwa zanieczyszczenia	Wskaźnik emisji	Emisja maksymalna		Emisja roczna i średnioroczna	
	g/GJ	mg/s	kg/h	Mg/rok	kg/h
Pył	11,6	0,3093	0,001114	0,00445	0,000509
w tym pył do 2,5 µm	11,0	0,2933	0,001056	0,00422	0,000482
w tym pył do 10 µm	11,4	0,3040	0,001094	0,00438	0,000500
Dwutlenek siarki (SO ₂)	11,6	0,3093	0,001114	0,00445	0,000509
Tlenki azotu jako NO ₂	83	2,213	0,00797	0,0319	0,00364
Tlenek węgla (CO)	375	10,00	0,0360	0,1440	0,01644
Benzo/a/piren	0,00026	0,00000693	0,0000000250	0,0000000998	0,0000000114

Tabela 8: Wielkość emisji z pojedynczego kotła.

Największy poziom emisji wszystkich substancji odnotowuje się przy wykorzystaniu pelletu. Dlatego, aby uwzględnić najbardziej niekorzystny scenariusz dla środowiska, do dalszych obliczeń przyjęto wartości emisji zgodne z danymi dla tego paliwa.

Emisja z kominków:

W maksymalnie niekorzystnej dla środowiska sytuacji na terenie inwestycji będą funkcjonowały łącznie 22 kominki opalone drewnem. Moc żadnego z nich nie przekroczy 10 kW. Do obliczeń przyjęto, że każdy z kominków będzie pracował z maksymalnym obciążeniem przez 1000 h/rok. W celu uwzględnienia maksymalnie niekorzystnej sytuacji dla środowiska do obliczeń przyjęto, że w każdym domu zostanie spalane 3,3 Mg drewna/rok.

Wskaźniki emisji zanieczyszczeń powstających w wyniku spalania paliwa zostały przyjęte na podstawie opracowania: KOBiZE „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw dla źródeł o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW, zastosowane do automatycznego wyliczenia emisji w raporcie do Krajowej bazy za lata 2022 - 2024”.

Parametry pracy kominków oraz wielkość emisji została zestawiona w poniższych tabelach.

Moc kominka [kW]	10
Sprawność [%]	70%
Wartość opałowa [kJ/kg]	15600
Maksymalne zużycie paliwa [kg/h]	3,3
Czas pracy na godz. [min]	60
Efektywne zużycie paliwa [kg/h]	3,3

Tabela 9: Parametry pracy pojedynczego kominka.

Nazwa zanieczyszczenia	Wskaźnik emisji	Emisja maksymalna		Emisja roczna i średnioroczna	
	g/GJ	mg/s	kg/h	Mg/rok	kg/h
Pył	24	0,343	0,001234	0,001234	0,0001409
w tym pył do 2,5 µm	22	0,3143	0,001132	0,001132	0,0001292
w tym pył do 10 µm	23	0,329	0,001183	0,001183	0,0001350
Dwutlenek siarki (SO ₂)	11	0,1572	0,000566	0,000566	0,0000646
Tlenki azotu jako NO ₂	80	1,143	0,00411	0,00411	0,000470
Tlenek węgla (CO)	1375	19,64	0,0707	0,0707	0,00807
Benzo/a/piren	0,01	0,0001429	0,000000514	0,000000514	0,0000000587

Tabela 10: Wielkość emisji z pojedynczego kominka.

Parametry emitorów:

Poniżej zestawiono parametry emitorów przyjętych do obliczeń rozprzestrzeniania zanieczyszczeń. Do obliczeń przyjęto, że w ciągu każdej godziny po trasie przejedzie 25 pojazdów osobowych i 2 pojazdy ciężarowe. Czas występowania zanieczyszczeń określono jako 8760 h/rok. Czas pracy kominków z pełną mocą przyjęto jako 1000 h/rok, a kotłów 4000 h/rok. Należy mieć świadomość, że są to założenia przeszacowane – w związku z czym rzeczywiste oddziaływanie inwestycji na stan środowiska atmosferycznego będzie znacznie mniejsze. W związku z powyższym tak przeszacowane wyniki obliczeń pokazują jak niewielkie jest oddziaływanie inwestycji na stan atmosfery.

Tabela 11: Parametry emitorów przyjęte do obliczeń.

Symbol	Nazwa emitora	Wysokość [min.]	Przekrój	Temper. gazów
		m	m	K
E1 – E22	Kocioł	7 Z	0,16	333
E23 – E44	Kominek	7 Z	0,16	333
L1	Ruch pojazdów	0,5 L	dł. 578	293

Legenda: P -powierzchniowy, L -liniowy, Z -zadaszony B -wylot boczny

Zabudowa mieszkaniowa



Rysunek 1: Lokalizacja emitorów.

Obliczanie rozprzestrzeniania zanieczyszczeń:

Warunki topograficzne

Współczynnik aerodynamicznej szorstkości terenu z_0 wyznacza się w zasięgu $50 h_{\max}$ według wzoru:

$$z_0 = \frac{1}{F} \sum_c F_c \cdot z_{0c}$$

gdzie:

z_0 – średnia wartość współczynnika aerodynamicznej szorstkości terenu na obszarze objętym obliczeniami (m)

F – powierzchnia obszaru objętego obliczeniami (m^2)

c – numer obszaru o danym typie pokrycia terenu

Współczynnik uwzględnia wpływ terenu na rozprzestrzenianie zanieczyszczeń w atmosferze. Wartości współczynnika aerodynamicznej szorstkości terenu z_0 obowiązujące dla poszczególnych typów pokrycia terenu wymieniono w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. Nr 16 z 2010 roku, poz. 87).

W zasięgu pięćdziesięciokrotnej wysokości najwyższego emitora (7 m) znajdują się lasy, woda, sady, zarośla i zagajniki, zwarta zabudowa wiejska oraz pola uprawne. Dla dalszej analizy wyliczono $z_0 = 1,0049$.

L.p.	Opis strefy	Powierzchnia, m^2	Aerodynamiczna szorstkość terenu, m
1	las	177 724	2
2	woda	4 527	0,00008
3	sady, zarośla, zagajniki	11 167	0,4
4	zwarta zabudowa wiejska	43 253	0,5
5	pola uprawne	148 174	0,035
	Suma/Średnia	384 845	1,0049

Tabela 12: Zestawienie aerodynamicznej szorstkości terenu.

W promieniu 10 krotnej wysokości najwyższego emitora nie występuje zabudowa wymagająca przeprowadzenia obliczeń stężeń na jej poziomie.

Inwestycja jest położona na terenie Obszaru Chronionego Krajobrazu Przysiężce Skrzy Prawej ustanowionego zgodnie z ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. Brak jest terenów ochrony uzdrowiskowej, obszarów parków narodowych oraz innych obszarów poddanych ochronie na podstawie przepisów ustawy o ochronie przyrody.

Stan zanieczyszczenia powietrza w obszarze oddziaływania

Stan zanieczyszczenia powietrza (tło) w rejonie oddziaływania inwestycji określił Inspektor Ochrony Środowiska w piśmie (Załącznik a).

Warunki meteorologiczne

Na wyniki rozprzestrzeniania zanieczyszczeń w atmosferze mają wpływ warunki meteorologiczne tj. temperatura oraz rozkład kierunków i prędkości wiatrów oraz stany równowagi atmosfery.

Istnieje 36 sytuacji meteorologicznych wynikających z sześciu stanów równowagi atmosfery: stała, lekko stała, obojętna, lekko chwiejna, chwiejna, silnie chwiejna.

W niniejszej dokumentacji do obliczeń przyjęto dane ze stacji meteorologicznej Płock-Radziwie. Wysokość pomiarów anemometrycznych na stacji Płock-Radziwie wynosi $h_a = 14,0$ m. Średnia temperatura powietrza na terenie funkcjonowania opisywanej inwestycji wynosi $8,0$ °C.

Zestawienie udziałów poszczególnych kierunków wiatru w % przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 13: Udział kierunków wiatru [%].

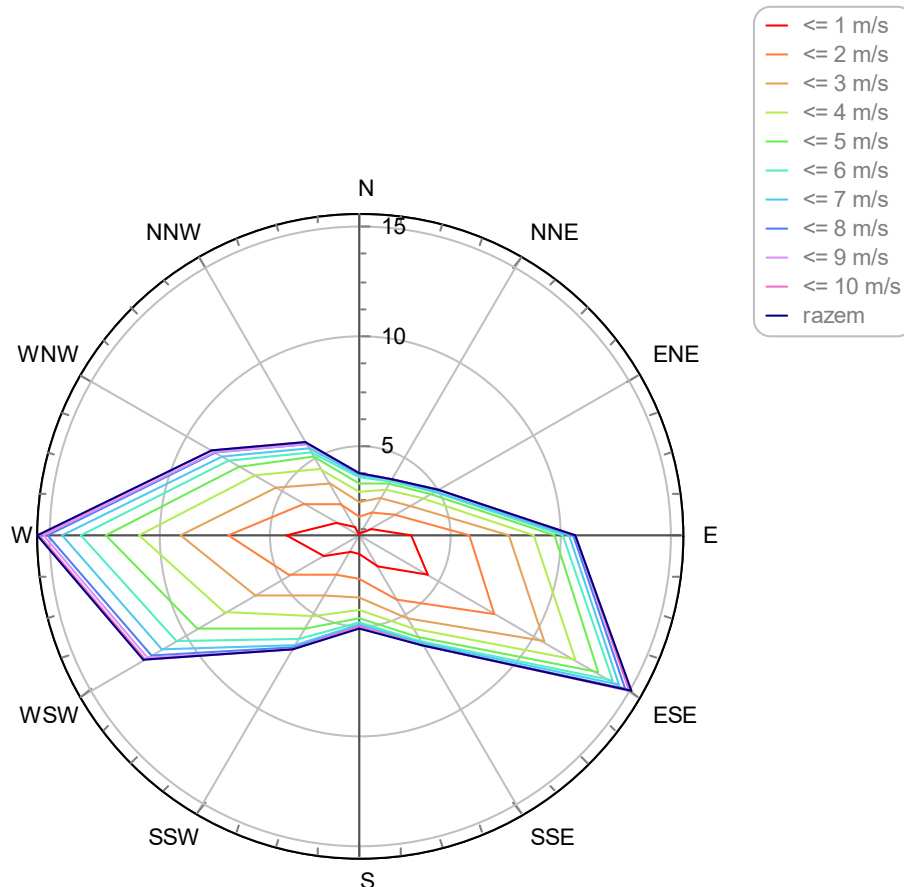
NNE	NEE	E	SEE	SSE	S	SSW	SWW	W	NWW	NNW	N
3,94	5,14	10,77	15,15	6,70	5,18	7,00	12,26	15,54	8,69	5,83	3,80

Zestawienie częstości poszczególnych prędkości wiatru w % przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 14: Prędkości wiatru [%].

1m/s	2m/s	3m/s	4m/s	5m/s	6m/s	7m/s	8m/s	9m/s	10m/s	>10m/s
28,72	20,63	15,99	11,83	9,11	5,66	3,64	2,57	0,94	0,61	0,31

Róża wiatrów sezon roczny
Stacja meteorologiczna: Płock-Radziwie



Rysunek 2: Róża wiatrów dla stacji Płock-Radziwie.

Metodyka

Obliczenia rozprzestrzeniania zanieczyszczeń zostały wykonane zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. Nr 16 z 2010 roku, poz. 87).

3.1 Zakres skrócony

Jeżeli z obliczeń wstępnych wynika, że spełnione są następujące warunki:

1) dla pojedynczego emitora lub zespołu emitorów, z których został utworzony emitor zastępczy:

$$S_{mm} \leq 0,1 \cdot D_1$$

2) dla zespołu emitorów:

$$\sum_e S_{mm} \leq 0,1 \cdot D_1$$

3) kryterium opadu pyłu,

to na tym kończy się wymagane dla tego zakresu obliczenia.

Jeżeli nie jest spełniony warunek określony w pkt. 3, to należy wykonać obliczenia opadu substancji pyłowych w sieci obliczeniowej, z uwzględnieniem statystyki warunków meteorologicznych w celu sprawdzenia warunku:

$$O_p \leq D_p - R_p$$

3.2 Zakres pełny

Jeżeli nie są spełnione warunki określone w pozycji 3.1 w pkt 1 i 2, to na całym obszarze, na którym dokonuje się obliczeń, należy obliczyć w sieci obliczeniowej rozkład maksymalnych stężeń substancji w powietrzu uśrednionych dla jednej godziny, z uwzględnieniem statystyki warunków meteorologicznych, aby sprawdzić, czy w każdym punkcie na powierzchni terenu został spełniony warunek:

$$S_{mm} \leq 0,1 \cdot D_1$$

to na tym kończy się obliczenia.

Natomiast dla zespołu emitorów lub dla pojedynczego emitora, dla którego nie jest spełniony warunek określony wzorem, należy obliczyć w sieci obliczeniowej rozkład stężeń substancji w powietrzu uśrednionych dla roku i sprawdzić, czy w każdym punkcie na powierzchni terenu został spełniony warunek:

$$S_a \leq D_a - R$$

Dalsze obliczenia nie są wymagane, jeżeli jest spełniony warunek określony w punkcie 3.1 pkt. 3, a w pobliżu emitorów nie znajdują się budynki wyższe niż parterowe.

Jeżeli jednak nie jest spełniony warunek określony w punkcie 3.1 pkt. 3, to należy wykonać obliczenia opadu substancji pyłowych w sieci obliczeniowej, z uwzględnieniem statystyki warunków meteorologicznych w celu sprawdzenia warunku:

$$O_p \leq D_p - R_p$$

Jeżeli w odległości od pojedynczego emitora lub któregoś z emitorów w zespole, mniejszej niż 10h, znajdują się wyższe niż parterowe budynki mieszkalne lub biurowe, a także budynki żłobków, przedszkoli, szkół, szpitali lub sanatoriów, to należy sprawdzić, czy budynki te nie są narażone na przekroczenia wartości odniesienia substancji w powietrzu

lub dopuszczalnych poziomów substancji w powietrzu. W tym celu należy obliczyć maksymalne stężenia substancji w powietrzu dla odpowiednich wysokości.

Rozróżnia się następujące przypadki:

1) gdy geometryczna wysokość najniższego emitora w zespole jest nie mniejsza niż wysokość ostatniej kondygnacji budynku Z, obliczenia stężeń wykonuje się dla wysokości Z,

2) gdy geometryczna wysokość najniższego emitora w zespole jest mniejsza niż wysokość ostatniej kondygnacji budynku Z, obliczenia stężeń wykonuje się dla wysokości zmieniających się co 1 m, począwszy od geometrycznej wysokości najniższego emitora do wysokości:

a) Z, jeżeli $H_{max} \geq Z$;

b) H_{max} , jeżeli $H_{max} < Z$.

H_{max} oznacza najwyższą efektywną wysokość emitora w zespole z obliczonych dla wszystkich sytuacji meteorologicznych.

Wszystkie wartości stężeń obliczone ze względu na budynki znajdujące się w pobliżu emitorów nie mogą przekraczać wartości D_1 .

Częstość przekraczania wartości odniesienia lub dopuszczalnego poziomu substancji w powietrzu należy obliczyć, jeżeli wartości stężeń obliczone ze względu na budynki znajdujące się w pobliżu emitorów przekraczają wartość D_1 lub nie jest spełniony warunek

$$S_{mm} \leq D_1$$

Wartości odniesienia substancji w powietrzu lub dopuszczalne poziomy substancji w powietrzu uważa się za dotrzymane, jeżeli częstość przekraczania wartości D_1 przez stężenie uśrednione dla 1 godziny jest nie większa niż 0,274 % czasu w roku w przypadku dwutlenku siarki, a 0,2 % czasu w roku dla pozostałych substancji.

Wyniki

Przedstawione w załączeniu wydruki obliczeń (Załącznik b) wskazują na dotrzymywanie odpowiednich stężeń przez inwestycje – brak przekraczania standardów jakości środowiska. Porównanie wyników obliczeń z wartościami dopuszczalnymi wykonano na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. Nr 16 z 2010 roku, poz. 87) oraz Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 roku w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. 2021 poz. 845 z późn. zm.). Szczegóły przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 15: Porównanie maksymalnych wartości stężeń S_{mm} z dopuszczalnymi D_1 .

Zanieczyszczenie	S_{mm}^*		$D_1[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
Pył PM10	5,6	<	280
Dwutlenek siarki SO ₂	8,0	<	350
Tlenki azotu NO _x	57,9	<	200
Tlenek węgla	515,8	<	30 000
Benzo[a]piren	0,00131	<	0,012
Benzen	0,17	<	30
Węglowodory aromatyczne	1,3	<	1000
Węglowodory alifatyczne	5,0	<	3000

*najwyższe ze stężeń poza granicami inwestycji

Legenda:

nazwa zanieczyszczenia	Nie przekroczone 10% wartości D ₁ , jedynie wydruk stężenia godzinnego w załączeniu
nazwa zanieczyszczenia	Przekroczone 10% wartości D ₁ , dodatkowo wydruk stężenia rocznego załączony do wniosku
nazwa zanieczyszczenia	Przekroczona wartość odniesienia, dodatkowo wydruk częstości przekraczania załączony do wniosku

Poniżej zestawiono maksymalne stężenie roczne poza terenem inwestycji z odpowiednią wartością odniesienia uśrednioną w ciągu roku.

Tabela 16: Porównanie maksymalnych wartości stężeń Sa z dopuszczalnymi Da.

Nazwa zanieczyszczenia	Maksym. częstość przekroczeń D1, %					Maksymalne stężenie średnioroczne, µg/m ³				
	X, m	Y, m	Z, m	Obliczona	Dopuszcz.	X, m	Y, m	Z, m	Obliczone	Da - R
tlenki azotu jako NO ₂	-	-	-	0,00	< 0,2	420	180	0	1,843	< 31
benzo/a/piren	-	-	-	0,00	< 0,2	470	190	0	0,0000	< 0,0009
pył zawieszony PM 2,5	-	-	-	-	-	440	100	0	0,162	< 10

Obliczenia na wysokości zabudowy

W odległości od emitatorów w zespole mniejszej niż 10 h nie występuje zabudowa wymagająca przeprowadzenia obliczeń stężeń na jej poziomie.

Kryterium opadu pyłu

Dokonano sprawdzenia kryterium opadu pyłu:

$$\sum_f \sum_e \bar{E}_{fe} \leq \frac{0,0667}{n} \sum_e h_e^{3,15} \quad [mg/s]$$

Analizowano emisję pyłu z 45 emitatorów.

$$0,0667/n \cdot Sh^{3,15} = 29,95 \quad [mg/s]$$

$$\text{Suma emisji średniorocznej pyłu} = 4,3 < 29,95 \quad [mg/s]$$

$$\text{Łączna emisja roczna} = 0,135 < 10\,000 \quad [Mg]$$

Nie potrzeba obliczać opadu pyłu.

Wnioski

Z przeprowadzonych obliczeń rozprzestrzeniania wynika brak ponadnormatywnego oddziaływania inwestycji na środowisko.

Załączniki

- Aktualny stan jakości powietrza dla lokalizacji inwestycji określony przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska;
- Wydruki obliczeń rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń do powietrza.