

Miranda PTAK, Beata MERENDA¹

EMISJA ZANIECZYSZCZEŃ DO POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO W ODKRYWKOWEJ DZIAŁALNOŚCI WYDOBYWCZEJ

Powietrze atmosferyczne jest jednym z najważniejszych elementów środowiska naturalnego, którego skład wpływa bezpośrednio i pośrednio na pozostałe elementy środowiska. Substancje zanieczyszczające atmosferę ze względu na swój charakter i łatwość rozprzestrzeniania się, oddziałują na żywe zasoby przyrody, zdrowie człowieka i wytwory jego działalności. Ochronie powietrza poświęca się coraz więcej uwagi i nadaje coraz większe znaczenie; świadczą o tym liczne konferencje klimatyczne, umowy i porozumienia międzynarodowe, szeroko zakrojone prace badawcze nad nowymi technologiami, metodami i sposobami ograniczania emisji zanieczyszczeń. Trwa również intensywny proces legislacyjny. W myśl ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. *Prawo ochrony środowiska* ochrona powietrza atmosferycznego polega na zapewnieniu jak najlepszej jego jakości. Charakterystyka analizowanego obiektu dotyczy emisji zanieczyszczeń do powietrza, pochodzących z zakładu górniczego wydobywającego kopalinę skalną ze złoża, metodą odkrywkową na powierzchni 25,9 ha, na którym prowadzona jest przeróbka granitu w instalacji o mocy przerobowej powyżej 100 000 m³/rok. W ocenie autorów jest to reprezentatywny zakład górniczy, jaki przy tym poziomie wydobycia, usprzętowieniu i technologii emituje do powietrza zanieczyszczenia na przedstawionym poziomie.

1. EMISJA ZANIECZYSZCZEŃ DO POWIETRZA W ODKRYWKOWYM ZAKŁADZIE GÓRNICZYM

Prowadzona działalność w zakładach górniczych związana jest z emitowaniem zanieczyszczeń w postaci pyłów i gazów do powietrza atmosferycznego, pozostających

¹ Okręgowy Urząd Górniczy, Wrocław, m.ptak@wug.gov.pl, b.merenda@wug.gov.pl
doi: 10.5277/mscma1622312

w zależności od szeregu czynników i zdarzeń, m.in. od rodzaju wydobywanej kopaliny, wielkości wydobycia, sposobu prowadzonych prac górniczych, rodzaju wykorzystywanych maszyn i urządzeń, przeróbki kopaliny; od sposobu i częstości transportowania wydobytej lub przerobionej kopaliny, obecności innych obiektów towarzyszących z emisją zanieczyszczeń do powietrza, jak również parametrów geograficznych, w tym przede wszystkim usytuowania zakładu górniczego. W rozprzestrzenianiu emitowanych zanieczyszczeń istotne znaczenie ma wpływ i wzajemna korelacja warunków meteorologicznych, jak temperatura powietrza, ciśnienie atmosferyczne, siła i kierunek wiatru, zachmurzenie, obecność, rodzaj i intensywność opadów atmosferycznych. W rozpatrywanym obszarze górniczym znajduje się wielopoziomowe wyrobisko stokowo-wgłębne z obiektem unieszkodliwiania odpadów wydobywczych dla mas ziemnych i skalnych z nadkładu, przerostów złożowych i odpadów przerobczych. W zakładzie górniczym funkcjonuje kontenerowa stacja paliw dla usprawnienia prowadzonej działalności. Urabianie kopaliny prowadzone jest z wykorzystaniem techniki strzałowej metodą długich otworów i rozdrabnianiem brył nadgabarytowych młotem pneumatycznym.

Prace wykonywane są średnio przez 200 dni roboczych w roku. Docelowa wielkość wydobycia kształtuje się na poziomie 1 500 000 Mg/rok. Produktami handlowymi są granitowe mieszanki mineralne, tłucznie, kłińce oraz grysy w różnych frakcjach i kamień hydrotechniczny. Zanieczyszczenia do powietrza, pochodzące z tego zakładu górniczego, obejmują emisje z:

- wyrobiska (praca koparki, sprężarki młota, wiertnicy),
- zakładu przerobczego,
- zaworów oddechowych zbiorników magazynowych,
- przyjmowania oleju napędowego na stację paliw oraz podczas jego dystrybucji,
- transportu urobku z wyrobiska do zakładu przerobczego,
- transportu kruszywa z kopalni (droga wyjazdowa).

Występuje tu emisja pyłów i gazów do powietrza o charakterze punktowym, liniowym i powierzchniowym. W ocenie stanu zanieczyszczenia powietrza w obrębie i bezpośrednim sąsiedztwie zakładu górniczego uwzględniono dane meteorologiczne: statystyka stanów równowagi atmosfery, prędkości i kierunków wiatrów (róża wiatrów), średnia temperatura powietrza. Stan powietrza atmosferycznego przebadano w zakresie emisji i imisji NO_2 , SO_2 , CO , węglowodorów alifatycznych i węglowodorów aromatycznych, pyłu PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$. Względnie znaczący (przeważający) udział w emisji zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego w związku z prowadzoną działalnością górniczą stanowi emisja niezorganizowana w postaci emitowanych pyłów mineralnych, pochodząca z robót przygotowawczych i udostępniających, czynnych i nieczynnych zwałowisk, eksploatacji złoża, transportu urobku, składowania kopaliny, przeróbki kopaliny i dróg technologicznych.

2. CHARAKTERYSTYKA ZANIECZYSZCZEŃ DO POWIETRZA

2.1. EMITORY MOBILNE PRACUJĄCE W TRYBIE STACJONARNYM

W obrębie udokumentowanego złoża pracują maszyny, z których w wyniku spalania oleju napędowego następuje emisja substancji do powietrza. Praca w wyrobisku, przy najbardziej niekorzystnym wariancie jest działalnością dwuzmianową. Efektywny czas pracy maszyn pracujących w systemie dwuzmianowym:

- koparka; 2800 godz/rok, zużycie paliwa 30 Mg/rok,
- sprężarka młota pneumatycznego; 2800 godz./rok, zużycie paliwa 50 Mg/rok,
- wiertnica; 1400 godz/rok, zużycie paliwa 30 Mg/rok.

W obliczeniach zanieczyszczeń nie uwzględniono zasilanych elektrycznie przenośników taśmowych (tab. 1).

Tab. 1. Emisja średnioroczna zanieczyszczeń z wyrobiska
Tab. 1. Annual average emission of pollutants from open pit

Źródło emisji	Czas pracy [h/rok]	Substancja	Emisja [Mg/rok]
koparka	2800	NO ₂	0,17857
		SO ₂	0,00882
		pył PM 10	0,03571
		pył PM 2,5	0,02499
		CO	0,01429
sprężarka młota	2800	NO ₂	0,29762
		SO ₂	0,01470
		pył PM 10	0,05952
		pył PM 2,5	0,04167
		CO	0,02381
mobilny zakład przeróbczy	700	NO ₂	0,07440
		SO ₂	0,00368
		pył PM 10	0,01488
		pył PM 2,5	0,02499
		CO	0,01042
wiertnica	1400	NO ₂	0,17857
		SO ₂	0,00882
		pył PM 10	0,03571
		pył PM 2,5	0,02499
		CO	0,01429

2.2. EMISJA Z ZAWORÓW ODDECHOWYCH ZBIORNIKA MAGAZYNOWEGO

Podczas napełniania zbiornika magazynowego olejem napędowym następuje emisja par węglowodorów do powietrza, emitowanych przede wszystkim przez zawory oddechowe magazynowego zbiornika paliw. W związku z tym pary oleju to głównie węglowodory alifatyczne (97%), a jedynie 3% to węglowodory aromatyczne, do obliczeń przyjęto, że pary oleju napędowego stanowią w 100% węglowodory alifa-

tyczne. Ponadto emisja par tych węglowodorów następuje również podczas tankowania pojazdów mechanicznych (tab. 2).

Tab. 2. Emisja średnioroczna zanieczyszczeń ze zbiornika na olej napędowy
Tab. 2. Annual average emission of pollutants from oil reservoir

Źródło emisji	Czas pracy [h/rok]	Substancja	Emisja [kg/rok]
zawory oddechowe	32	C _{alf}	0,096
dystrybutor oleju napędowego	220	C _{alf}	0,088

2.3. EMISJA Z ZAKŁADU PRZERÓBCZEGO

Wydobyta kopalina po załadowywaniu koparką łyżkową na wozidła lub samochody technologiczne transportowana jest do zakładu przeróbczego. Przyjęto, że zakład przeróbczy pracuje w systemie dwu zmianowym, w porze dziennej, 11 miesięcy w roku, w tym ciąg technologiczny produkcji grysów z zastosowaniem wody przez ok. 9 miesięcy, natomiast załadunek kruszywa na wagony prowadzony jest w systemie trzyzmianowym. Zakład przeróbczy tworzą zespoły technologiczne:

- węzeł przeróbki wstępnej,
- linia technologiczna gabarytowego kruszywa hydrotechnicznego, tłucznia kolejowego 31,5-50 mm oraz mieszanek 0-31,5 mm,
- linia technologiczna tłucznia kolejowego 31,5-50 mm, kłińca 5-31,5 mm, mialu 0-5 mm oraz grysów w ograniczonej ilości, powiązana z węzłem produkcji grysów płukanych z osadnikami sedimentacyjnymi popłuczyn, z wytwarzaniem grysów 5-8, 8-11, 11-16, 16-22 oraz mialu 0-5 mm,
- obiekty załadunku kruszywa na wagony.

Najbardziej istotnymi źródłami pyłu mineralnego, szczególnie w okresach suszy, są zasobniki (stożki magazynowe) mieszanek, półproduktów oraz produktów końcowych. Jednocześnie, zgodnie z ogólnymi zasadami przyjęto, że podczas procesów przeróbki kruszywa na mokro nie występuje emisja pyłu zawieszzonego (tab. 3).

Tab. 3. Emisja zanieczyszczeń z zakładu przeróbczego
Tab. 3. Emission of pollutants from process plant

Emitor	Substancja	Emisja [kg/h]	Czas pracy [h/rok]	Emisja [Mg/rok]
zasobniki kamienia hydrotechnicznego i międzyoperacyjnych mieszanek półproduktów	PM 10	0,10667	2800	0,29868
	PM 2,5	0,07470	2800	0,20916
zasobniki tłucznia, kłińca i mieszanek, frakcji 11-16, 16-22, zespół kruszarek: stożkowej II stopnia i kruszarki III stopnia	PM 10	0,08000	2800	0,22400
	PM 2,5	0,05600	2800	0,15680
zespół załadunku wagonów	PM 10	0,08000	4200	0,33360
	PM 2,5	0,05600	4200	0,23520
zasobniki grysów	PM 10	0,03330	4200	0,13990
	PM 2,5	0,02331	4200	0,09790

2.4. EMISJA ZE ŚRODKÓW TRANSPORTU

Emisja liniowa w zakładach górniczych, pochodząca ze środków transportu obok emisji punktowej i powierzchniowej może wpłynąć na jakość powietrza atmosferycznego. Najważniejszym źródłem tej emisji jest transport samochodowy. Substancje emitowane z silników pojazdów mechanicznych, z procesu spalania paliw oddziałują na stan czystości powietrza, szczególnie w najbliższym otoczeniu tras przejazdu; ich wpływ maleje wraz z odległością. Na wielkość emisji substancji zanieczyszczających powietrze wpływa m.in. stan techniczny pojazdu, rodzaj jego zużycia, pojemność silnika, jakość paliwa, prędkość jazdy oraz stopień rozgrzania silnika. Drugą grupą emisji komunikacyjnych są pyły powstające w wyniku tarcia i zużywania się elementów pojazdów. Dominują tu frakcje nielotne, rozpraszane w bliskości źródła powstania, stąd pomija się ich wpływ na stan powietrza atmosferycznego. W ciągu doby przemieszcza się z wyrobiska do zakładu przerobczego średnio 7500 Mg urobku; przy średniej ładowności wozidła 30 Mg urobku, w ciągu doby konieczne jest wykonanie 250 kursów. Przy założeniu, że droga wewnętrzna eksploatowana będzie podczas pracy na dwie zmiany, to natężenie ruchu wynosić będzie 32 przejazdy (z urobkiem i luzem) na godzinę. Ponadto, z kopalni wywozi się średnio 2250 Mg/dobę produktu. Przy średniej ładowności samochodu 25 Mg, w ciągu doby dla zapewnienia zbytu z dziennej produkcji konieczne jest wykonanie 90 kursów. Przy założeniu, że droga wyjazdowa eksploatowana jest przez dwie zmiany, natężenie ruchu wynosić będzie 11 samochodów ciężarowych (ładownych i pustych) na godzinę. Wartości przyjęte do obliczeń dla drogi wewnętrznej:

- natężenie ruchu n – 32 pojazdów/godz.,
- długość drogi wewnętrznej l – 0,32 km,
- czas trwania okresu T – 2800 godz.

Po uwzględnieniu tych założeń emisję zanieczyszczeń z drogi wewnętrznej przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Emisja zanieczyszczeń z drogi wewnętrznej

Tab. 4. Emission of pollutants from interior road

Substancja	Łączna emisja zanieczyszczeń	
	[kg/h]	[Mg/rok]
CO	0,0037200	0,010402
HC _{ar}	0,0001448	0,000405
HC _{al}	0,0002707	0,000758
NO ₂	0,0973000	0,272400
pył PM 10	0,0029930	0,008380
SO ₂	0,0005470	0,001532

2.5. TRANSPORT KOLEJOWY

Drogą kolejową możliwy jest transport produktów w ilości 1 050 000 Mg/rok, przy ładowności jednego wagonu ok. 66 Mg i 25 wagonach w składzie pociągu, 200 dniach pracy w roku w ruchu trzymianowym. Przy takich założeniach emisja zanieczyszczeń z transportu kolejowego lokomotywami spalinowymi wyniesie, jak w tabeli 5.

Tab. 5. Emisja zanieczyszczeń z transportu kolejowego
Tab. 5. Emission of pollutants from railway transport

Substancja	Łączna emisja zanieczyszczeń	
	[kg/h]	[Mg/rok]
CO	0,0097350	0,000292050
NO ₂	0,0000528	0,000001584
pył PM 10	0,0015510	0,000046530
pył PM 2,5	0,0010857	0,000032571
SO ₂	0,0007260	0,000021780

3. JAKOŚĆ POWIETRZA, TŁO SUBSTANCJI I WARTOŚCI ODNIESIENIA

Tło substancji, dla których określone są dopuszczalne poziomy w powietrzu, stanowi aktualny stan jakości powietrza, określony przez właściwy inspektorat ochrony środowiska jako stężenie substancji zanieczyszczającej w powietrzu uśrednione dla roku. Dla pozostałych substancji tło uwzględnia się w wysokości 10% wartości odniesienia uśrednionej dla roku.

Tab. 6. Aktualny stan jakości powietrza, w okolicy zakładu górniczego określony przez WIOŚ
Tab. 6. Current state of air quality around the mine site set by WIOŚ

Rodzaj zanieczyszczenia	Wartości uśrednione R [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wartości odniesienia dla roku kalendarzowego Da [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
NO ₂	20,1	40
SO ₂	6,9	20
pył PM 10	31,4	40
pył PM 2,5	20	–
węglowodory alifatyczne	100,0	1000

Obliczenia wykonano w siatce 50×50 m., obejmującej teren zakładu górniczego wraz z drogą wjazdową, dla ponad 700 punktów obliczeniowych. Obliczenia przeprowadzono dla zanieczyszczeń, dla których normowane są wartości odniesienia w powietrzu atmosferycznym. Najbliższa zabudowa mieszkalno-gospodarcza oddalona jest o ok. 450 m od granic zakładu górniczego. Obliczeń poziomów substancji w powietrzu wykonano na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska *ws. wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu*.

3.1. WYNIKI OBLICZEŃ

Obliczenia emisji substancji do powietrza wykonano dla wyszczególnionych założeń technologicznych funkcjonowania zakładu górniczego:

- prace wydobywcze; roboty wiertniczo-strzałowe, nadgabaryty urabiane młotem pneumatycznym zasilanym z sprężarką z napędem spalinowym,
- przeróbka kopaliny granitowej; zmodernizowany stacjonarny zakład przeróbczy, zasilanie elektryczne, większość operacji wyposażona w zraszanie,
- transport urobku do zakładu przeróbczego; wozidła technologiczne,
- odbiór produktów handlowych; transport kolejowy i samochodowy.

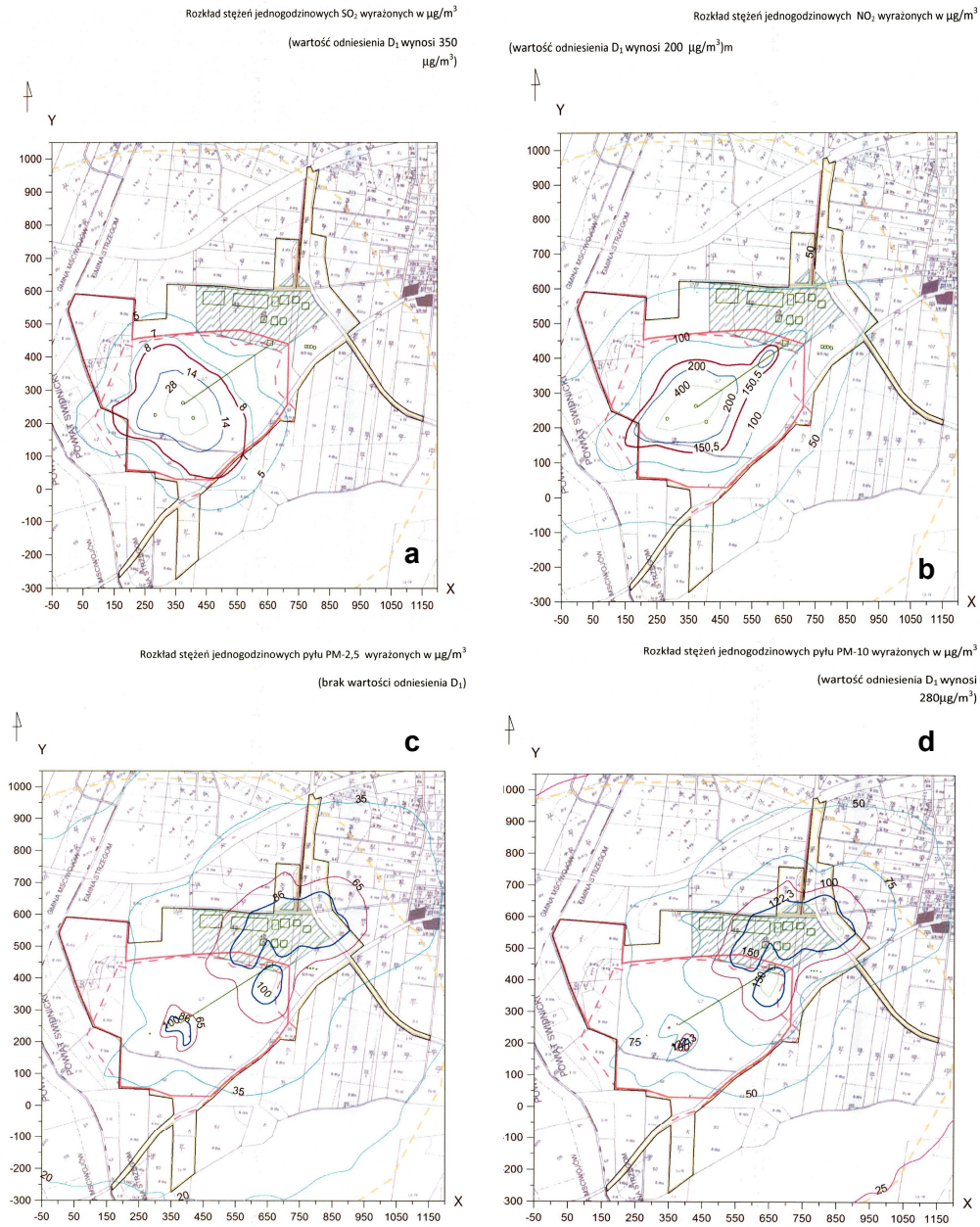
Przyjęto najbardziej niekorzystne warunki, tj. pracę dwuzmianową w przypadku przemieszczania nadkładu i gleby oraz pracę maszyn ciężkich w wyrobisku oraz trzymianowy ruch zakładu przeróbczego i zewnętrzny transport kruszywa. Warunki te traktowane są jako graniczne, teoretycznie możliwe do spełnienia przy maksymalnym wykorzystaniu posiadanych maszyn i urządzeń oraz docelowym zapotrzebowaniu odbiorców. Ocenę dla niektórych substancji ograniczono jedynie do analizy stężeń jednogodzinowych, gdyż brak jest wartości odniesienia dla okresu roku. W analizowanym przypadku do takich substancji należy CO, natomiast dla pyłu PM 2,5 nie można dokonać oceny dotrzymania stężenia 1-godzinnego, ponieważ brak jest wartości odniesienia D1. Uznaje się zatem, że wartość odniesienia substancji w powietrzu uśredniona dla jednej godziny jest dotrzymana, jeżeli wartość ta nie jest przekraczana więcej niż przez 0,274% czasu w roku dla SO₂ oraz więcej niż przez 0,2% czasu dla pozostałych substancji. W przypadku SO₂ i NO₂ częstość przekraczania odnosi się do wartości odniesienia wraz z marginesem tolerancji wg wymagań normatywnych (tab. 7, 8).

Tab. 7. Stężenia maksymalne 1-godzinne

Tab. 7. 1 hour maximum concentration

Zanieczyszczenie	Współrzędne punktu wystąpienia wartości maksymalnej [m]		Największe obliczone stężenie maksymalne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wartość odniesienia D1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Częstość przekroczeń
	x	y			
pył PM 10	950	550	71,0	280	<0,2%
SO ₂	150	200	10,7	350	<0,274%
NO ₂	250	50	160,2	200	<0,2%
CO	150	200	17,4	30000	<0,2%
HC _{ar}	750	800	0,1	1000	<0,2%
HC _{al}	850	400	21	3000	<0,2%
pył PM 2,5	950	550	87,0	–	–

Izolinie rozkładu poszczególnych zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym, pochodzących z ocenianej działalności wydobywczej, przedstawiono na rysunku.



Rysunek. Rozkład stężeń a – SO_2 b – NO_2 c – $\text{PM}_{2,5}$ d – PM_{10} ,
Figure. Distribution of concentration of: a – SO_2 b – NO_2 c – $\text{PM}_{2,5}$ d – PM_{10}

Tab. 8. Stężenie maksymalne średnioroczne
 Tab. 8. Annual average maximum concentration

Zanieczyszczenie	Współrzędne punktu wystąpienia wartości maksymalnej [m]		Największe obliczone stężenie maksymalne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wartość dyspozycyjna $Da - R$ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
	x	y		
pył PM 10	650	650	1,368	8,6
SO ₂	150	200	0,066	13,1
NO ₂	750	800	1,966	19,9
CO	750	800	0,109	–
HC _{ar}	750	800	0,002	38,7
HC _{al}	850	400	0,211	900
pył PM 2,5	650	650	1,692	5

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przedstawiono przykładowy zakład górniczy, w którym emisja zanieczyszczeń do powietrza pochodzi z licznych źródeł, wpływających na sumarycznie większą emisję oraz zwiększone oddziaływanie środowiskowe. Z przywołanych badań i pomiarów emitowanych zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego w zakresie obliczeń stężeń godzinowych i średniorocznych dla zanieczyszczeń gazowych i pyłowych wynika, że prowadzona tu działalność nie powoduje przekroczeń dopuszczalnych stężeń substancji w postaci gazów NO₂, SO₂, CO, węglowodorów alifatycznych i węglowodorów aromatycznych, pyłu PM 10 i PM 2,5. Wprowadzanie substancji zanieczyszczających do środowiska związane jest przede wszystkim z pracą maszyn oraz stacjonarnych i mobilnych urządzeń, napędzanych olejem napędowym, emisją z napełniania zbiorników paliwowych, emisją z tankowania pojazdów i emisją ze spalania paliw.

Na podstawie rozkładu w postaci izolinii stężeń jednogodzinowych, izolinii stężeń średniorocznych oraz opadu pyłu można stwierdzić, że poza zakładem górniczym, tj. terenem, do którego przedsiębiorca górniczy posiada tytuł prawny, nie zostają przekroczone dopuszczalne stężenia substancji zanieczyszczających. Z prowadzonych obserwacji (kontroli i zgłoszeń ludności przebywającej w sąsiedztwie zakładów górniczych) oddziaływanie w postaci emisji gazów, w tym: wymaganych wskaźników zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego ma charakter mniej uciążliwy, a wręcz pomijalny dla ludzi pozostających w sąsiedztwie z zakładem górniczym, aniżeli emisja pyłu mineralnego do środowiska, biorąc pod uwagę intensywność emisji substancji pyłowych.

Dla ograniczenia i zminimalizowania uciążliwego oddziaływania z powodu emisji pyłów jak i gazów do środowiska analizowane i podejmowane są liczne rozwiązania techniczne, technologiczne i organizacyjne. Do eliminowania unoszenia i przemieszczania frakcji pyłących przyczynia się w dużej mierze wykonanie i stosowanie sys-

temu (instalacji) zraszania dróg dojazdowych, wewnątrzzakładowych, armatek zraszających place składowe zakładu przerobczego, obudowy przenośników taśmowych oraz właściwy, oplandekowany transport samochodowy. Ponadto, zgodnie z dobrą praktyką zakładów, w których praca organizowana i nadzorowana jest przez osoby dozoru w odpowiednich specjalnościach, maszyny i pojazdy wykorzystywane są (w miarę istniejących możliwości) w sposób racjonalny, tj. podczas przerw oraz przestojów silniki maszyn i pojazdów są wyłączane. Jednocześnie spalanie oleju napędowego odbywa się najczęściej w stosowanych wysokosprawnych silnikach, zasilanych paliwami wysokiej klasy, spełniających obecne standardy emisji spalin. Niemniej jednak nie można wyeliminować naturalnych zależności mających wpływ na powstawanie i odczuwanie uciążliwości pyłowych, jak temperatura powietrza, ciśnienie atmosferyczne, siła i kierunek wiatru, zachmurzenie, obecność, rodzaj i intensywność opadów atmosferycznych.

Reasumując, przedstawiona działalność polegająca na odkrywkowej eksploatacji oraz przeróbce kopaliny granitowej z tego złoża nie oddziałuje w sposób znaczący na jakość powietrza atmosferycznego, niemniej jednak może powodować względnie odczuwane uciążliwości o różnym czasie trwania.

Redakcja nie miała wpływu na treść i jakość rysunków oraz źródeł literatury

LITERATURA

Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. *Prawo ochrony środowiska*, j.t. Dz.U.2013.1232 ze zm.
Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. *ws. wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu*, Dz.U.2010.16.87.

EMISSION OF POLLUTANTS TO ATMOSPHERE IN SURFACE MINING OPERATIONS

Atmospheric air is one of the most important elements of the environment, its composition has an direct and indirect influence on the others environment elements. Air pollution has an influence on living elements, human health and products of human activity because of its character and easy of propagation. More and more attention is given to air protection issues evidenced by lots of climatic conferences, international agreements, extensive research about new technologies and ways of air pollution limiting. It takes too intense legislative process. In accordance with the Act of 27 April 2001 "*Environmental Protect Law*", air protection is to ensure the best quality. Characteristics of the analyzed object taking into account to the emission of air pollutants coming from mineral rock mining plant using open pit surface mining on the area of 25.9 ha, with granite processing installation with a capacity of over 100 000 m³/year. According to the authors this is representative of the mining plant, which at this level of extraction, machinery and technology emits air pollution in the illustrated level.

Keywords: *opencast mining, emission of pollution*