

**Jerzy Walaszek**

---

**Andrzej Radomski**

---

Cementownia „Ożarów” S.A.  
27-530 Ożarów  
tel. (015) 8391137, 8391121  
fax (015) 8391388  
e-mail Jerzy.Walaszek@ozarow.com.pl

## ***System ciągłego monitorowania stanu powietrza jako element zarządzania środowiskiem w Cementowni „Ożarów” S.A.***

*Continuous monitoring system of air condition as a part of environmental management at Cement Plant Ożarów*

### **Streszczenie**

Cementownia „Ożarów” S.A. zlokalizowana jest 5 km na północ od Ożarowa na terenie dawnej wsi Potok.

W najbliższej odległości od zakładu nie ma terenów specjalnie chronionych, przy czym w odległości 20 km od Cementowni funkcjonuje Huta Ostrowiec, której wpływ na środowisko Ożarowa jest widoczny.

Zakład istnieje od 1978 roku, a w latach 1998/99 r. przeszedł gruntowną modernizację zwiększając wydajność produkcyjną klinkieru z 6500 do 8000 ton na dobę.

Cementownia „Ożarów” S.A. od roku 1998 pracuje system ciągłego monitorowania spalin pieców wypału klinkieru, jak również od 1993 r. prowadzi się monitoring manualny stanu środowiska wokół zakładu w pięciu punktach monitorując pył zawieszony, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>. Teren wokół zakładu wyposażony jest także w 15 punktów pomiaru opadu pyłu. Wyniki zebrane z poszczególnych punktów pomiarowych są co miesiąc analizowane, raz na rok poddawane statystycznej obróbce.

Emisja z pieców wypału klinkieru stanowi 46% pyłów, 99% ogólnej emisji gazów. Mając systematycznie codzienne wyniki emisji z dwóch głównych emitorów zakładu oraz analizę statystyczną stanu środowiska możemy świadomie wpływać na stan powietrza wokół Cementowni „Ożarów” S.A.

### **Summary**

The Ożarów Cement Plant is located 5 km north of Ożarów in the area of the former village of Potok. There are no specially protected areas next to the plant; and at the distance of about 20 km from Ożarów there is Ostrowiec Steelworks, whose influence on the Ożarów environment is evident.

The plant has existed since 1978, in the years 1998/99 it was thoroughly modernised. Due to this modernisation a rise in clinker production capacity from 6500 tpd up to 8000 tpd was achieved.

Since 1998 the „Ożarów” Cement Plant has been using a system, which allows for a continuous monitoring of kiln exhaust gases. Since 1993 manual monitoring of natural environment condition around the plant and measurements of suspended dust concentration have also been conducted. Simultaneously, NO<sub>2</sub>- and SO<sub>2</sub>- concentration measurements have been taken in five points. In the area surrounding the plant there are also 15 measurement points where dust fall is controlled. The results obtained and collected from the measurement points are analysed every month and statistically processed once a year.

Dust emission coming from clinker burning kilns constitutes 46% of (the total) dust. With systematically obtained daily results of emission coming from the two main emitters existing in the plant and the statistical analysis of the environment state we can consciously influence the quality of air surrounding the „Ożarów” Cement Plant.

## Cementownia a otoczenie

### Lokalizacja

Cementownia „Ożarów” S.A. zlokalizowana jest 5 km na północ od Ożarowa, na dawnych gruntach wsi Potok. W bezpośrednim sąsiedztwie zakładu znajduje się kopalnia wapienia „Gliniany” stanowiąca południowo-wschodnią część złoża „Gliniany-Duranów”, z którym Cementownia sąsiaduje od strony zachodniej. Najbliższą zabudowę mieszkaniową stanowią: wieś Dąbrówka, położona w odległości 1000 m od północno-wschodniej granicy Cementowni, oraz wieś Potok, położona w odległości około 700 m na północny zachód od terenu Cementowni.

W promieniu 100 km od Zakładu zlokalizowane są następujące ośrodki przemysłowe z potencjalnie dużą emisją zanieczyszczeń powietrza:

- Ostrowiec Świętokrzyski – Huta,
- Sandomierz – Huta szkła Pilkington Sandoglass,
- Tarnobrzeg – Siarkopol,
- Kozienice – Elektrownia,
- Połaniec – Elektrownia,
- Stalowa Wola – Elektrownia,
- Osiek - Siarkopol.

### Charakterystyka przyrodnicza

Rzeka Wisła z dopływami oraz drobne zbiorniki wodne zlokalizowane na terenie gminy Ożarów kształtują roślinność o charakterze naturalnych zbiorowisk wodnych, bagiennych i szuwarowych - występują wśród nich liczne gatunki rzadkie, zasługujące na ochronę.

Najbliższe obszary specjalnie chronione w rejonie Cementowni „Ożarów” S.A. to:

- park Krajobrazowy „Lasy Janowskie” zlokalizowany w odległości 34 km w kierunku południowo-wschodnim od terenu Cementowni „Ożarów” S.A.,
- rezerwat Zielonka - zlokalizowany jest w odległości 14 km na południowy wschód od Cementowni „Ożarów” S.A.,
- rezerwat „Marynopol” zlokalizowany w odległości 28 km od cementowni w kierunku południowo-wschodnim, jest to drzewostan jodłowy,
- rezerwat Pniów - florystyczny (stanowisko orzecha włoskiego w starorzeczu Sanu), oddalony o 27-28 km w kierunku południowo-wschodnim od Cementowni „Ożarów” S.A.,
- rezerwat „Góry Pieprzowe” - murawy stepu ostnicowego i zarośla kserotermiczne, duże skupisko róż dziko rosnących, interesująca fauna owadów, oddalony o 27 km od cementowni w kierunku j.w.

Od strony zachodniej i północno-zachodniej najbliższymi terenami specjalnie chronionymi, położonymi na terenie województwa świętokrzyskiego, są:

- Jeleniowski Park Krajobrazowy, którego wschodnia granica przebiega w odległości 35 km w kierunku południowo-zachodnim od terenu cementowni i kopalni,
- rezerwat przyrody leśny Lisiny Bodzechowskie zlokalizowany w odległości 14-15 km od terenu Cementowni „Ożarów” S.A.,
- rezerwat przyrody nieożywionej Gromadzice położony w odległości 22-23 km od cementowni i przyległej kopalni,
- rezerwat przyrody florystyczny Ulów położony w odległości 11-12 km od cementowni,
- rezerwat przyrody leśny Modrzewie zlokalizowany w odległości 13-14 km, obejmujący wąwóz lessowy o głębokości do 20m., zanikający w kierunku północnym,
- rezerwat przyrody nieożywionej Krzemionki Opatowskie oddalony od terenu cementowni i kopalni o 11-12 km.

Obszary specjalnie chronione zlokalizowane na terenie województwa lubelskiego, w najbliższej odległości od cementowni to:

- Wrzelowiecki Park Krajobrazowy, granica przebiega w odległości 20 km od terenu cementowni,
- rezerwat przyrody leśny Natalin położony w odległości 25 km od terenu cementowni, mający na celu ochronę naturalnego stanowiska jodły.

## Technologia

Surowiec ze złoża „Gliniany-Duranów” wydobywany jest metodą odkrywkową, systemem ścianowym, przy użyciu materiałów wybuchowych. Odstrzelony urobek ładowany jest koparkami jednoślazowymi o napędzie elektrycznym lub spalinowymi. Z koparkami przy załadunku urobku współpracują spycharki, psychozrywarki oraz ładowarki. Do przewozu urobku z wyrobiska górniczego do łamiarni służą samochody-wywrotki firmy Biełaz o ładowności 42 t (10 samochodów) i 30 t (13 samochodów), transport surowca do cementowni odbywa się drogą surowcową o długości ok. 1 km. Stamtąd surowiec, po wstępnym rozdrobnieniu, transportowany jest taśmociągami na skład surowca.

Skład chemiczny surowca transportowanego na skład określa się przy wykorzystaniu analizatorów Gammamatrix pracujących w systemie on line. Przy wybieraniu materiału surowcowego ze składu do przemiału prowadzona jest korekcja parametrów przez domieszkowanie popiołów lotnych i dodatków żelazonośnych.

Przemiał surowca odbywa się w młynach misowo-rolowych typu Pfeiffer, które spełniają jednocześnie rolę suszarni. Czynnikiem suszącym w młynie surowca są gorące gazy odlotowe z ciągu technologicznego pieca obrotowego. Rozdrobniony i wysuszony w młynie materiał surowcowy ze względu na stopień rozdrobnienia to mąka surowcowa. Jest ona podawana do zbiorników homogenizacyjnych, których funkcja polega na zminimalizowaniu zmienności składu chemicznego materiału podawanego do procesu wypalania klinkieru.

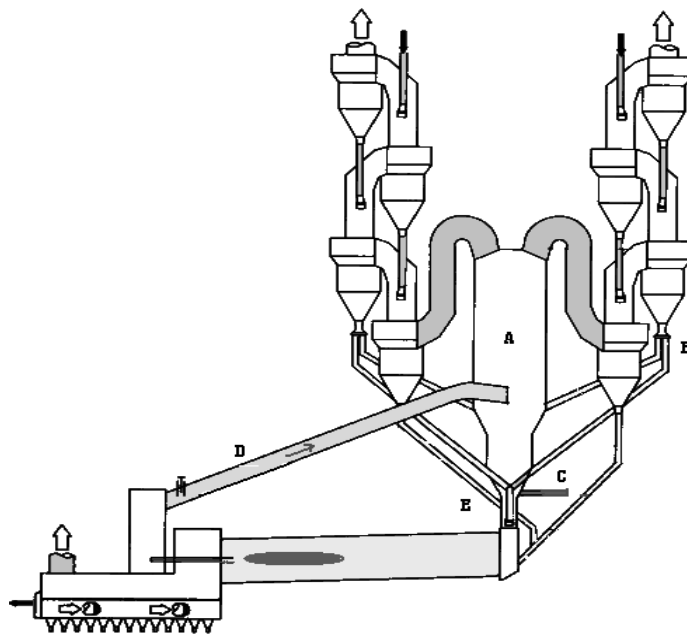
Piec obrotowy W1 po modernizacji pracuje w technologii ILC z kalcynatorem. Z piecem współpracuje układ dwóch czterostopniowych (cyklonowych) ciągów wstępnego podgrzewania oraz kalcynator. Technologicznie kalcynator umieszczony jest pomiędzy trzecim a czwartym stopniem cyklonów. Kalcynator posiada budowę pionowego zbiornika dwustrefowego. Do strefy dolnej (redukcyjnej) podawane są spaliny z pieca obrotowego oraz paliwo, co powoduje powstanie warunków niepełnego spalania. Do strefy tej dociera ok. 20% mączki surowcowej. Do strefy górnej podawane jest gorące powietrze pochodzące z chłodnika klinkieru. W strefie tej następuje dodanie ok. 80% mączki surowcowej. W wyniku zastosowania tego rozwiązania stopień kalcynacji materiału podawanego do pieca W1 wynosi ponad 90% co pozwala na osiągnięcie wysokiej wydajności przekraczającej 8000 t klinkieru na dobę.

Chłodzenie klinkieru odbieranego z pieca W1 odbywa się w trójstrefowym chłodniku rusztowym COOLAX. Chłodnik ten posiada trzy wyloty powietrza:

- wylot powietrza wtórnego (wykorzystywanego do spalania w palniku pieca obrotowego),
- wylot powietrza trzeciego (wykorzystywanego do spalania w palniku kalcynatora),
- wylot powietrza nadmiarowego.

Piec obrotowy opalany jest pyłem węglowym, którego przygotowanie odbywa się w suszarniach obrotowych oraz młynach susząco-mielących typu TIRAX.

Klinkier, przechowywany na składowisku lub w silosie, poddawany jest następnie mieleniu w młynach cementu typu SONEX-UNIDAM. W zależności od wymaganych parametrów cementu, klinkier mielony jest z odpowiednią ilością dodatków takich jak gips oraz popiół lotny. Zmielony cement transportowany jest do 12 silosów, skąd, poprzez zbiorniki buforowe, kierowany jest do pakowni oraz na ciągi załadunkowe: kolejowy i samochodowy.



### Schemat technologiczny zmodernizowanej linii do wypału klinkieru

Technological scheme of a modernised clinker burning line

## Monitoring

### Monitoring emisji z pieców wypału klinkieru

Nałożony przez Wojewodę Tarnobrzieskiego obowiązek spowodował iż Cementownia w roku 1998 uruchomiła monitoring ciągły spalin z pieców wypału klinkieru. Pozwolił on na kontrolę procesu spalania (poprzez dokładną analizę spalin), jednocześnie przyczynił się zmniejszenia zużycia paliwa. Cały proces związany z emisją można bezpośrednio śledzić na monitorze analizując średnie i chwilowe wartości pomiarowe. Znając ilości emitowane z pieców można prognozować stan zanieczyszczeń w środowisku wokół zakładu.

System ciągłego monitoringu spalin firmy Sick Optick Electronic mierzy stężenia i emisję następujących zanieczyszczeń:

## Pył

System pracuje według zasady pomiaru transmisji. Światło jest emitowane przez pulsującą diodę biegnie przez cząstki zawarte w gazie ścieżki pomiarowej w kanale spalin. Promień światła pomiarowego dociera do reflektora i po odbiciu biegnie z powrotem tą samą drogą do odbiornika. Porównując ilość światła emitowanego do odbitego określamy stężenie pyłu. Pomiar prędkości i temperatury prowadzony jest za pomocą FLOWSIC 101/102 bezdotykowo ultradźwiękami.

## Tlenek węgla

Zasada pomiaru oparta jest na absorpcji promieni podczerwonych przez cząsteczki tlenu węgla. CO w zakresie 4,5–4,0  $\mu\text{m}$ , Metoda używana przez GM 910 jest oparta na zasadzie niedyspersyjnej korelacji filtracji gazowej to znaczy, że światło pomiarowe jest poddawane absorpcji całkowitej przez porównawczą kuwetę gazową..

## Tlenki azotu

Przyrząd GM 31 używa wiązki światła, która przechodzi dwa razy przez mieszaninę gazów znajdujących się w kanale, aby określić stężenie  $\text{SO}_2$  i NO. Głowica nadawczo-odbiorcza przyrządu GM 31 z wysoką dokładnością mierzy osłabienie światła, wynikające z absorpcji i rozproszenia w mieszaninie gazów i na cząsteczkach pyłu znajdujących się w przestrzeni pomiarowej.

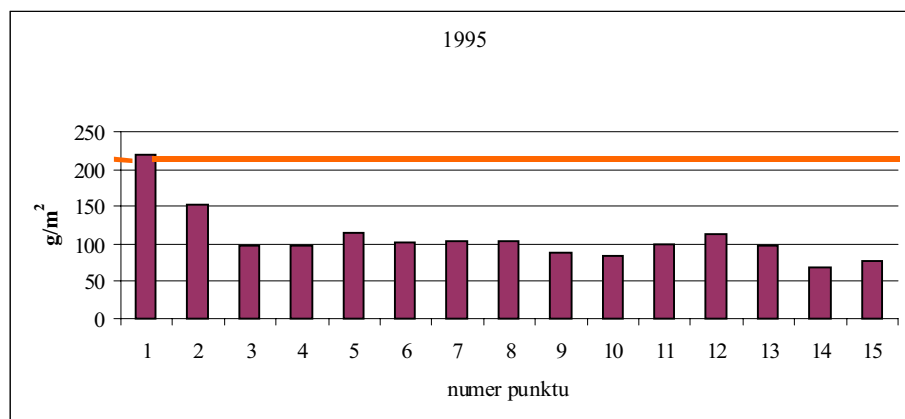
Wszystkie pomiary z monitoringu ciągłego wysyłane są do komputera na centralną sterownię gdzie operatorzy na bieżąco korygują proces technologiczny dążąc do zminimalizowania emisji pyłów i gazów.

## Opad pyłu

Pomiary opadu pyłu prowadzone są w 15 punktowej sieci wokół Cementowni „Ożarów” w następujących miejscach:

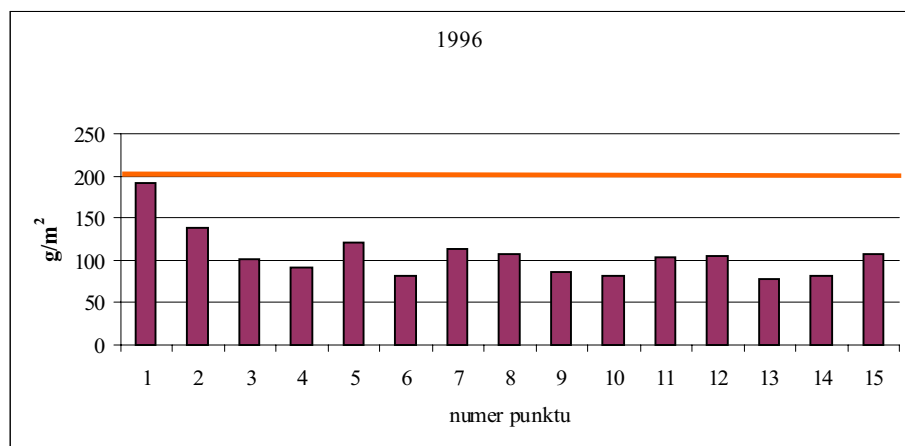
Nr punktu	Miejsce i lokalizacja punktu
1	wjazd do Cementowni
2	przy drodze na wysokości składu surowca
3	Dąbrówka
4	Bronisławów
5	przy drodze do miejscowości Potok na wys. transportu samochodowego
6	przy drodze do miejscowości Potok obok lasu
7	Potok
8	Kolonia Potok
9	Gliniany
10	przy drodze Gliniany – Ożarów
11	Karsy
12	początkowa zabudowa wsi Czachów
13	końcowa zabudowa wsi Czachów
14	Dębniak
15	Mieczysławów

Metoda pomiaru oparta na miesięcznej ekspozycji naczyń osadowych na wysokości 2,5 m  
Zestawienie wyników za lata 1995–2000 przedstawiają załączone wykresy.



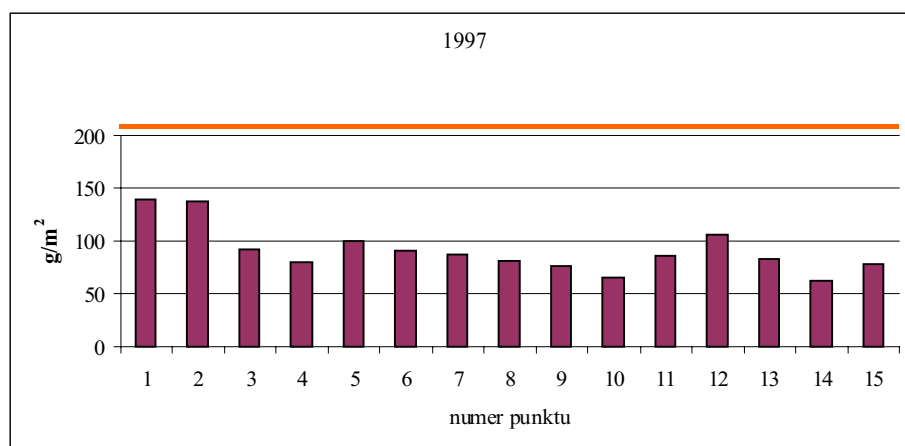
Ryc. 1.

Fig. 1.



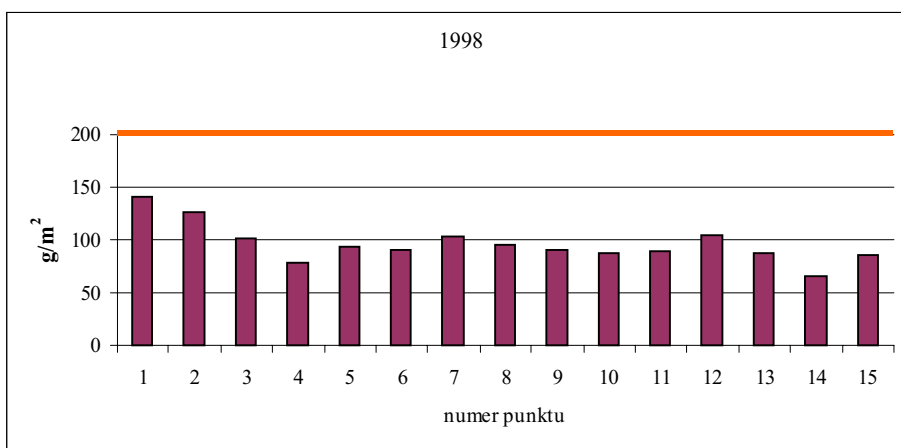
Ryc. 2.

Fig. 2.



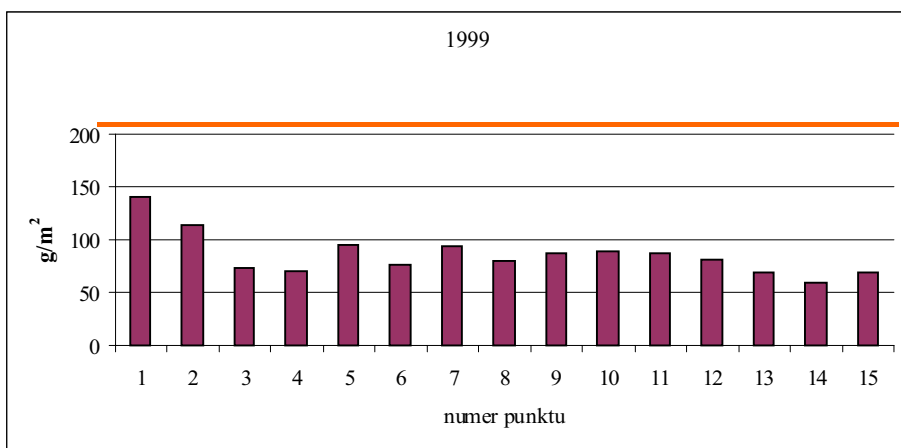
Ryc. 3.

Fig. 3.



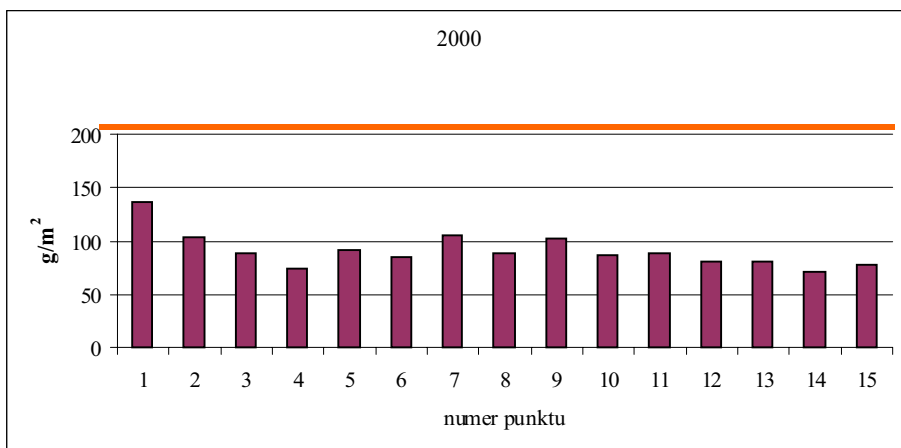
Ryc. 4.

Fig. 4.



Ryc. 5.

Fig. 5.



Ryc. 6.

Fig. 6.

Ryc. 1, 2, 3, 4, 5, 6. Opad pyłu w rejonie Cementowni „Ożarów” S.A. w latach 1995-2000

Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6. Dust fall in the region of „Ożarów” Cement Plant in the years 1995-2000

Analizując wyniki opadu pyłu na przestrzeni lat 1995-2000 widzimy znaczny spadek wartości opadu pyłu wokół zakładu (219 g/m<sup>2</sup> rok 1995 – do wartości 137 g/m<sup>2</sup> rok 2000) pomimo tego że wielkość produkcji w tym czasie zwiększyła się o 33%. Jest to wynik działań inwestycyjnych, organizacyjnych jako element zarządzania ochroną środowiska.

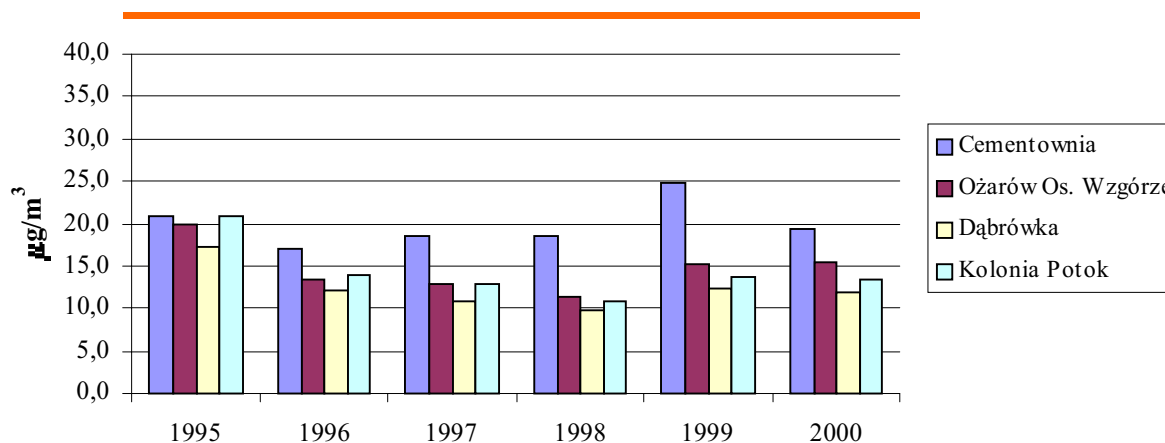
Izoliny opadu pyłu układają się promieniście wokół Cementowni z najwyższą izolinią w rejonie drogi wjazdowej do Zakładu. Następnie na wszystkich kierunkach następuje spadek poziomu zapylenia powietrza grubymi frakcjami pyłu – najszybszy w kierunku północno-wschodnim.

### Monitorig emisji wokół zakładu

Pomiary emisji

Nr pkt pomiarowego	Lokalizacja w terenie	Mierzone zanieczyszczenia
Nr 1	Budynek administracyjny – pomieszczenie LOŚ na V piętrze	pył, SO <sub>2</sub> .
Nr 2	Ożarów Os. Wzgórze 56 – ok. 5 km od Cementowni w kierunku południowym, zachodnia część miasta. 100 m na północ emitor kotłowni osiedlowej,	pył, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> ,
Nr 3	Dąbrówka 12, 1000 m na wschód od granicy Zakładu. Początkowe zabudowanie wsi, 15 m od drogi gruntowej o bardzo małym natężeniu ruchu	pył, NO <sub>2</sub> ,
Nr 4	Kolonia Potok – 1750 m na WNW od g łównych emitorów Cementowni i ok. 1000 m na NW od kopalni surowca, w pobliżu droga gruntowa o małym natężeniu ruchu, pojedyncze zabudowania	- pył, NO <sub>2</sub> ,
Nr 5	Mieczysławów 14 – ok. 4000 m na północny wschód od g łównych emitorów Zakładu, centrum wsi, 10 m od drogi asfaltowej -	pył, NO <sub>2</sub> ,

### Dwutlenek azotu



**Ryc. 7. Imisja dwutlenku azotu wokół Cementowni „Ożarów” S.A. w latach 1995-2000. Dopuszczalna imisja średnioroczna [40 µg/m<sup>3</sup>]**

Fig. 7. Nitrogen dioxide immission in the region of „Ożarów” Cement Plant in the years 1995-2000. Allowable average annual immission [40 µg/m<sup>3</sup>]

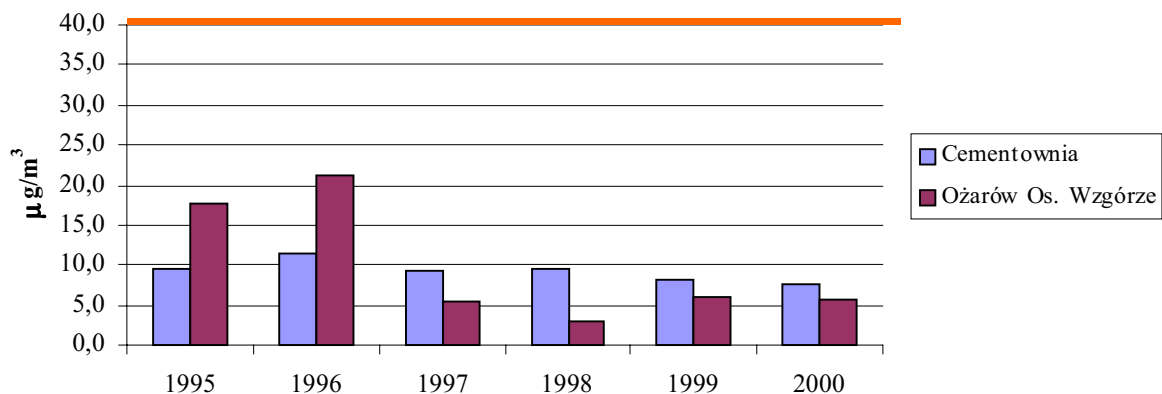


Oznaczenie  $\text{NO}_2$  prowadzono metodą kolometryczną tzw. zmodyfikowaną Saltzmana polegającą na pochłonięciu próbki powietrza w szeregowo połączonych dwóch płuczkach Zajcewa w roztworze zawierającym arsenin sodowy redukujący jony azotanowe do azotynowych.

Wszystkie normowane parametry rozkładu stężeń w trakcie analizowanego okresu zostały dotrzymane. Najwyższe stężenia średnioroczne rejestrowano w punkcie na terenie zakładu w roku 1999  $24,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  co stanowi 61% dopuszczalnej średniorocznej normy. Od 1996 roku stężenie dwutlenku azotu utrzymywało się w większości punktów na stabilnym niskim poziomie.

We wszystkich punktach jest wzrost stężeń w sezonach grzewczych co może świadczyć o dosyć znacznym wpływie niskiej emisji na poziom emisji dwutlenku azotu.

### Dwutlenek siarki



**Ryc. 8. Imisja dwutlenku siarki wokół Cementowni „Ożarów” S.A. w latach 1995-2000. Dopuszczalna imisja średnioroczna [ $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**

**Fig. 8. Sulphur dioxide immission in the region of „Ożarów” Cement Plant in the years 1995-2000. Allowable average annual immission [ $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**

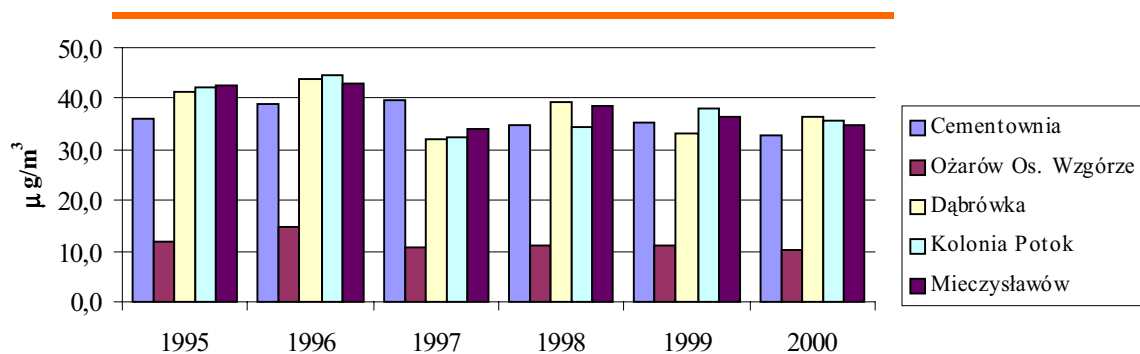
Oznaczenie  $\text{SO}_2$  prowadzone jest wg PN-76/Z- 04104.01 polegającej na pochłanianiu  $\text{SO}_2$  w roztworze czterochlorortęcianu sodowego. Wszystkie normowane parametry rozkładu stężeń w analizowanym okresie są niższe od wartości dopuszczalnych. Duży spadek stężeń średniorocznych obserwowany w roku 1997 był wynikiem zmniejszenia produkcji siarki w zagłębiu tarnobrzeskim. W rejonie Ożarowa jest obserwowany wzrost stężeń średniodobowych w okresie grzewczym, zdecydowany spadek w sezonie letnim wahający się średnio na poziomie 270%, w okolicach cementowni zmienność ta jest mniejsza około 170%.

### Pył zawieszony

Pomiary średniodobowe wykonywano za pomocą metody reflektometrycznej polegającej na zmierzeniu stopnia zaczernienia bibuły filtracyjnej po przepuszczeniu określonej ilości powietrza.

Oznaczenie reflektometryczne polega na pomiarze intensywności odbitego światła od filtra pokrytego badanym pyłem za pomocą czułego galwanometru sprzężonego z fotokomórką. Dla punktów znajdujących się w sąsiedztwie Cementowni wyniki stężenia zapylenia oznaczane metodą reflektometryczną przeliczane są za pomocą wzoru  $S_{24(\text{wag})} = 8,39 S_{24(\text{ref})}^{0,65(3,4)}$ , zwanego współczynnikiem korelacji. Wyznaczony został w 1995 roku przez porównanie wyników 24 h z metody

reflektometrycznej i wagowej. Wszystkie normowane parametry stężeń w analizowanym okresie były dotrzymane.



**Ryc. 9. Imisja pyłu wokół Cementowni „Ożarów” S.A. w latach 1995-2000. Dopuszczalna imisja średnioroczna [ $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**

**Fig. 9. Dust immission in the region of „Ożarów” Cement Plant in the years 1995-2000. Allowable average annual immission [ $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ]**

Skala zapylenia atmosfery jest zwykle dobrym miernikiem uciążliwości przemysłu cementowego, a także skuteczności realizowanych programów ochrony środowiska.

Przebiegi poziomu zapylenia i znaczne różnice w średnich sezonowych sugerują jednak, że w sezonie zimowym istotny wpływ mają źródła grzewcze. Ponieważ w sezonie letnim wpływ źródeł grzewczych w rejonie Cementowni jest nikły, można uznać że stężenia w tym okresie lepiej oddają wpływ zakładu na środowisko. Biorąc pod uwagę fakt, że dodatkowo w lecie na zapylenie ma wpływ komunikacja udział Cementowni można średnio przyjąć na poziomie  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Jest to wielkość ujmująca wpływ emisji zorganizowanej, niezorganizowanej oraz wtórnego pylenia z dróg transportowych.

Integralną częścią modernizacji cementowni polegającej na zmianie technologii procesu wypału klinkieru były znaczące inwestycje w zakresie ochrony powietrza.

Pomimo znacznego zwiększenia produkcji (30 %) na przestrzeni lat 1995-2000 nie uległ pogorszeniu stan środowiska. Analizując poziom poszczególnych zanieczyszczeń które omawiano w artykule, w zakresie wszystkich w stosunku do roku 1995 zauważono poprawę. Jest to wynik systematycznej analizy pomiarów środowiskowych w stosunku do wartości otrzymywanych z pomiarów ciągłych emisji.

Dokonywana coroczna analiza statystyczna pomiarów imisji oraz opadu pyłu pokazuje kierunki działań na następane lata

## Literatura

- Walaszek J., Kościółek R.**, 2000: Największy piec o wydajności 8 000 t/dobę w Cementowni „Ożarów”, Cement – Wapno – Beton 3.
- Walaszek J., Kościółek R.**, 2000: Modernizacja pieca obrotowego w Cementowni „Ożarów”, Konferencja Naukowo – Techniczna, Zakłady Magnezytowe S.A. Ropczyce.
- eko-Labor Kraków**, 1995: Wyznaczanie współczynnika zmienności dla pyłów jasnych przy oznaczaniu stężeń pyłów metodą reflektometryczną.

**Eko-Labor Kraków**, 1998: Badania zanieczyszczenia powietrza prowadzone automatyczną stacją pomiarową w rejonie oddziaływania Cementowni „Ożarów”.

**Opracowania statystyczne wyników pomiaru stężeń oraz opadu pyłu wykonanych w latach 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 w sieci zakładowej Cementowni „Ożarów”** – prace na zlecenie Cementowni Ożarów.

