

Bożena SKOTNICKA  
Politechnika Śląska, Gliwice

## CHARAKTERYSTYKA PETROGRAFICZNA I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA PIASKÓW Z KOPALNI „KOTLARNIA”

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań granulometrycznych, mineralogicznych, chemicznych oraz geotechnicznych czwartorzędowych piasków ze złoża „Kotlarnia”. Badania te pozwoliły określić skład mineralny piasków, jak również możliwości szerokiego ich wykorzystania w budownictwie.

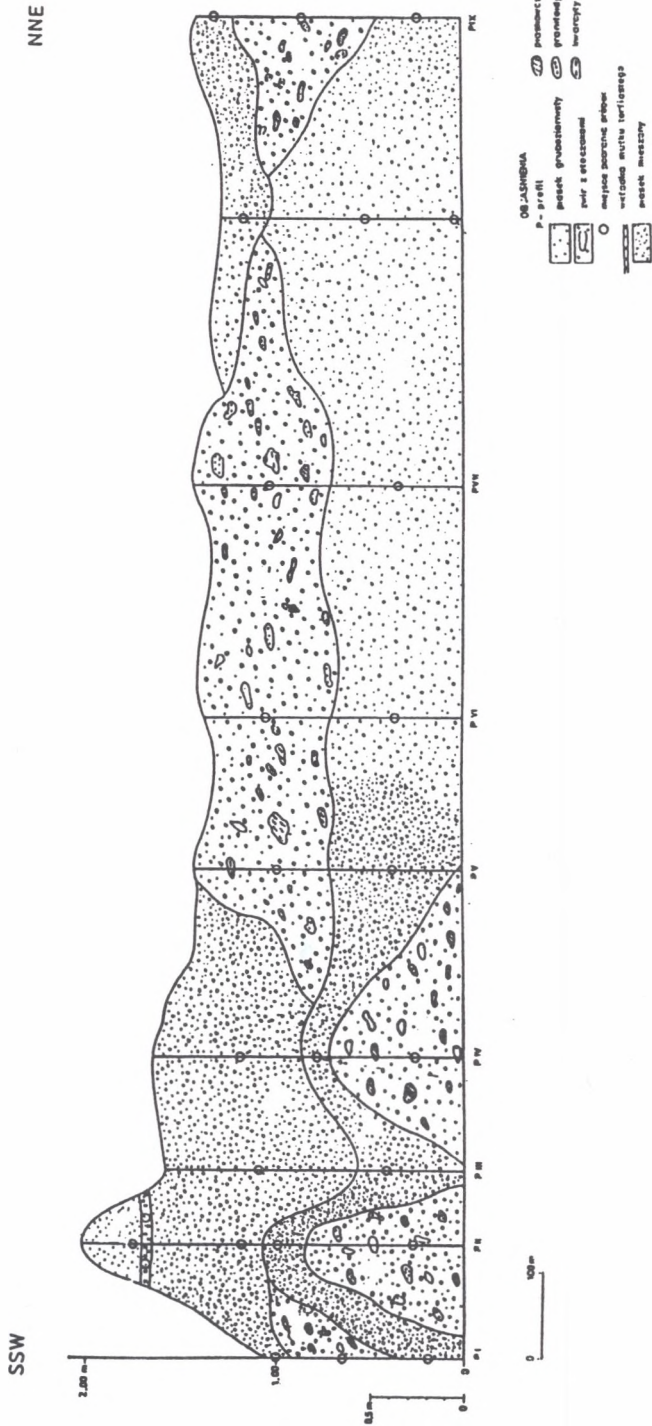
## THE PETROGRAPHIC CHARACTERISTICS AND POSSIBILITIES OF USING OF SANDS FROM “KOTLARNIA” MINE

**Summary.** This article presents the results of the grain composition, mineral composition, chemical and geotechnical analysis of sands from “Kotlarnia” mine.

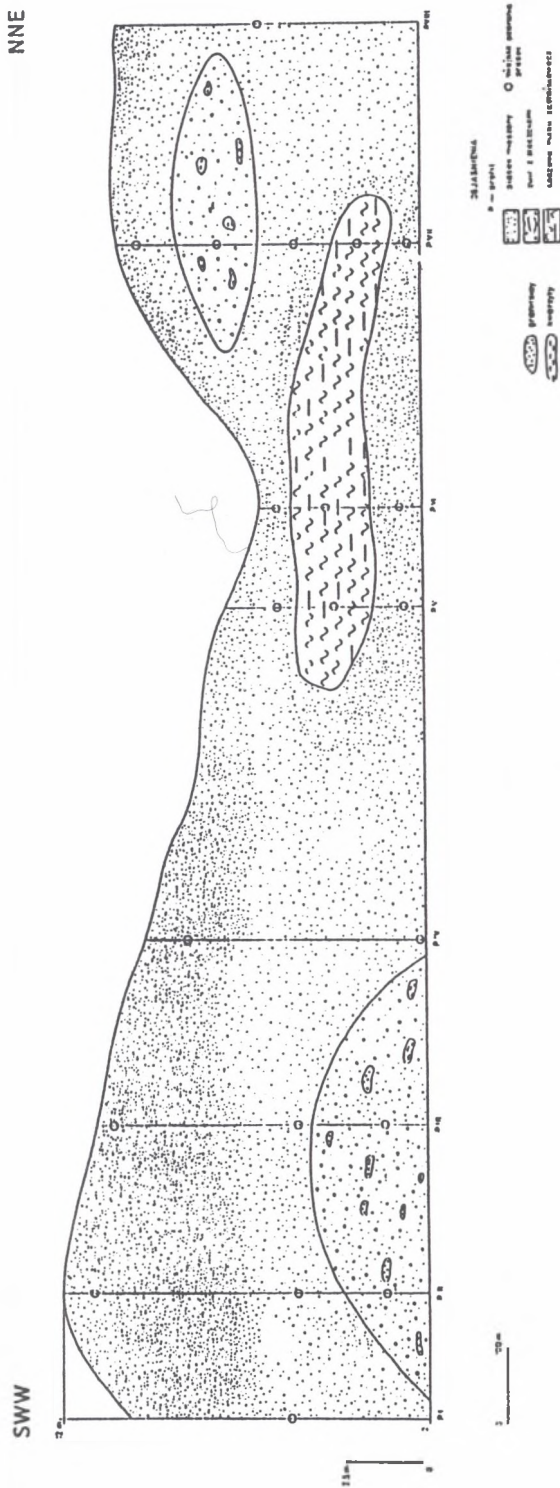
The investigations allowed to define the range of their use as construction material.

### Wstęp

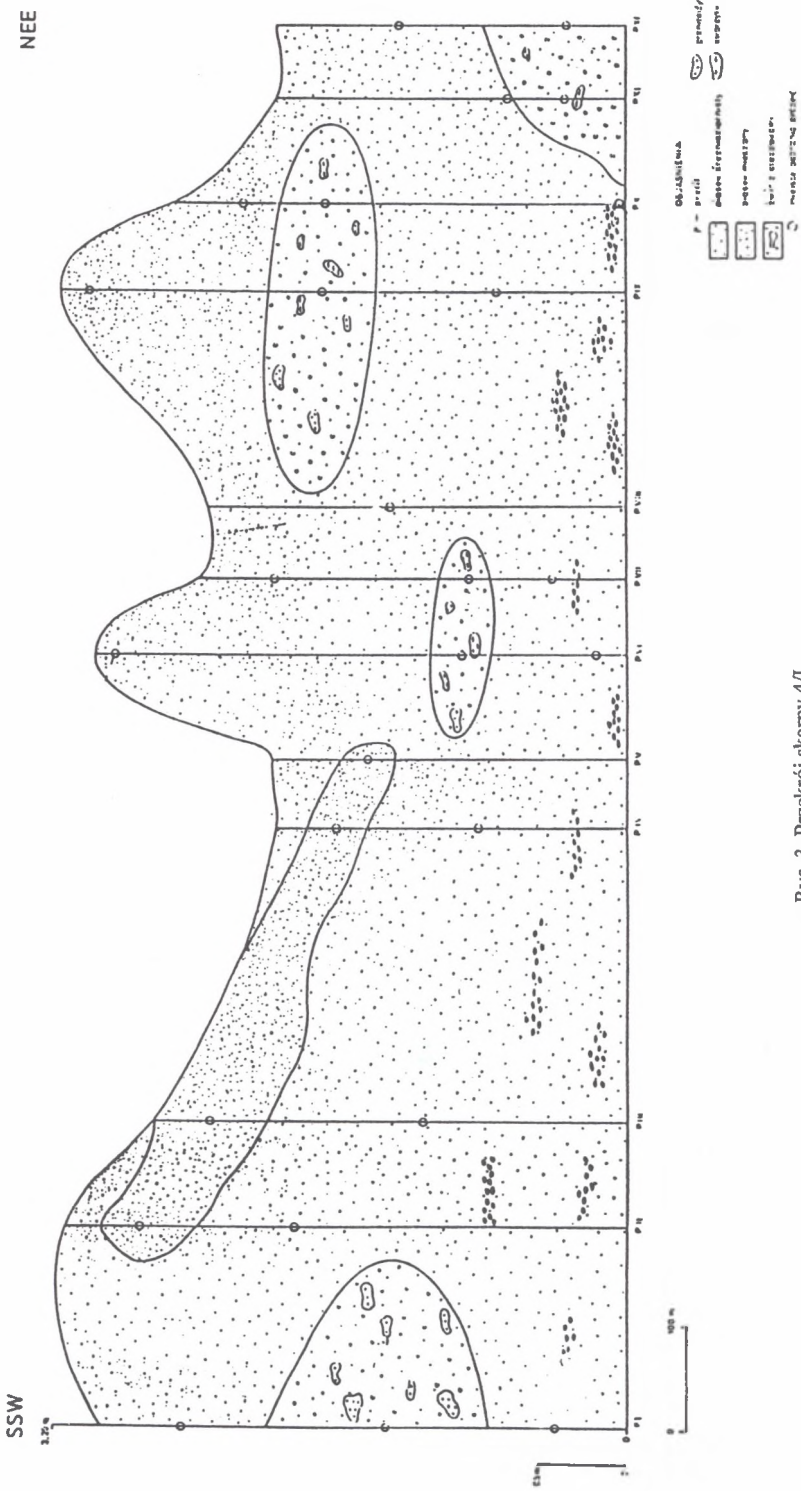
Złoże czwartorzędowych piasków „Kotlarnia” usytuowane jest w Kotlinie Raciborskiej. Na ukształtowanie obszaru piaskowni miały wpływ procesy zachodzące w plejstocenie, a szczególnie w trakcie zlodowaceń środkowopolskiego i północnopolskiego [1], [2], [3]. Czynniki te spowodowały, że omawiany obszar pokryty jest osadami fluwiogłacjalnymi, rzecznyymi, zastoiskowymi oraz eolicznymi, które wzajemnie się na siebie nałożyły [4], [5].



Rys. 1. Przekrój skarpy 2/II  
Fig. 1. Section scarp 2/II



Rys. 2. Przekrój skarpy 3/I  
Fig. 2. Section scarp 3/I



Rys. 3. Przekrój skarpy 4/I  
Fig. 3. Section scarp 4/I

Do tej pory piaski ze złoża "Kotlarnia" były stosowane wyłącznie w górnictwie do pod-sadzki. Można przypuszczać, iż mogą one być wykorzystywane również w innych gałęziach gospodarki. W tym celu podjęto ich badania granulometryczne, mineralogiczno – petrogra-ficzne, chemiczne i geotechniczne.

Do badań pobierano próbki piasku w kopalni "Kotlarnia" z odsłoniętych robotami górnictwymi skarp. W odsłonięciach tych nie zaobserwowano struktur sedymentacyjnych, tyl-ko w niektórych partiach skarp widoczne jest równoległe warstwowanie występujących utwo-rów. Piaski te cechują się dużym zróżnicowaniem barwy i uziarnienia. To zróżnicowanie było głównym kryterium opróbowania. Próbki pobrano uwzględniając zróżnicowanie piasków w profilach pionowych i poziomych. Ogółem z całego złoża pobrano 10 próbek piasku.

Skarpa 2/II (numeracja stosowana przez kopalnię) o maksymalnej wysokości 2,0 m i długości 1500 m usytuowana jest we wschodniej części złoża (rys. 1). Skarpa 3/I o maksymalnej wysokości 12 m i długości 2000 m znajduje się w centralnej części wyrobiska (rys. 2). Skarpa 4/I o maksymalnej wysokości 3,20 m i długości 1300 m występuje w zachodniej partii złoża (rys. 3).

## Analiza granulometryczna piasków

Pobrane próbki piasku z poszczególnych skarp poddano analizie granulometrycznej i wyliczono podstawowe wskaźniki uziarnienia: - medianę  $M_d$ , wysortowanie  $\delta_1$ , skośność  $Sk_1$ , spłaszczenie  $K_G$ , średnią średnicę  $M_z$ .

Tabela 1

Analizy granulometryczne piasku ze złoża "Kotlarnia"

	Sk2/II			Sk3/I			Sk4/I			
	PII	PV	PVIII	PIII	PIV	PVIII	PIII	PVI	PX	PXII
>0,80mm	9,50	11,58	10,21	12,32	2,02	4,02	14,98	7,11	11,28	11,76
0,80-0,50mm	22,07	13,59	30,71	13,35	5,95	17,88	29,25	11,84	9,45	13,12
0,50-0,25mm	40,10	30,00	43,72	38,05	27,86	50,55	39,04	55,08	61,14	41,61
0,25-0,125mm	20,60	26,74	10,15	24,94	38,10	20,02	13,32	18,49	10,24	28,00
0,125-0,063mm	6,50	16,06	3,02	9,25	24,10	6,05	1,11	5,09	4,90	3,32
0,063-0,040mm	1,20	1,99	1,99	1,99	1,77	0,96	1,50	1,41	2,00	1,39
<0,040mm	0,03	0,04	0,20	0,10	0,20	0,52	0,80	0,98	0,99	0,80
<b>Suma</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
$M_d$	1,45	1,07	1,30	1,50	1,35	1,50	1,10	1,20	1,25	1,50
$\Delta_1$	1,20	1,09	0,80	1,07	0,99	1,02	1,04	0,91	0,70	1,02
$Sk_1$	0,30	0,40	0,57	0,24	0,29	0,34	0,33	0,21	0,09	0,22
$K_G$	1,20	1,00	1,12	1,04	1,35	1,35	1,06	1,24	0,82	0,99
$M_z$	1,50	1,80	1,40	1,46	1,40	1,60	1,07	1,30	1,40	1,47

Na podstawie przeprowadzonych badań uziarnienia piasków z "Kotlarni" można stwierdzić, że w obrębie piaskowni występują zróżnicowane piaski pod względem uziarnienia, jak i statystycznych wskaźników uziarnienia. Dostrzega się, że największą niejednorodnością cechują się piaski występujące we wschodniej części złoża (skarpa 2/II), gdzie dominuje frakcja średnioziarnista przy znacznych domieszkach frakcji grubo- i drobnoziarnistych. Piaski wykazują w przewadze słaby stopień wysortowania i zróżnicowane pozostałe statystyczne wskaźniki uziarnienia, sporadycznie stwierdzono tylko ich średnie wysortowanie.

W partiach centralnej i zachodniej części złoża (skarpy 3/I i 4/I) piaski są bardziej jednorodne. Można wyróżnić w nich dwa oddzielne zespoły. Jeden w spągu skarp zbudowany z frakcji średnioziarnistej przy znacznych domieszkach frakcji grubszych o średnim stopniu wysortowania. W warstwach środkowych i stropowych skarpy piaski obok frakcji średnioziarnistej zawierają znaczne domieszki drobnoziarnistych osadów. Cechują się one lepszym stopniem wysortowania i mniejszym zróżnicowaniem pozostałych statystycznych wskaźników uziarnienia, niż piaski ze spągu.

## **Skład mineralno-petrograficzny piasków**

Kwarc w piaskach stanowi ponad 90% ich składu mineralnego. Analiza w mikroskopie skaningowym wykazała zróżnicowane powierzchnie ziaren kwarcu.

Zróżnicowanie to związane jest z wielokrotną obróbką, zarówno w środowisku wodnym, glacialnym, jak i eolicznym.

Ziarna o wygładzonych brzegach stwierdzone we wszystkich skarpach są związane prawdopodobnie ze środowiskiem wodnym, z wodami o dużej dynamice transportu.

Ziarna o wygładzonych brzegach, lecz nierównej, silnie zniszczonej powierzchni, na której skupiają się wodorotlenki żelaza i minerały ilaste, stwierdzono głównie w spągowych partiach skarp 3/I i 4/I. Można wyróżnić wśród nich formy rzeźby powstałej w trakcie pierwotnej obróbki związanej ze środowiskiem glacialnym (zagłębienia na powierzchni pochodzenia mechanicznego), a także z działalnością środowiska wodnego o zróżnicowanej sile nośnej (wygładzenie brzegów).

Na niektórych ziarnach stwierdzono wytrącenia na ich powierzchni minerałów wtórnych, co może wskazywać na zdeponowanie tych ziaren w wodach o charakterze zastoisko-

wym. W stropie skarpy 4/I występują ziarna kwarcu o ospowatej powierzchni, a także wytrawione, które zawierają również minerały wtórne. Ziarna te zostały poddane wielokrotnej obróbce w środowisku eolicznym (ospowata powierzchnia), zanim sedymentowały w środowisku wód spokojnych.

W znacznie mniejszych ilościach stwierdzono skalenie o słabym stopniu obtoczenia. W formie domieszek występują okruchy skalne: granitoidy o strukturze średnioziarnistej i drobnoziarnistej.

Obok granitoidów występują krzemienie o brązowej i czarnej barwie, oraz beżowe kwarcyty. Wszystkie okruchy skalne są słabo obtoczone o ostrokrawędzistych brzegach.

Na uwagę zasługują okruchy piaskowców, które są zróżnicowane zależnie od usytuowania w złożu. We wschodniej części złoża (Skarpa 2/II) stwierdzono piaskowce o spoiwie krzemionkowo – glaukonitowym, które nie występują w pozostałych partiach złoża. W części centralnej i zachodniej wyróżniono tylko piaskowce o spoiwie krzemionkowo – ilastym.

## Analiza chemiczna piasków

Tabela 2

Analiza chemiczna piasku z kopalni "Kotłarnia"

	Sk2/II			Sk3/I			Sk4/I			
	PII	PV	PVIII	PIII	PIV	PVIII	PIII	PVI	PX	PXII
SiO <sub>2</sub>	94,91	94,31	93,98	94,93	94,50	95,36	95,04	95,16	95,72	95,43
TiO <sub>2</sub>	śląd	śląd	śląd	śląd	śląd	śląd	śląd	śląd	śląd	śląd
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,01	2,15	2,07	1,11	1,10	0,94	0,57	0,75	0,52	0,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,01	1,12	0,97	1,34	1,42	1,00	1,13	1,35	1,10	1,35
MnO	0,29	0,27	0,25	0,30	0,35	0,37	0,20	0,35	0,30	0,25
MgO	0,41	0,22	0,25	0,38	0,65	0,37	0,35	0,25	0,18	0,15
CaO	0,26	0,44	0,30	0,28	0,15	0,21	0,15	0,18	0,28	0,30
Na <sub>2</sub> O	0,12	0,11	0,10	0,11	0,13	0,15	0,13	0,12	0,15	0,13
K <sub>2</sub> O	0,18	0,19	0,25	0,25	0,22	0,28	0,20	0,25	0,24	0,27
Str. Praż	0,32	0,27	0,73	0,53	0,50	0,48	0,76	0,48	0,73	0,80
Wilgoć	0,41	0,32	0,27	0,20	0,18	0,21	0,41	0,43	0,20	0,20
<b>Suma</b>	<b>99,92</b>	<b>99,40</b>	<b>99,17</b>	<b>99,43</b>	<b>99,20</b>	<b>99,37</b>	<b>98,94</b>	<b>99,32</b>	<b>99,62</b>	<b>99,38</b>

Na podstawie analizy chemicznej (tabela 2) można stwierdzić, że zawartość  $\text{SiO}_2$  w omawianym złożu waha się od 94,31% do 95,72%. Ilość  $\text{Al}_2\text{O}_3$  jest zmienna od 0,50% do 2,15%. Wzbogacenie w glinę próbek piasku jest związane ze wzrostem zawartości minerałów ilastych, a także skaleni. Zawartość  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i  $\text{MnO}$  jest zróżnicowana. Składniki te występują głównie w postaci wodorotlenków, które tworzą otoczki na ziarnach kwarcu i wypełniają mikroszczeliny na jego powierzchni. Pozostałe składniki  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  i  $\text{K}_2\text{O}$  występujące w niewielkich ilościach mogą być zaadsorbowane przez wodorotlenki żelaza, jak i minerały ilaste - kaolinit. Potwierdzeniem występowania kaolinitu są wyniki analizy rentgenograficznej i termiczno-różnicowej.

### Piasek płukany

Z zakładu przeróbczego kopalni pobrano trzy próbki piasku, na których wykonano analizę granulometryczną i chemiczną. Na podstawie badań granulometrycznych stwierdzono, że w piaskach płukanych dominuje frakcja 0,5 mm – 0,25 mm. Ponad 50% tej frakcji występującej w badanych próbkach pozwala zgodnie z wymogami technologicznymi na stosowanie tego piasku dla przemysłu szklarskiego. Także analiza chemiczna wykazała, że podczas uszlachetniania piasku przez płukanie spada ilość niekorzystnych domieszek, takich jak żelazo i minerały ilaste, poniżej 1,0%, i wzrasta ilość  $\text{SiO}_2$ . Piasek płukany może być wykorzystany w przemyśle szklarskim do produkcji szkła kolorowego.

### Badania geotechniczne piasków

Próbki piasku poddano badaniom geotechnicznym oznaczając wskaźnik  $U$  określający stopień różnoziarnistości oraz wskaźnik  $Cr$  mówiący o ich jednorodności, wilgotność optymalną, wskaźnik wodoprzepuszczalności, kąt tarcia wewnętrznego, gęstość objętościową (tabela 3).

Na podstawie przeprowadzonych oznaczeń uziarnienia i wodoprzepuszczalności (zgodnie z normą PN – 88/S – 02205) można stwierdzić, że badane piaski pod względem technologicznym odpowiadają utworom jednorodnym. Oznaczona wilgotność optymalna piasków wskazu-



je, że są one dobrze zagęszczalne. Potwierdza to także kąt tarcia wewnętrznego i gęstość objętościowa.

W oparciu o normy budowlane PN – 81/B – 03020, PN – 86/B – 02480, PN – 88/S – 02205 i dane literaturowe [6] można piaski ze złoża “Kotlarnia” stosować w budownictwie do budowy nasypów kolejowych, drogowych, do budowy dróg, a także do budowy zapór ziemnych – np. wałów przeciwpowodziowych. Badane piaski mogą być także wykorzystane jako materiał do sporządzania zapraw budowlanych i produkcji kostki brukowej.

Tabela 3

## Wyniki badań geotechnicznych piasków z kopalni “Kotlarnia”

Próbka	Uziarnienie		Wilgotność optymalna [%]	Wskaźnik wodoprzepuszczalności [m/s]		Kąt tarcia wew. [°]	Gęstość objętościowa [mg/m <sup>3</sup> ]	
	U	C <sub>r</sub>		Z dołu do góry	Z góry na dół			
Sk2/II								
PII	4,00	1,21	11,0	1,09 · 10 <sup>-2</sup>	1,30 · 10 <sup>-2</sup>	36,2	1,56	1,85
PV	4,37	1,66	10,9	6,68 · 10 <sup>-2</sup>	6,92 · 10 <sup>-2</sup>	32,8	1,51	1,80
PVIII	4,00	1,17	9,2	1,04 · 10 <sup>-2</sup>	1,12 · 10 <sup>-2</sup>	35,9	1,54	1,83
Sk3/I								
PIII	4,00	0,95	11,6	1,40 · 10 <sup>-2</sup>	1,43 · 10 <sup>-2</sup>	35,7	1,49	1,77
PIV	2,83	0,85	15,0	2,69 · 10 <sup>-3</sup>	3,41 · 10 <sup>-3</sup>	32,1	1,28	1,61
PVIII	4,50	1,37	11,5	5,62 · 10 <sup>-3</sup>	5,92 · 10 <sup>-3</sup>	32,3	1,51	1,81
Sk4/I								
PIII	3,12	1,00	11,8	1,64 · 10 <sup>-2</sup>	1,67 · 10 <sup>-2</sup>	35,5	1,52	1,78
PVI	3,33	1,19	11,1	1,17 · 10 <sup>-2</sup>	1,20 · 10 <sup>-2</sup>	36,0	1,53	1,82
PX	3,10	1,20	13,3	1,22 · 10 <sup>-2</sup>	1,24 · 10 <sup>-2</sup>	35,1	1,49	1,77
PXII	3,16	1,27	12,0	1,77 · 10 <sup>-2</sup>	1,80 · 10 <sup>-2</sup>	35,3	1,51	1,77

## Wnioski

Przeprowadzone badania piasków występujących w kopalni "Kotłarnia" wykazały, że:

1. Utwory te są niejednorodne pod względem uziarnienia przeważa w nich frakcja średnioziarnista przy znacznych domieszkach frakcji grubszych i drobniejszych. Dominują piaski o średnim stopniu wysortowania przy mniejszych ilościach piasku słabo wysortowanego.
2. Kwarc stanowiący ponad 90% minerałów w piaskach wykazuje zróżnicowany stopień obtoczenia. Wyróżniono osobniki o zniszczonej powierzchni i słabym stopniu obtoczenia, jak również minerały o dobrym stopniu obtoczenia. Zróżnicowanie to związane jest z wielokrotną obróbką tych minerałów. Obok kwarcu wyróżniono śladowe ilości skaleni, a także okruchy skalne granitoidy, piaskowce, krzemienie i kwarcyty.
3. W składzie chemicznym obok krzemionki (95%) występują domieszki glinki i tlenków barwiących –  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i  $\text{MnO}$ . Obecność domieszek ogranicza zastosowanie badanych piasków w niektórych gałęziach przemysłu np. szklarskim ceramicznym, formierskim i odlewniczym.
4. Oznaczone parametry geotechniczne w piaskach pozwalają na wielokierunkowe ich zastosowanie w budownictwie:
  - do budowy nasypów kolejowych, drogowych,
  - do sporządzania zapraw budowlanych produkcji kostki brukowej oraz cegieł.

Piasek płukany może być wykorzystany w przemyśle szklarskim do produkcji szkła kolorowego.

## LITERATURA

1. Kleczkowski A.: Piaski podsadzkowe województwa opolskiego. Materiały Studiów Opolskich z.30. Opole 1974.
2. Kotlicka G.: Wykształcenie osadów czwartorzędowych w rejonie piaskowni Kotłarnia. Przewodnik XIV Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Warszawa 1974.
3. Kotlicka G.: Czwartorzęd okolic Kotłarni na zachód od Gliwic. Biuletyn Instytutu Geologicznego nr 282. Warszawa 1975.

4. Lewandowski J.: Zasięg lądolodu zlodowacenia środkowopolskiego na Wyżynie Śląskiej. Biuletyn Instytutu Geologicznego nr 337, Z badań czwartorzędu w Polsce, tom 26. Warszawa 1982.
5. Magiera J., Sobolewska M.: Profil czwartorzędowych osadów z piasków w Kotłarni koło Gliwic. Przegląd Geologiczny nr2, 1980.
6. Wiłun Z: Zarys geotechniki. Wydawnictwo Transportu i Łączności. Warszawa 1982.

PN – 88/S – 02205 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.

PN – 81/B – 03020 Grunty budowlane. Posadowienie budowli.

PN – 86/ B – 02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Andrzej Paulo

## Abstract

The investigations of the sands from “Kotłarnia” mine proved the differentiation of their grain composition and petrographic composition.

This differentiation is connected with localization of the sands in the deposit. The sands various in the east part of the deposit have various grain composition. The sands in the west part of the deposit are various. The sands in the central part of the deposit present the weaker differentiation.

Geotechnical investigations proved that the sands from “Kotłarnia” mine could be used in various branches of construction, for instance in road building.