ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1965

Seria: GÓRNICTWO z. 14 Nr kol. 145

KAZIMIERZ CHMURA

BADANIA PETROGRAFICZNE TRZECIORZĘDOWYCH PIASKÓW KWARCOWYCH Z OKOLIC BOLESŁAWCA

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki petrograficznych badań piasków kwarcowych z okolic Bolesławca z punktu widzenia ich genezy i warunków sedymentacji. Podano skład ziarnowy mineralny i chemiczny oraz charakter petrograficzny piasku kwarcowego z 8 odkrywek. Na podstawie ustalonych wskaźników wysortowania materiału podano też wnioski odnośnie genezy tych piasków.

1. Wstęp

Piaski kwarcowe w okolicy Bolesławca występują w poziomie piaskowca kwarcytowego, który wykorzystywany jest w przemyśle materiałów ogniotrwałych. Piaskowiec ten w ceramice ogniotrwałej znany jest z doskonałych własności fizycznych oraz z dużej zawartości SiO_2. Dzięki tym własnościom "kwarcyt" bolesławiecki jest chętnie stosowany do produkcji krzemionkowych wyrobów ogniotrwałych. Piaski kwarcowe natomiast, występujące w poziomie tego piaskowca i które są genetycznie z nim związane, nie są szerzej przemysłowo wykorzystane. W latach pięćdziesiątych były one przez przemysł materiałów ogniotrwałych eksploatowane w kopalni "Hermanówka" położonej w Kierznie, a ostatnio nawet były też przedmiotem zainteresowania przemysłu szklarskiego, który dorywczo wydobywał piaski kwarcowe w kopalni "Kleszczowa".

Interesujące odsłonięcia tych piasków kwarcowych oraz charakterystyczne ich wykształcenie w poziomie "kwarcytowym" skłoniło autora do przeprowadzenia bardziej szczegółowych badań.

W tym celu opróbkowanych zostało 8 odsłonięć, najbardziej typowych dla poziomu piaskowca kwarcytowego. Próbki pobrano ze stropu środka i spągu odsłaniającego się poziomu. W sumie przeanalizowano 37 próbek. Otrzymane wyniki przedstawiono w tablicach i na wykresach. Miejsca pobrania próbek uwidoczniono na szkicu oraz na wycinkowych profilach ścian poszczególnych odkrywek.

2. Ogólna charakterystyka geologiczna obszaru występowania piasków

Stratygraficznie piaski kwarcowe, występujące w okolicach Bolesławca, zaliczane są do trzeciorzędu niecki północnosudeckiej. Trzeciorzęd tej niecki był przedmiotem wielu publikacji geologicznych, w których zajmowano się m.in. stratygrafią węgli brunatnych oraz stratygrafią i genezą piaskowca kwarcytowego [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 17, 18].

Nie wnikając szczegółowo w zagadnienie pozycji stratygraficznej pokładów węgla i warstw piaszczysto-ilastych oraz piaskowca kwarcytowego, podamy tylko w ogólnych zarysach rozprzestrzenienia interesującego nas poziomu piaskowcowego. Wychodnie poziomu trzeciorzędowego piaskowca występują w większości na wzniesieniach morfologicznych terenu.

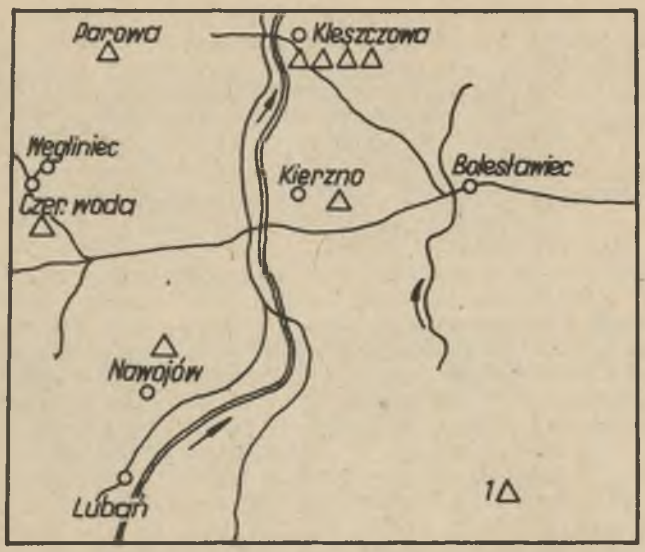
Charakter występowania piaskowców kwarcowych w obrębie piaskowca kwarcytowego jest bardzo zróżnicowany i to zarówno pod względem miąższości jak też rozprzestrzenienia obszarowego. We wszystkich odsłonięciach miąższość piasków kwarcowych jest zmienna i waha się od kilku centymetrów do ponad 3,0 m. Często granica między piaskowcem a piaskiem jest niewyraźna i przebiega bardzo nieregularnie. W związku z tym, nie można ustalić prawidłowości w przebiegu sylifikacji poziomu piasków kwarcowych. Proces ten przebiegać musiał nieregularnie w różnych kierunkach. Ponadto w piaskach tych nie dostrzega się warstwowania.

2. Opróbkowanie i opis odsłonięć

Opróbkowaniem objęto piaski z poziomu piaskowca kwarcytowego odsłaniającego w Nawojowie Łużyckim, Kierznie, Osiecznicy - Kleszczowej, Parowej i Czerwonej Wodzie, a zatem opróbkowano poziom piasku kwarcowego w punktach, oddalonych od siebie około 30 km.

2.1. Nawojów Łużycki (Kopalnia "Nawojów")

Na terenie Nawojowa Łużyckiego niewiele jest odsłonięć piasków kwarcowych. Piaski kwarcowe występują tutaj w kilku miejscach w obecnie wybieranych ścianach piaskowca kwarcytowego. Ze ściany eksploatowanego piaskowca pobrano 4 próbki (rys. 2a). Piaski w Nawojowie Łużyckim odznaczają się brakiem warstwowania i na ogół posiadają barwę jasnoszarą. Są one lekko spojone krzemionką co umożliwia utrzymywanie pionowej ściany o wysokości około 3 m. Piaski te wyklinowują się nieregularnie we wszystkich kierunkach. Daje się też w tym poziomie zauważyć drobne skupienia piasku wśród samego piaskowca kwarcytowego.

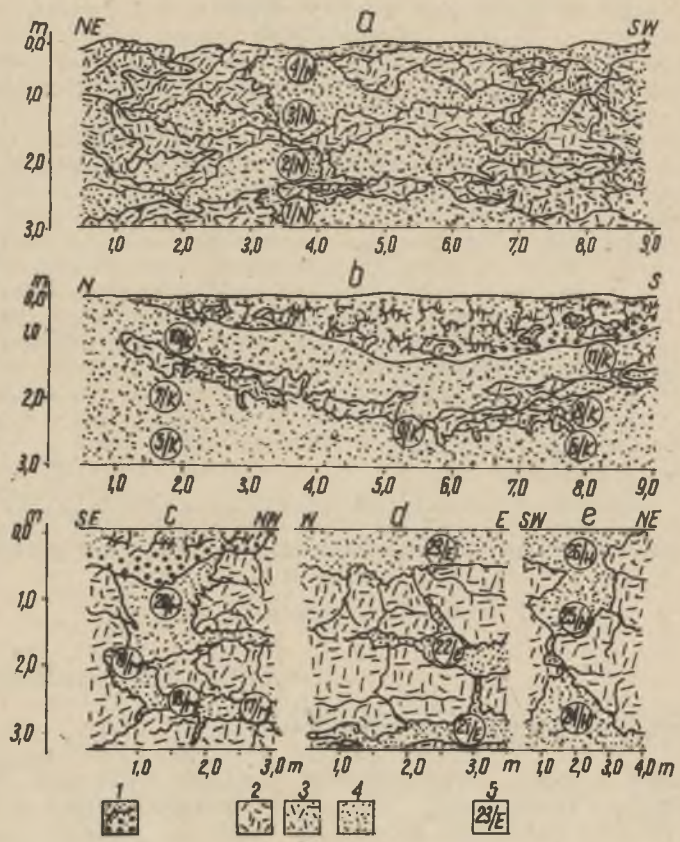


Rys. 1. Szkic sytuacyjny opróbkowanych odkrywek piasków kwarcowych

1 - miejsca pobrania próbek

2.2. Kierzno (Kopalnia "Hermanówka")

W nieczynnej kopalni "Hermanówka" poziom piasku kwarcowego jest najlepiej odsłonięty. Piasek występuje tutaj w warstwie ułożonej prawie poziomo. Miąższość warstwy piasku jest zmienna i waha się od 0,4 do ponad 3 m. Piasek z kopalni "Hermanówka" był eksploatowany do roku 1957 przez przemysł materiałów ogniotrwałych, a obecnie jest wydobywany tylko dorywczo. W miejscu gdzie najlepiej zachowana jest ściana (rys. 2b) pobrano 7 próbek. Piaski te są drobnoziarniste z przewagą ziarn ostrokrawędzistych. W partii środkowej warstwy występuje wkładka piaskowca kwarcytowego, która rozprzestrzenia się w piasku nieregularnie, często przechodzi gwałtownie lub łagodnie w piasek. Są to raczej większe skupienia piaskowca o kształcie wydłużonym, które w kierunku północno wschodnim przechodzą w 1-2 m ławice [7]. W omawianym odsłonięciu nie dostrzega się wyraźnego warstwowania. Są to piaski drobnoziarniste, bez zanieczyszczeń ilastych i nalotów limonitowych. Barwa tych piasków jest biała lub jasnokremowoszara.



Rys. 2. Wycinkowe profile ścian poziomu piaskowca kwarcytowego

a - profil ściany kopalni "Nawojów" w Nawojowie Łużyckim, b - profil ściany kopalni "Hermanówka" w Kierznie, c - profil kopalni "Marek", d - profil ściany kopalni "Edek", e - profil ściany kopalni "Hanka"

1 - piasek i glinu czwartorzędowa, 2 - piaskowiec kwarcytowy typu krystalicznego, 3 - piaskowiec kwarcytowy typu cementowego, 4 - piasek kwarcowy, 5 - miejsce pobrania próbki w profilu ściany

2.3. Osiecznica - Kleszczowa - Osieczów

Na obszarze położonym nad Kwisą między Osiecznicą a Osieczowem występuje poziom piaskowca kwarcytowego, który jest najlepiej rozwinięty i dość dobrze odsłonięty. Z obszaru tego najwięcej wydobyto piaskowca kwarcytowego dla potrzeb przemysłu materiałów ogniotrwałych. W piaskowcu tym występuje fauna i flora kopalna.

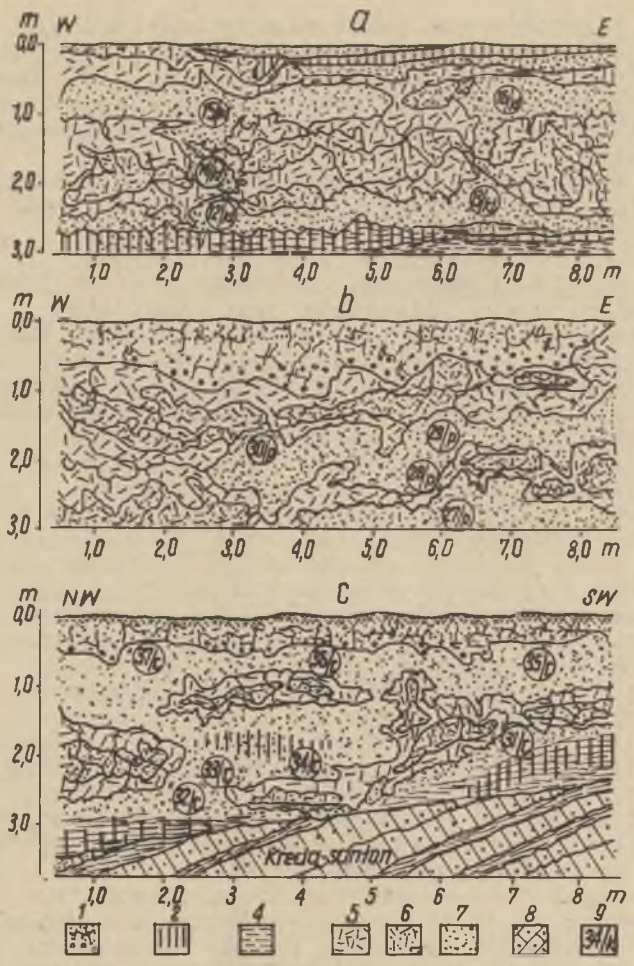
W latach powojennych było tutaj czynnych kilka kopalń, w których odsłaniały się w mniejszej lub większej ilości piaski kwarcowe.

2.3.1. Kopalnia "Kleszczowa" położona jest po prawej stronie rzeki Kwisy, gdzie odsłonięty jest piaskowiec kwarcytowy, który przewarstwia się z piaskiem kwarcowym. Piaski te występują tutaj na wszystkich trzech poziomach eksploatacyjnych kopalni. Na całej długości ścian (około 80 m) powtarza się następstwo warstw piaskowca kwarcytowego z warstwami piaszczysto-węglowymi (rys. 3a). Piaskowiec występuje tutaj w środku 3 m warstwy piasku kwarcowego. W spągu natomiast występuje ił barwy jasnoszarej, a nad nim cienka warstewka piaszczysto ilastego węgla brunatnego. Na warstwie tej występują piaski kwarcowe, które nie są oddzielone równą płaszczyzną lecz zazębiają się w nieregularny sposób z niżej leżącą warstwą węglową. W profilu pionowym omawianej ściany pojawiają się nad piaskowcem kwarcytowym takie same piaski jak w jego spągu. Należy tu zaznaczyć, że piaski, występujące w omawianej kopalni, przechodzą na skutek sylifikacji we wszystkich możliwych kierunkach w piaskowiec o różnym stopniu zwięzłości. Obserwując te przejścia daje się zauważyć pewne następstwo, a mianowicie idąc od środka ławicy "kwarcytu" ku jej kontaktowi z piaskiem napotykamy kolejno na piaskowiec kwarcytowy typu cementowego, następnie piaskowiec typu krystalicznego a bliżej już kontaktu występuje przeważnie piaskowiec kruchy porowaty i słabo zsylifikowany. Miejsca z których pobrano próbki przedstawiono na profilach (rys. 3a).

Piaski kopalni "Kleszczowa" są drobnoziarniste, barwy od białej do brunatnej, przy czym to ostatnie zabarwienie pochodzi od pyłu substancji węglowej. Są one związane facjalnie i stratygraficznie z piaskowcem kwarcytowym [1, 2, 3, 4, 5].

Miąższość poszczególnych warstw piasku kwarcowego jest w okolicach Osiecznicy, a przede wszystkim w obrębie kopalni "Kleszczowa" bardzo zmienna (0,10-2,0 m). Ułożenie ich w przestrzeni jest nieregularne. Spowodowane to jest z przejściem badanych piasków w piaskowiec na skutek sylifikacji.

2.3.2. Kopalnia "Marek", "Edek" i "Hanka". Piasek w kopalni "Marek" występuje w postaci odosobnionych skupień w obrębie odsłoniętych ławic piaskowca kwarcytowego. Miąższość piasku kwarcowego w poszczególnych skupieniach na terenie kopalni "Marek" jest zmienna (0,20-2,0 m), brak warstwowania. Są one lekko spojone krzemionką, wskutek czego mogą one utrzymywać



Rys. 3. Wycinkowe profile ścian poziomu piaskowca kwarcytowego

a - profil ściany kopalni "Kleszczowa", b - profil ściany odkrywki w Parowej, c - profil ściany odkrywki w Czerwonej Wodzie

1 - piasek i glina czwartorzędowa, 2 - węgiel brunatny, 3 - węgiel brunatny z iłem, 4 - ił, 5 - piaskowiec kwarcytowy typu krystalicznego, 6 - piaskowiec kwarcytowy typu cementowego, 7 - piasek kwarcowy, 8 - kredowe piaskowce z iłami, 9 - miejsce pobrania próbki w profilu ściany odkrywki

się w pionowej ścianie, rozsypując się dopiero przy dotknięciu. Piasek ten przechodzi nieregularnie w piaskowiec podobnie jak piaski kopalni "Kleszczowa" (rys. 3a).

Z najlepiej odsłoniętych partii piasku pobrano 4 próbki, (rys. 2c).

Piasek kopalni "Marek" posiada w stropie warstwy barwę jasnoszarą z odcieniem żółtawym a w spągu białą. Jest on drobnoziarnisty i ostrokrawędzisty, co makroskopowo daje się obserwować bezpośrednio w odsłonięciu.

W kopalni "Edek" i "Hanka" występuje piaskowiec typu zlepieńcowatego. Odsłaniający się tutaj piasek jest różnoziarnisty z wyraźnie widocznymi dużymi ziarnami kwarcu o średnicy dochodzącej ponad 0,5 cm. Te większe ziarna nadają piaskowi wygląd żwirowaty. Są one widoczne w większej ilości w partii stropowej poziomu piaskowca kwarcytowego. Piaski w kopalni "Edek" i "Hanka" występują w postaci nieregularnych skupień wśród ławic "kwarcytowych". Przejścia piaskowca w piasek cechują się nieregularnością. Miąższość piasku jest zmienna i waha się od paru centymetrów do ponad 3 m. W niektórych punktach tego obszaru stwierdza się dość dobrze zachowany poziom piasku kwarcowego (miąższość do 4 m), wśród którego występuje piaskowiec kwarcytowy w postaci większych soczewek. Z najlepiej odsłoniętej partii pobrano próbki, przy czym w kopalni "Edek" pobrano 3 próbki (rys. 2d) i trzy próbki w kopalni "Hanka" (rys. 2e). Barwa piasku jest biała i jasnoszara.

2.4. Kopalnia "Parowa" (dawniej "Głębokie")

Nieczynna kopalnia Parowa jest oddalona od Osiecznicy o ok. 18 km w kierunku zachodnim. Występujący tutaj piasek kwarcowy jest odsłonięty w ścianie północnej i wschodniej nieczynnego wyrobiska. Próbki pobrano ze ściany północnej, w której najlepiej jest odsłonięty piasek kwarcowy, występujący w 1,5 m warstwie przedzielonej piaskowcem kwarcytowym. Piasek ten przechodzi wzdłuż rozciągłości i po upadzie w piaskowiec. Z dobrze odsłoniętej ściany odkrywki pobrano próbki (rys. 3b).

Makroskopowo jest to piasek drobnoziarnisty, chociaż w stropie występuje piasek o nieco grubszym ziarnie. Barwa tych piasków jest najczęściej jasnoszara przechodząca w spągu w bardziej jaśniejszą, prawie białą.

2.5. Kopalnia "Czerwona Woda"

W kopalni "Czerwona Woda" odsłonięty jest poziom trzeciorzędowego piaskowca kwarcytowego (rys. 3c). Poziom piaskowcowy występuje bezpośrednio na utworach kredowych. W odsłonięciu tym, wśród piasku kwarcowego, barwy jasnoszarej i szarobrunatnej, spotykany jest piaskowiec kwarcytowy przechodzący w

Tablica 1

Charakter ziarn piasku w poszczególnych frakcjach

Ilość ziarn i charakter obtoczenia	Uziarnienie mm								Razem
	pow. 4,0	4,0-2,0	2,0-2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,2	0,2-0,09	0,09-0,06	
	Zawartość, % ziarnowy								
620				Nawojów Łużycki					
obtoczone	-	0,8	0,8	3,2	4,8	4,8	1,6	1,2	17,2
średnio obtoczone	-	0,8	1,6	8,0	8,0	1,6	3,2	8,0	31,2
ostro krawędziste	-	0,8	0,8	4,8	1,6	12,8	15,4	15,4	51,6
							Razem:		100,0
1000				Kierzno					
obtoczone	0,5	1,5	3,0	5,0	1,0	3,0	4,0	2,5	20,5
średnio obtoczone	0,5	0,5	7,0	7,0	3,0	5,0	6,0	3,5	32,5
ostrokrawędziste	0,2	0,2	3,6	5,0	10,0	3,0	10,0	15,0	47,0
							Razem:		100,0
1000				Kopalnia "Kleszczowa"					
obtoczone	0,5	5,0	5,0	1,0	1,0	2,5	1,5	2,0	18,5
średnio obtoczone	0,6	7,0	6,0	4,0	3,0	7,0	6,0	5,0	38,6
ostrokrawędziste	0,4	3,0	3,0	3,0	8,0	5,5	10,0	10,0	42,9
							Razem:		100,0
1000				Kopalnia "Edek"					
obtoczone	2,8	0,2	0,8	0,7	6,0	2,0	1,0	0,3	13,8
średnio obtoczone	1,0	0,3	3,0	2,3	8,0	3,0	6,0	7,0	30,6
ostrokrawędziste	0,2	1,0	3,4	2,0	10,0	15,0	12,0	12,0	55,6
							Razem:		100,0
1000				Kopalnia "Hanka"					
obtoczone	3,0	1,0	1,0	0,8	4,5	2,1	0,8	0,2	13,4
średnio obtoczone	1,0	0,2	2,5	2,4	7,7	3,2	6,0	0,0	31,0
ostrokrawędziste	0,5	1,0	3,0	1,8	9,8	14,5	13,0	12,0	55,6
							Razem:		100,0
1000				Czerwona Woda					
obtoczone	1,5	0,5	0,5	2,0	3,0	2,0	1,0	1,5	12,0
średnio obtoczone	1,5	0,5	1,0	3,0	8,0	2,0	4,0	6,0	26,0
ostrokrawędziste	0,5	0,5	4,0	12,0	15,0	10,0	10,0	10,0	62,0
									100,0

różnych kierunkach w piasek kwarcowy. Miąższość piasku kwarcowego jest zmienna (0,30-3,0 m). W partii spągowej występuje piasek mocno zailony oraz zawęglony.

3. Petrograficzno-chemiczna charakterystyka piasków kwarcowych

Skład mineralny piasków określono na płytkach cienkich oraz pod lupą binokularną w stanie luźnym. W tym też celu badano poszczególne frakcje otrzymane z analizy sitowej. Wyniki ilościowe składu mineralnego poszczególnej frakcji posłużyły do ustalenia charakterystyki petrograficznej dla każdej odkrywki oddzielnie (tabl. 1). Skład chemiczny natomiast wykonano dla uśrednionych próbek.

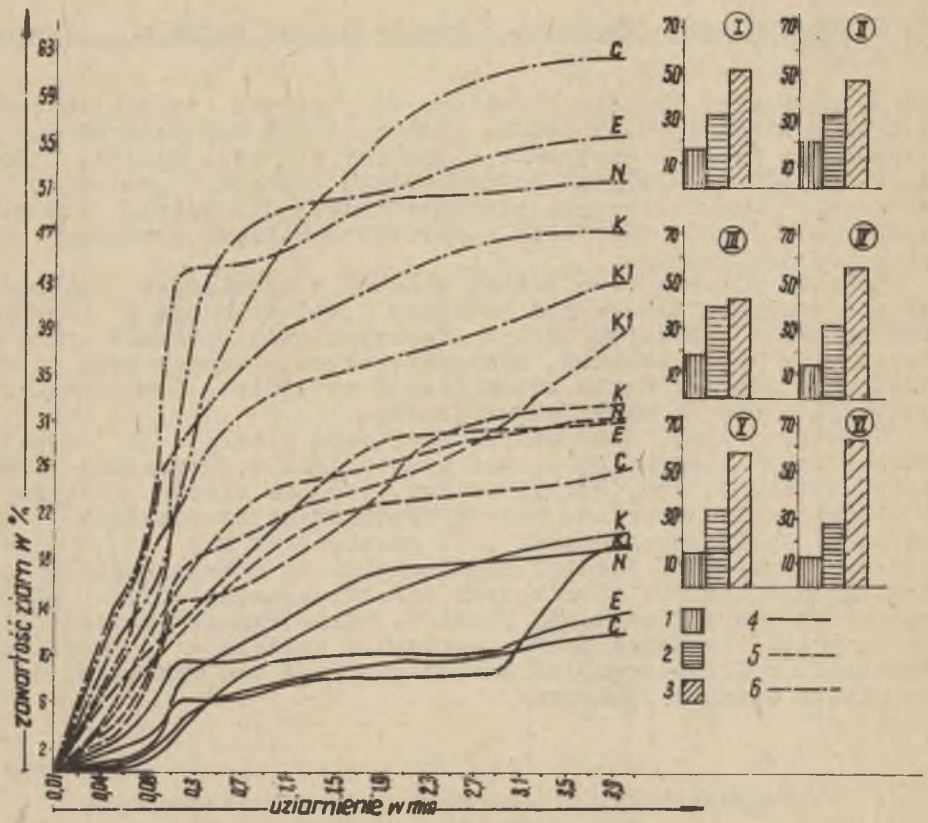
Zbadane mikroskopowo próbki piasków z omówionych odsłonięć są pod względem mineralnym zbliżone i nie wykazują w ilościowym składzie wyraźnych różnic. We wszystkich próbkach stwierdzono małą ilość skaleni, minerałów akcesorycznych oraz okruchów skał obcych. Są to zatem piaski wybitnie kwarcowe, odznaczające się na ogół jednorodnością.

Najwięcej ziarn obtoczonych zawierają piaski z kopalni "Hermanówka" a najmniej piaski występujące w "Czerwonej Wodzie" (tabl. 1, rys. 4). Ilościowy stosunek ziarn obtoczonych i średnio obtoczonych do ostrokrawędzistych przedstawia tablica 2. Wyliczony stosunek jest prawie taki sam (1:1) dla czterech odkrywek. Inaczej przedstawia się stosunek ziarn obtoczonych i średnio obtoczonych do ostrokrawędzistych piasku występującego w "Czerwonej Wodzie", gdzie wynosi on 1:2,a więc są to piaski bardziej ostrokrawędziste aniżeli w omówionych punktach. W Kleszczowej natomiast stosunek ten wykazuje, że są to piaski średnio obtoczone.

Tablica 2

Stosunek ziarn obtoczonych i średnioobtoczonych do ostrokrawędzistych

Obszar Kopalnia występowania piasku	Stosunek
Nawojów Łużycki	1:1
(Kierzno) Hermanówka	1:1
Kleszczowa	1,3:1
Edek	1:1
Hanka	1:1
Czerwona Woda	1:2



Rys. 4. Diagram stopnia obtoczenia ziarn piasku kwarcowego

1 - ziarna obtoczone, 2 - ziarna średnio obtoczone, 3 - ziarna ostrokrawędziste, 4 - krzywa kumulacyjna ziarn obtoczonych, 5 - krzywa kumulacyjna ziarn średnio obtoczonych, 6 - krzywa kumulacyjna ziarn ostrokrawędzistych

N - piasek Nawojowa (I - słupki), K - piasek z Kierzna (II), Kl - piasek z Kleszczowej (III), E - piasek z Kopalni Edek (IV) H - piasek z Kopalni Hanka (V), C - piasek z Czerwonej Wody (VI)

Fot. 1. Mikrofotografia piasku kwarcowego, frakcja pow. 4 mm
Pow. 33 x, nikole x

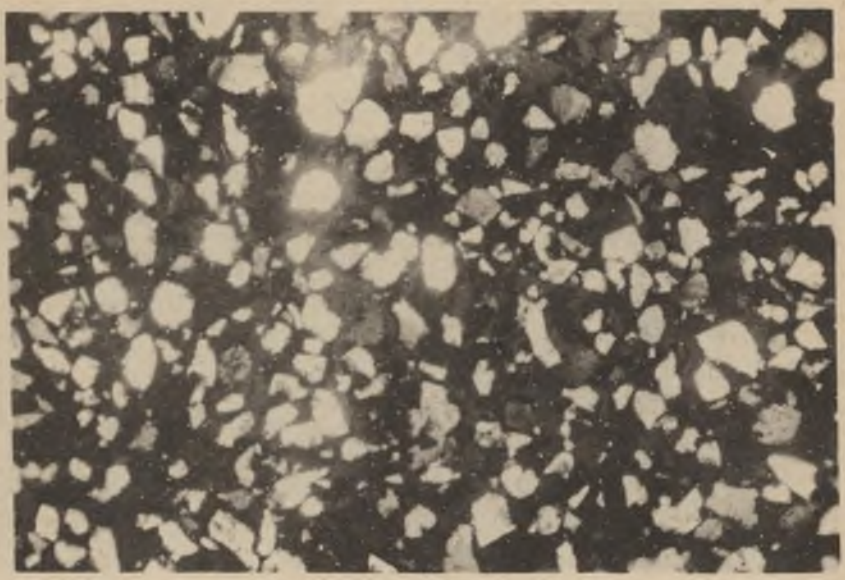
Fot. 2. Mikrofotografia piasku kwarcowego, frakcja 4-3 mm
Pow. 33 x, nikole x

Fot. 3. Mikrofotografia piasku kwarcowego, frakcja 3-2 mm
Pow. 33 x, nikole x

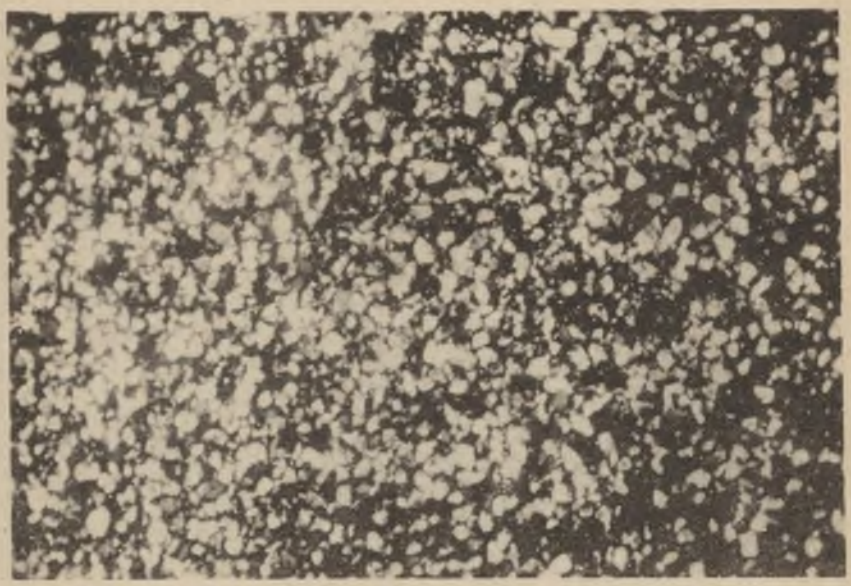
Fot. 4. Mikrofotografia piasku kwarcowego, frakcja 2-1 mm
Pow. 33 x, nikole x

Fot. 5. Mikrofotografia piasku kwarcowego, frakcja 1-0,5 mm
Pow. 33 x, nikole x

Fot. 6. Mikrofotografia piasku kwarcowego. frakcja 0,5-0,2 mm
Pow. 33 x, nikole x



Fot. 7. Mikrofotografia piasku kwarcowego, frakcja 0,2-0,09 mm
Pow. 33 x, nikole x



Fot. 8. Mikrofotografia piasku kwarcowego, frakcja 0,09-0,06 mm
Pow. 33 x, nikole x

W płytkach cienkich, sporządzonych z poszczególnych frakcji ziarna kwarcu ujawniają faliste i smużyste wygaszanie światła (fot. 1, 2, 3, 4, 5 i 6).

Większe ziarna składają się z kilku zazębiających się w różny sposób ziarenek kwarcu, wewnątrz których występują często wrostki rutylu oraz inne nieoznaczalnych(fot. 1, 3) minerałów ciężkich. Obserwując budowę ziarn daje się zauważyć charakterystyczny szczegół ujawniający się w tym, iż ziarna, które są zbudowane z jednorodnej masy kwarcu są w większości przypadków bardziej obtoczone, przy czym powierzchnia ich obtoczenia jest dość gładka i równa niż ziarna zbudowane z większych indywiduum (fot. 1, 2 i 3). Natomiast te ziarna, które wykazują strukturę mozaikową, względnie zbudowane są z kilku mniejszych ziarn kwarcu (fot. 2) posiadają powierzchnię obtoczenia nierówną strzępiastą z licznymi większymi wgłębieniami oraz odznaczają się większą ilością spękań.

Badania mikroskopowe wykazały, że przeważająca część ziarn kwarcu we wszystkich odkrywkach pochodzi ze skał, które poddane były przed ich wietrzeniem metamorfozie dynamicznej.

Najwięcej ziarn ostrokrawędzistych występuje we frakcjach najdrobniejszych (0,5-0,2; 0,2-0,09; 0,09-0,06 mm). W Czerwonej Wodzie ziarna ostrokrawędziste występują w większej ilości we frakcjach 2,0-1,0; 1,0-0,5 mm, a we frakcjach najdrobniejszych ilość ziarn ostrokrawędzistych utrzymuje się mniej więcej w stałych granicach (10%).

Tablica 3

Skład mineralny piasku

Obszar i Kopalnie występowania piasku	Składniki %% obj.			
	Kwarc	Skalenie	Minerały akcesoryczne	Okruchy skał obcych
Nawojów Łużycki	98,2	0,8	0,1	0,9
Kierzno	98,8	0,1	0,4	0,7
Kopalnia Kleszczowa	98,6	0,3	0,2	0,9
Kopalnia Marek	98,4	0,5	0,2	0,9
Kopalnia Edek	98,9	0,2	0,1	0,8
Kopalnia Hanka	98,9	0,1	0,1	0,9
Parowa	98,8	0,2	0,1	0,9
Czerwona Woda	98,7	0,5	0,1	0,7

Tablica 4

Skład chemiczny piasku

Obszary i kopalnie występowania piasku	Składniki, % wagowy						
	Strata wskutek prażenia	SiO_2	$Al_2O_3+TiO_2$	Fe_2O_3	CaO	MgC	K_2O+Na_2O
Nawojów Łużycki	0,15	99,19	0,16	0,10	0,13	0,12	0,05
Kierzno	0,20	99,20	0,14	0,10	0,10	0,11	0,08
Kopalnia "Kleszczowa"	0,18	99,16	0,20	0,11	0,15	0,10	0,10
Kopalnia "Marek"	0,21	99,08	0,25	0,18	0,10	0,13	0,11
Kopalnia "Edek"	0,22	99,07	0,23	0,15	0,09	0,08	0,16
Kopalnia "Hanka"	0,20	99,10	0,21	0,17	0,11	0,10	0,15
Parowa	0,19	99,17	0,19	0,14	0,12	0,11	0,17
Czerwona Woda	0,20	99,24	0,11	0,10	0,12	0,10	0,12

Z minerałów akcesorycznych stwierdzono we frakcjach pośrednich cyrkon, rutyl, turmalin oraz pirokseny i amfibole. Ze skał obcych najwięcej zanotowano okruchy kwarcytu i łupków kwarcytowych. Zarówno minerały akcesoryczne, jak i skały obce występują w minimalnej ilości. Skalenie występują w piasku w frakcjach drobniejszych (pon. 0,2 mm). Są one mocno przeobrażone tak, że trudno jest oznaczyć ich rodzaj (tabl. 3). Skład chemiczny piasku we wszystkich odkrywkach jest zbliżony. Zawartość SiO_2 utrzymuje się w granicach 99,07--99,24%, Al_2O_3+TiO_2-0,11-0,025%, Fe_2O_3-0,10-0,18%, CaO-0,09--0,13%, MgO-0,08-0,12% i K_2O+Na_2O-0,05-0,17% (tabl.4).

Znaczna zawartość Fe_2O_3 we wszystkich piaskach pochodzić może z nacieków limonitowych występujących często na powierzchni poszczególnych ziarn kwarcu i okruchów skał obcych oraz ze skupień substancji ilasto-żelazistej występującej w zagłębieniach powierzchni ziarn oraz w ich szczelinach spękań (fot. 1).

4. Uziarnienie piasku

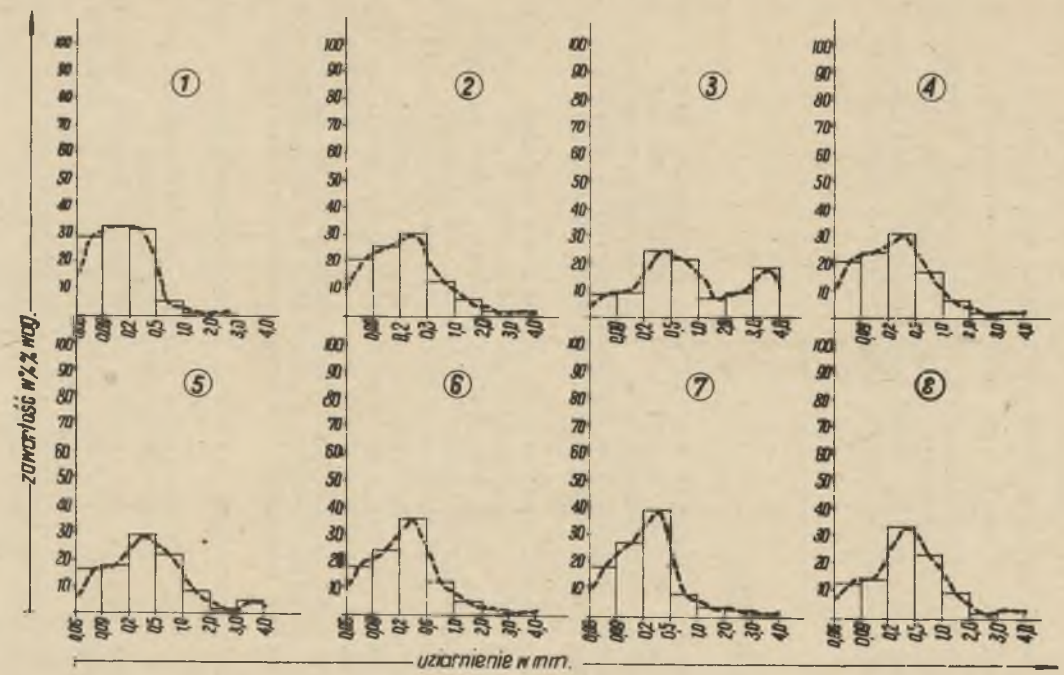
Badanie uziarnienia piasków ma istotne znaczenie przy określaniu ich genezy. W dość bogatej literaturze na ten temat spotyka się dążenie do statycznego ujęcia uziarnienia, a tym samym do ustalenia wskaźników sedymentacyjnych takich jak: wskaźnik wysortowania, asymetrii, akcesu i średniej średnicy ziarna [10, 16, 19, 20, 21, 22].

Uziarnienie piasków kwarcowych określono metodą sitową. Zastosowano sita DIN o następującym zestawie: 4,0; 3,0; 2,0; 1,0; 0,5; 0,2; 0,09; 0,06 mm. Każdą próbkę przesiewano na wstrząsaczu mechanicznym przez 15 minut. Do analizy sitowej przyjmowano próbki o ciężarze 100 g. Dla każdej frakcji obliczono jej procentową wartość ciężarową w stosunku do całości próbki. Ze 7 próbek, wykonano dodatkowo analizę granulometryczną frakcji poniżej 0,06 mm na wadze sedymentacyjnej typu "Sartorius" rozklasyfikując materiał na dalsze frakcje 0,06; 0,02; 0,011; 0,005 i 0,002 mm. W ten sposób rozklasyfikowany materiał posłużył do wyprowadzenia wskaźników wysortowania.

Wyniki liczbowe analizy sitowej i sedymentacyjnej zestawiono w tablicy 5 i 6.

Uśrednione wyniki uziarnienia piasku przedstawiono na wykresach (rys. 5 i 6) dwoma metodami graficznymi:

Przedstawione wraz z wykresami słupkowymi krzywa uziarnienia dla poszczególnych odkrywek obrazują (rys. 5) czwarty typ krzywej spośród 10 możliwych głównych typów krzywych dla piasków [19]. Odmienny kształt posiada krzywa piasku kopalni "Edek". Wykazuje ona wyraźne dwa maksima: jedno w przedziale 0,2-0,5 mm i drugie nieco mniejsze w przedziale 3,0-4,0 mm. Według Ł.B. Ruchina [19] krzywą tę należy zaliczyć do typu 7.



Rys. 5. Diagramy średniego uziarnienia piasków kwarcowych

1 - piasek z Kierzna, 2 - piasek z Nawojowa Łużyckiego, 3 - piasek z kopalni "Edek", 4 - piasek z Parowej, 5 - piasek z kopalni "Hanka", 6 - piasek z kopalni "Marek", 7 - piasek z kopalni "Kleszczowa", 8 - piasek z Czerwonej Wody

Tablica 5

Skład ziarnowy piasków kwarcowych z trzeciorzędowego poziomu piaskowca kwarcytowego okolic Bolesławca, % wagowy

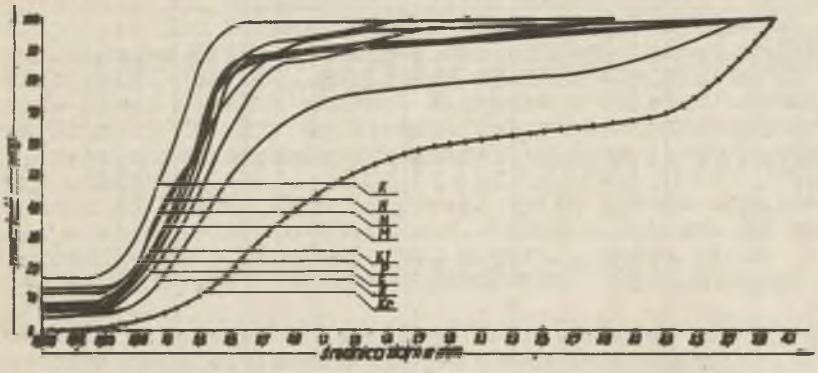
Obszary i kopalnie występowania piasków	Lokalizacja próbki w profilu odsłonięcia	Numer próbki według profilu	Uziarnienie, mm								
			pow. 4,0	4,0–3,0	3,0–2,0	2,0–1,0	1,0–0,5	0,5–0,2	0,2–0,09	0,09–0,06	pon. 0,06
Nawojów Łużycki	spąg	1/N	–	–	1,35	9,72	16,52	36,91	19,51	7,10	7,95
	środek warstwy	2/N	–	0,08	0,40	2,50	12,60	30,10	32,75	9,55	11,20
	środek warstwy	3/N	1,95	3,75	3,48	9,52	12,42	22,15	23,67	9,53	12,85
	strop	4/N	0,45	–	0,44	3,85	9,75	31,10	28,54	8,71	16,45
Kierzno	spąg	5/K	–	–	–	–	3,40	26,80	32,62	12,30	24,86
	spąg	6/K	–	–	–	0,92	4,60	28,46	37,71	12,85	14,75
	środek warstwy	7/K	–	–	–	0,20	4,36	31,04	38,10	11,10	14,62
	środek warstwy	8/K	–	–	0,10	0,16	5,18	30,26	33,56	11,98	18,44
	środek warstwy	9/K	–	0,14	0,35	1,17	10,50	49,58	25,72	6,25	6,20
	środek warstwy	10/K	–	0,22	0,16	1,0	3,15	29,93	32,17	12,20	21,30
	bliżej stropu										
	strop	11/K	0,28	0,10	0,34	0,50	3,90	27,80	31,52	11,56	23,60
Kopalnia "Kleszczowa"	spąg	12/K1	–	–	–	0,10	7,70	63,10	26,00	1,90	1,20
	spąg	13/K1	–	–	–	0,60	16,70	65,10	15,10	1,30	0,80
	środek warstwy	14/K1	–	–	–	0,12	1,87	31,60	45,90	10,68	9,70
	strop	15/K1	–	–	9,70	7,20	5,70	18,00	26,40	23,40	13,40
	strop	16/K1	–	4,10	6,20	8,40	9,10	15,00	21,32	10,00	15,88
Kopalnia "Marek"	spąg	17/M	–	–	–	0,12	8,10	54,7	20,10	9,30	12,68
	spąg	18/M	–	–	–	1,30	10,27	42,41	22,08	10,12	13,94
	środek warstwy	19/M	–	–	4,90	11,50	15,70	29,90	24,80	6,70	6,50
	strop	20/M	–	0,52	1,5	5,8	12,40	29,50	26,90	9,50	13,58
Kopalnia "Edek"	spąg	21/E	3,00	6,20	10,0	9,60	23,30	27,30	10,10	3,50	7,00
	środek warstwy	22/E	6,70	18,50	11,70	6,80	13,80	22,90	10,40	3,0	6,20
	strop	23/E	12,80	8,20	6.20	6,80	27,20	23,60	9,10	2,20	3,40
Kopalnia "Hanka"	spąg	24/H	–	–	0,36	6,20	28,10	23,21	18,30	13,10	10,73
	środek warstwy	25/H	–	0,40	0,40	4,50	18,20	37,50	22,50	6,50	9,70
	strop	26/H	10,00	5,00	4,30	14,30	19,90	24,70	12,93	3,25	5,30
Parowa	spąg	27/P	–	–	0,62	0,39	19,33	38,10	25,18	4,21	12,37
	środek warstwy	28/P	–	0,75	1,28	9,06	10,13	30,61	26,80	8,40	12,97
	strop	29/P	1,18	2,05	3,42	8,11	12,40	26,04	21,00	9,95	15,85
	strop	30/P	2,11	3,21	4,87	7,35	10,25	28,40	23,05	10,11	10,65
Czerwona Woda	spąg	31/C	–	–	0,38	2,95	14,25	37,82	26,45	7,95	10,10
	spąg	32/C	–	0,70	0,50	2,40	11,40	38,34	28,45	8,74	8,74
	środek warstwy	33/C	–	0,40	1,20	6,40	38,75	47,90	3,41	0,50	1,34
	środek warstwy	34/C	–	0,10	0,11	8,75	35,95	35,80	9,41	2,00	7,21
	strop	35/C	3,65	3,65	1,00	1,74	6,14	18,10	20,30	6,75	12.85
	strop	36/C	4,00	4,22	7,72	31,43	25,67	14,32	4,71	3,92	4,00
	strop	37/C	9,10	1,90	1,87	3,95	8,90	28,61	22,71	10,74	11,98

Tablica 6

Skład ziarnowy piasku określony za pomocą sit i wagi sedymentacyjnej "Sartorius", % wagowy

Uziarnienie mm	Obszary i kopalnie występowania piasku						
	Nawojów Łużycki próbka 2/N	Kierzno próbka 5/K	Kopalnia "Kleszczowa" próbka 15/Kl	Kopalnia "Edek" próbka 21/E	Kopalnia "Hanka" próbka 25/H	Czerwona Woda próbka 35/C	Parowa próbka 29/P
4,0-3,0	0,08	-	-	9,20	0,40	4,65	3,23
3,0-2,0	0,40	-	5,70	10,00	0,40	1,74	3,42
2,0-1,0	2,50	-	7,20	9,60	4,50	6,14	8,11
1,0-0,5	12,60	3,40	5,70	23,30	18,20	18,20	12,40
0,5-0,2	30,10	26,80	18,00	27,30	37,50	28,91	26,04
0,2-0,09	32,75	32,62	26,40	10,10	22,50	20,30	21,00
0,09-0,06	9,55	12,30	23,60	3,50	6,50	6,75	9,95
0,06-0,02	8,50	7,81	6,10	6,23	8,70	8,56	8,70
0,02-0,01	1,00	2,69	1,80	0,33	0,50	0,58	0,78
0,01-0,005	0,82	2,86	0,90	0,22	0,50	0,59	0,96
0,005-0,002	1,70	11,52	4,60	0,33	0,30	3,68	3,96
R a z e m:	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

W celu wyznaczenia współczynnika wysortowania (So) dla każdej próbki wykonano krzywe kumulacyjne, a na rysunku 6 przedstawiono tylko krzywe kumulacyjne średnie dla danej odkrywki, ponieważ krzywe indywidualne nie odbiegały w zasadzie od krzywych średniego składu ziarnowego.



Rys. 6. Diagram krzywych kumulacyjnych rozsiewu ziarn piasku uśrednionych dla każdej odkrywki oraz krzywa uziarnienia piaskowców kredowych:

K - piasek z Kierzna, H - piasek z Kopalni "Hanka", N - piasek Nawojowa Łużyckiego, M - piasek z kopalni "Marek", Kl - piasek z Kleszczowej, P - piasek z Parowej, C - piasek z Czerwonej Wody, E - piasek z kopalni "Edek", Kr - krzywa uziarnienia piaskowców kredowych (obszaru Kierzno, Czerna i Czerwona Woda)

Z wykreślonych krzywych kumulacyjnych każdej próbki otrzymano wartości medianów (M) i kwartili (Q_1 i Q_3) oraz obliczono współczynnik wysortowania (So) i współczynnik asymetrii (Qk). Dodatkowo ustalono współczynnik średniej średnicy ziarna (Ma) w każdej próbce. Wyniki tych wyliczeń przedstawiono w tabl.7.

Badane piaski ogólnie rzecz biorąc mają wiele cech wspólnych lub identycznych, choć w niektórych przypadkach występują pewne różnice.

Jedną z najważniejszych cech wspólnych prawie wszystkich próbek badanych piasków jest ich na ogół nieduży rozsiew. Piaski badanego poziomu piaskowca kwarcytowego mieszczą się pod względem uziarnienia w większości we frakcji piaszczystej, podobnie jak uziarnienie piaskowca kwarcytowego, występującego wśród badanego piasku [8].

Na 37 próbek tylko jedna próbka wykazała uziarnienie $< 1,0$ mm; 7 próbek wykazało uziarnienie $< 2,0$ mm; 6 próbek $< 3,0$ mm i 12 próbek $> 4,0$ mm i pozostałe 12 próbek posiada uziarnienie poniżej 4,0 mm. Wszystkie badane próbki zawierają również pewną ilość ziarn o większej średnicy ($> 2,0$ mm) co powoduje, że piasek ten odznacza się niekiedy charakterem żwirowym.

Tablica 7

Współczynniki granulometryczne piasków kwarcowych
z trzeciorzędowego poziomu piaskowca kwarcytowego

Obszary i kopalnie występowania piasków	Lokalizacja próbki w profilu ściany odsłonięcia	Nr próbki według profilu odsłonięcia	Współczynniki granulometryczne					
			Median (M) mm	Kwartile (Q_3) mm	Kwartile (Q_1) mm	Średnia średnica ziarn (Ma) mm	Współczynnik wysortowania wg P.B.Traska (So)	Współczynnik asymetrii wg P.B.Traska (Sk)
Nawojów Łużycki	spąg	1/N	0,90	1,10	0,25	0,695	2,097	0,403
	środek warstwy	2/N	0,50	0,85	0,16	0,295	2,302	0,505
	środek warstwy	3/N	0,72	2,20	0,12	0,647	4,283	0,500
	strop	4/N	0,55	0,95	0,09	0,309	3,240	0,207
Kierzno	spąg	5/K	0,21	0,62	0,06	0,165	3,212	0,804
	spąg	6/K	0,27	0,66	0,03	0,196	2,712	0,063
	środek warstwy	7/K	0,35	0,70	0,10	0,198	2,646	0,507
	środek warstwy	8/K	0,35	0,70	0,08	0,240	2,959	0,500
	środek warstwy	9/K	0,63	0,85	0,25	0,323	1,839	0,504
	środek warstwy	10/K	0,30	0,70	0,08	0,222	2,959	0,501
	strop	11/K	0,25	0,71	0,07	0,209	3,205	0,605
Kopalnia Kleszczowa	spąg	12/K1	0,70	0,85	0,48	0,285	1,331	0,102
	spąg	13/K1	0,78	0,92	0,60	0,379	1,238	0,881
	środek warstwy	14/K1	0,45	0,75	0,15	0,183	2,236	0,555
	strop	15/K1	0,24	0,80	0,08	0,407	3,162	1,111
	strop	16/K1	0,65	2,12	0,10	0,512	4,598	0,500
Kopalnia Marek	spąg	17/M	0,58	0,85	0,15	0,277	2,381	0,378
	spąg	18/M	0,48	0,82	0,60	0,280	1,171	0,201
	środek warstwy	19/M	0,72	1,30	0,25	0,576	2,280	0,601
	strop	20/M	0,60	0,91	0,13	0,183	2,646	0,302
Kopalnia Edek	spąg	21/E	1,15	2,10	0,62	1,001	1,841	0,908
	środek warstwy	22/E	1,40	3,90	0,65	1,486	2,508	1,029
	strop	23/E	1,25	2,65	0,71	1,291	1,932	1,026
Kopalnia Hanka	spąg	24/H	0,75	1,40	0,15	0,789	3,059	0,386
	środek warstwy	25/H	0,61	0,99	0,21	0,517	2,170	0,501
	strop	26/H	1,10	2,65	0,62	1,101	2,068	0,305
Parowa	spąg	27/P	0,65	0,91	0,20	0,325	2,138	0,403
	środek warstwy	28/P	0,58	0,90	0,15	0,416	2,449	0,400
	strop	29/P	0,65	1,25	0,10	0,541	3,535	0,320
	strop	30/P	0,65	1,25	0,15	0,625	2,884	0,321
Czerwona Woda	spąg	31/C	0,62	0,90	0,16	0,310	2,375	0,307
	spąg	32/C	0,65	0,89	0,17	0,333	2,289	0,305
	środek warstwy	33/C	0,98	1,58	0,75	0,607	1,450	1,023
	środek warstwy	34/C	0,95	1,55	0,63	0,535	1,500	1,006
	strop	35/C	0,71	1,40	0,17	0,576	2,870	0,407
	strop	36/C	1,90	1,75	0,90	1,194	1,749	0,701
	strop	37/C	0,71	1,05	0,17	0,698	2,485	0,305

Piaski Nawojowa Łużyckiego występujące w spągu oprobkowanej ściany wykazują uziarnienie drobniejsze, nie przekraczające 3,0 mm. Nieco grubszym ziarnem odznaczają się piaski występujące w stropie. Wraz ze wzrostem ziarna grubszego wzrasta odpowiednio ilościowo frakcja najdrobniejsza < 0,06 mm (tabl.5).

Piaski Kierzna (kopalnia "Hermanówka") odznaczają się bardziej drobnym uziarnieniem również w spągu odkrywki. Dość jednolitym uziarnieniem cechują się piaski kopalni "Kleszczowa" (podobnie jak w Kierznie). Tylko jedna próbka pochodząca ze stropu profilu ściany Kopalni "Kleszczowa" wykazuje 4,1% wagowy ziarn we frakcji 4-3 mm. Analogicznie przedstawiają się piaski kopalni "Marek", gdzie też tylko jedna próbka ze stropu wykazuje nieco większe ziarno. Większym rozsiewem odznacza się piasek Kopalni "Edek". Na kopalni tej piasek, występujący w spągu, jest nieco drobniejszy aniżeli piasek występujący w stropie odkrywki.

Spośród 37 próbek (z 8 odkrywek) tylko piasek kopalni "Edek" zawiera w stropie około 27,8% wag. ziarn > 2,0 mm. Ma to też odzwierciedlenie w piaskowcu tej kopalni, gdzie ziarn > 2 mm jest znacznie więcej aniżeli w piaskowcu kwarcytowym innych obszarów [7].

Podobnie w Parowej i Czerwonej Wodzie piaski występujące w spągu odznaczają się drobniejszym uziarnieniem.

Dalszą wspólną cechą opisywanych próbek piasku jest frakcja podstawowa mieszcząca się w dwóch przedziałach: 0,5-0,2 i 0,2-0,09 mm. Wyjątek stanowi próbka piasku występującego w stropie ściany kopalni "Edek"; gdzie frakcją podstawową jest przedział 1,0-0,5 mm.

Uziarnienie badanych piasków wskazuje, że warunki sedymentacyjne na całym obszarze występowania poziomu piaskowca kwarcytowego były mniej więcej jednakowe. Analiza sitowa wykazała, że piasek występujący w spągu poziomu piaskowcowego jest drobnoziarnisty o dość wyrównanym ziarnie. Natomiast w środku tego poziomu zauważa się już pewne zróżnicowanie w uziarnieniu, które bardziej wyraźnie widoczne jest w stropie. Szczególnie różnice te dostrzega się w Nawojowie, Kierznie, Parowej i w Czerwonej Wodzie. Potwierdza się to również we wskaźnikach granulometrycznych.

Dla bardziej dokładnego rozklasyfikowania badanego materiału sporządzono analizę sedymentacyjną 7 próbek z każdej odkrywki, pomijając tylko kopalnię "Marek"; a to ze względu, że kopalnia ta położona jest blisko kopalni "Kleszczowa" i uziarnienie piasku, występującego w kopalni "Marek" jest zbliżone do piasku kopalni "Kleszczowa".

Największą ilością frakcji 0,002 mm odznaczają się piaski Kierzna, natomiast w pozostałych punktach zawartość tej frakcji waha się w granicach 0,33-4,6% wag., przy czym najmniejszą ilością cechują się piaski kopalni "Edek" i "Hanka".

Median (M) dla wszystkich próbek waha się w dość dużych granicach (0,21-1,40 mm). Najmniejszą wartość medianu wykazuje piasek z Kierzna (0,21-0,63 mm), największą natomiast piasek kopalni "Edek" (1,15-1,40 mm). Jeśli odniesiemy wartości medianu do profilu pionowego poszczególnych odkrywek, to okazuje

się, że wielkość medianu w spągu waha się: 0,21-1,15 mm, w środku profilu ściany 0,35-1,40 mm, a w stropie 0,25-1,10 mm. Najmniejszą wartość medianu posiadają piaski występujące w spągu odkrywki kopalni "Hermanówka" w Kierznie.

O stopniu wysortowania badanych piasków wskazują krzywe kumulacyjne uziarnienia oraz współczynnika wysortowania (So). Stopień wysortowania piasku zależny jest m.in. od warunków transportu i sedymentacji. Piasek doskonale (idealnie) wysortowany charakteryzowałby się jedną frakcją i miałby współczynnik So = 1. A więc wszystkie zatem wartości mniejsze i większe od 1 wykazują już gorszy stopień wysortowania.

Dotychczasowe badania luźnego sedymentu ograniczają się raczej do ogólnikowych stwierdzeń na temat współczynnika wysortowania oznaczonego metodą kwartili (So). Ł.B. Ruchin [19] podaje różne metody wyznaczania współczynników wysortowania, m.in. ogólnie sprowadza się do opinii W.H. Traska [21], bez podawania granicznych wartości liczbowej So. W.C. Krumbein i L.L. Sloss [10] w badaniach luźnego sedymentu oparli swe rozważania na współczynniku wysortowania (So) W.H. Traska i stwierdzili, że współczynnik ten o wartości liczbowej < 2,5 przedstawia osady morskie o wysokim stopniu wysortowania. Autorzy ci podają również zakres wielkości współczynnika (2,5-4,0) dla osadów średnio wysortowanych oraz jeśli współczynnik So > 4,0 to według wymienionych autorów mamy do czynienia z osadem źle wysortowanym. Jeśli współczynnik So wynosi 3,0 musi zdaniem tych autorów reprezentować sedyment normalnie wysortowany. Co do wartości omawianego współczynnika (So) F.J. Pettijohn [16] wyraża opinię odmienną. Uważa on, że wartości te dla poszczególnych rodzajów sedymentów są zbyt wysokie i podaje zgodnie z wartością współczynnika, wyliczonego przez H. Stetsona [22] dla przybrzeżnych piasków morskich, który waha się dla tego rodzaju sedymentu od 1 do 2 (średnio 1,45).

Współczynniki wysortowania (So) piasków z poziomu trzeciorzędowego piaskowca kwarcytowego okolic Bolesławca znajdują się w granicy 1,171-4,598. Średni współczynnik dla poszczególnych odkrywek przedstawiono w tablicy 8.

Z tablicy 8 wynika, że średni współczynnik wysortowania So dla piasku występującego w spągu wynosi 1,28-3,05 w partii środkowej 1,47-3,29, a w stropie 1,93-3,87.

Na tle podanych średnich wartości współczynnika wysortowana (So) dla piasku występującego w spągu, środku i w stropie poziomu kwarcytowego daje się zauważyć, że warstwy spągowe odznaczają mniejszym współczynnikiem, a większym warstwy stropowe (tabl.8). Przy rozważaniu współczynnika So starano się powiązać wartości medianu z wartościami współczynnika oraz współczynnika z frakcją podstawową. W tym celu sporządzono wykresy wymienionych parametrów dla przedstawienia ich zależności między sobą (rys. 7 i 8, 9).

Tablica 8

Średni współczynnik wysortowania

Obszary i kopalnie występowania piasku	Współczynnik		
	strop	środek	spąg
Nawojów Łużycki	3,24	3,29	2,09
Hermanówka (Kierzno)	3,21	2,60	2,96
Kleszczowa	3,87	2,24	1,28
Marek	2,64	2,28	1,17
Edek	1,93	2,50	1,84
Hanka	2,06	2,17	3,05
Parowa	3,20	2,44	2,14
Czerwona Woda	3,30	1,47	2,14

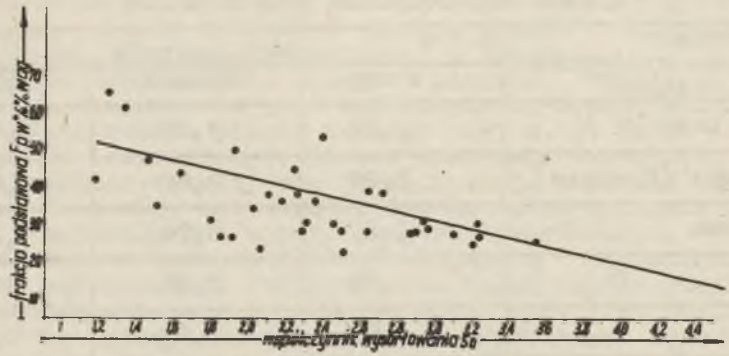
Wysortowania wykazują, że istnieje zależność między frakcją podstawową a współczynnikiem wysortowania (rys. 7). Przy wzroście frakcji podstawowej wartość współczynnika maleje. Wszystkie punkty na wykresie (rys. 7) grupują się mniej więcej wzdłuż prostej, a rozrzut jest na ogół nieduży.

Według Ł.B. Ruchina [19] bardzo ważnym współczynnikiem granulometrycznym, przy badaniu piasków jest średni wymiar wielkości ziarn. Współczynnik ten dla badanych piasków waha się w profilu pionowym:

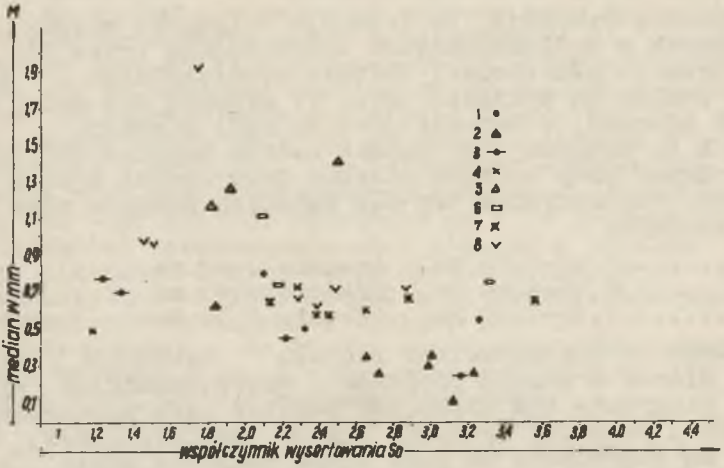
strop ..... 0,18-1,29 mm, średnio 0,47 mm
środek .... 0,18-1,48 mm, średnio 0,41 mm
spąg ..... 0,16-1,00 mm, średnio 0,39 mm

Na rysunku 10 przedstawiona została zależność średniej wielkości ziarna w danych próbkach a współczynnikiem wysortowania. Na diagramie tym większość punktów jest zgrupowana bliżej mniejszej średniej średnicy ziarna. Ogólnie rzecz biorąc punkty te są rozrzucone na dość dużym obszarze przez co nie można uchwycić tutaj jakiejś prawidłowości.

Współczynnik asymetrii Traska (Sk) waha się od 0,10 do 1,11 (średnio 0,67). Współczynnik ten charakteryzuje odchylenie od krzywej idealnego rozsiewu (czyli krzywej standardowej). Jak wynika z liczb (tabl. 7) wartość odchylenia bardzo zmienna, przez co krzywe rozsiewu badanych piasków w dużych przedziałach nie są symetrycznie umiejscowione.

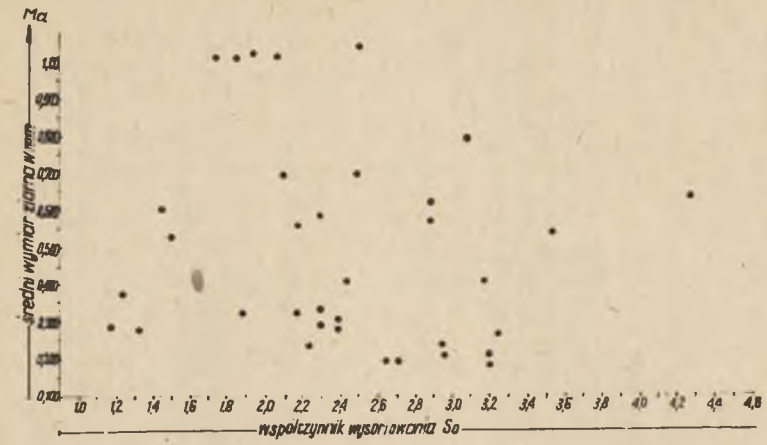


Rys. 7. Diagram zależności współczynnika wysortowania (So) od frakcji podstawowej (Fp) bolesławięckich piasków kwarcowych



Rys. 8. Diagram zależności współczynnika wysortowania (So) od medianu (M)

1 - Nawojów, 2 - Kierzno, 3 - Kleszczowa, 4 - Marek, 5 - Edek, 6 - Hanka, 7 - Parowa, 8 - Czerwona Woda



Rys. 9. Diagram zależności współczynnika wysortowania (So) od współczynnika średniej średnicy ziarna (Ma)

W tabl. 9 przedstawione zostały współczynniki granulometryczne 7 próbek, z których wykonano analizę sedymentacyjną. Współczynniki te wyznaczono metodą Ł.B. Ruchina [19] tj. według ciężaru i ilości ziarn w danych frakcjach. Celem tych uzupełniających badań było ustalenie wartości współczynników i umiejscowienie ich na diagramie (rys. 10) genetycznym Ł.B. Ruchina [19].

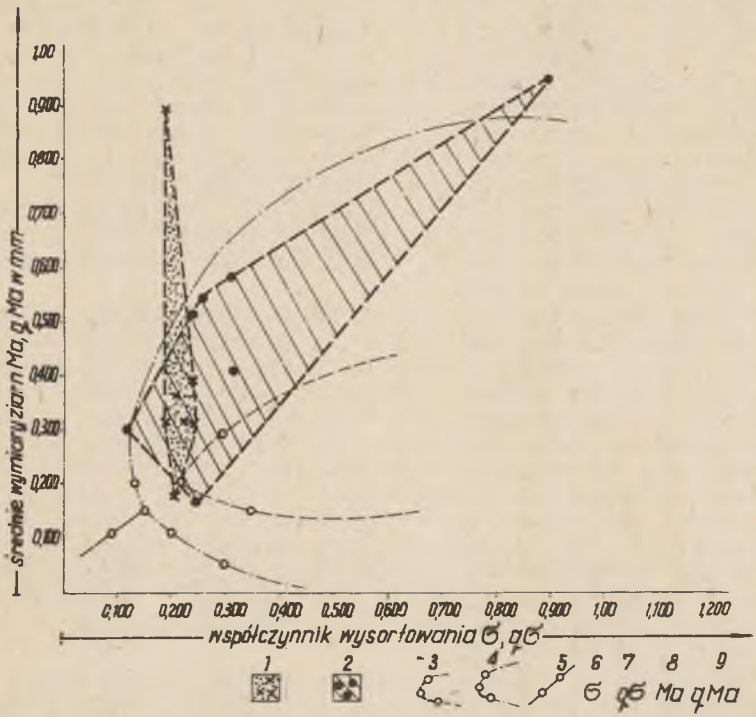
Na rysunku 10 podane zostały 4 obszary jakie wydzielił Ł.B. Ruchin [19] dla piasków rzecznych i przybrzeżnych (obszar I), piasków morskich (obszar II) i piasków głębokomorskich (obszar III) oraz dla piasków eolicznych (obszar IV).

Wyprowadzone współczynniki granulometryczne bolesławieckich piasków kwarcowych wpadają w obszar piasków rzecznych i przybrzeżnych. Współczynniki wyliczone na podstawie ciężaru frakcji tworzą (czarne punkty) pole (kreski) wpadające w obszar piasków rzecznych przybrzeżnych oraz eolicznych jak też morskich. Punkty współczynników wyliczone na podstawie ilości ziarn w frakcjach (krzyżyki) dają pole, które wpada wąskim pasem w obszar piasków rzecznych i morskich. Punkty wpadające w obszar piasków morskich reprezentują współczynniki granulometryczne piasku kopalni "Edek".

Tablica 9

Współczynniki granulometryczne piasków kwarcowych wyznaczone metodą momentów według Ł.B. Ruchina [19]

Obszary i Kopalnie występowania piasku	Numer próbki	Współczynniki granulometryczne			
		współczynniki wyznaczone na podstawie ciężaru frakcji		współczynniki wyznaczone na podstawie ilości ziarn we frakcjach	
		Średnia średnica ziarn (Ma) mm	Współczynnik wysortowania (So) mm	Średnia średnica ziarn (q Ma) mm	Współczynnik wysortowania (qσ) mm
Nawojów Łużycki	2/N	0,296	0,137	0,312	0,178
Kierzno	5/K	0,166	0,265	0,178	0,205
Kleszczowa	15/Kl	0,408	0,310	0,321	0,231
Kopalnia "Edek"	21/E	1,002	0,946	0,878	0,196
Kopalnia "Hanka"	25/H	0,518	0,240	0,392	0,235
Czerwona Woda	35/C	0,577	0,780	0,363	0,204
Parowa	29/P	0,542	0,752	0,312	0,218



Rys. 10. Genetyczny diagram współczynników wysortowania piasku

1 - obszar wyznaczony przez współczynniki granulometryczne określone na podstawie ilości ziarn w danej frakcji w poszczególnych próbkach, 2 - obszar wyznaczony współczynnikami granulometrycznymi otrzymanymi z wyliczeń z ciężarów wagowych danych frakcji, 3,4,5 - granice obszarów genetycznych, 6 - współczynnik wysortowania wyznaczony z ciężarów frakcji, 7 - współczynnik wysortowania wyznaczony z ilości ziarn we frakcji, 8 - średni wymiar ziarna (wyznaczony na podstawie ciężaru frakcji), 9 - średni wymiar średnicy ziarna (wyznaczony na podstawie ilości ziarn we frakcji)

I - obszar piasków przybrzeżnych i rzecznych, II - obszar piasków morskich, III - obszar piasków głębokomorskich, IV - obszar piasków eolicznych

5. Uwagi końcowe

Poziom piaskowca kwarcytowego, w obrębie którego występują badane piaski kwarcowe zachował się dzisiaj tylko w postaci pojedynczych i często odosobnionych płatów, które były już pod względem geologicznym omawiane w wielu publikacjach.

We wszystkich odsłonięciach poziomu piaskowcowego daje się obserwować prawie poziome ułożenie ławic piaskowca kwarcytowego i piasków kwarcowych. Nigdzie nie zauważono większych nachyleń tych warstw, za wyjątkiem obszaru Osiecznicy i Kleszczowej, gdzie cały poziom piaskowca kwarcytowego jest lekko nachylony (około 7°) w kierunku NE.

Uzyskane wyniki z analiz granulometrycznych rzucają pewne światło na warunki sedymentacyjne trzeciorzędowego poziomu piaskowca kwarcytowego. Poziom ten występuje na różnych wysokościach bezwzględnych i często spoczywa na nierównej powierzchni serii ilastopiaszczystej, zazębiającej się z nią nawzajem w partii spągowej w sposób nieregularny. Poziome ułożenia we wszystkich wymienionych odsłonięciach i mniej więcej jednakowej miąższości warstwy piasku kwarcowego oraz jednakowego jego charakteru litologicznego (zbliżone uziarnienie, stopień obtoczenia, skład mineralny i chemiczny) wskazuje, że warunki sedymentacyjne musiały być w okresie ich osadzania się dość spokojne. Jeśliby przyjąć, że piaski kwarcowe tego poziomu są pochodzenia rzecznego, to na tak rozległym obszarze musiałyby się one między sobą różnić.

Charakter uziarnienia piasków stosunkowo dobrze wysortowanych wskazuje na to, że piaski te osadzały się w małej masie i stosunkowo powoli w warunkach nieco sprzyjających selekcji, szczególnie odnosi się to do warstw spągowych, gdzie stopień wyselekcjonowania jest większy niż warstw stropowych. W miarę osadzania się materiału, warunki sedymentacyjne musiały zmienić się na bardziej niespokojne. Dowodem tego jest nieco grubsze uziarnienie w warstwach stropowych i słabszy stopień wyselekcjonowania. Brak warstwowania tych piasków na całym obszarze niecki. Można więc wyprowadzić wniosek, że piaski osadzały się na jednakowej głębokości zbiornika wodnego, który podczas stopniowego ustępowania mas wodnych rozdzielany był na mniejsze zamknięte zbiorniki na brzegach których tworzyły się wydmy i roślinność [17].

Przedstawiony w skrócie obraz cech sedymentacyjnych piasków kwarcowych nasuwa przypuszczenie, że w okolicach Bolesławca istniał zalew morski obejmujący prawie całą niecką północno-sudecką wraz z jej peryferiami (okolice Nawojowa). Zalew ten musiał być krótkotrwały. Osadzenie piasków poziomu piaskowca kwarcytowego nastąpić musiało na krótko przed wycofaniem się morza ponieważ, jak wynika z badań granulometrycznych, warstwy stropowe cechują się grubszym ziarnem. Świadczy to m.in.o niespokojnych warunkach sedymentacyjnych. Oznaczona Fauna przez E. Woźnego [23] (Lima et lima L.) z poziomu piaskowca kwarcytowego wskazuje, że zalew nastąpił w miocenie. W związku z tym sedymentacja poziomu piaskowego (obecnie piaskowcowego) przypadać musiałaby na miocen, a rozwój roślinności na okres, po pewnej zmianie linii brzegowej.

Materiał poziomu piaskowca kwarcytowego nie mógł pochodzić w całości z piaskowców kredowych, występujących w ich podłożu ponieważ uziarnienie piaskowców kredowych w zasadzie odbiega od piasków kwarcowych i piaskowców kwarcytowych. Poza tym charakter petrograficzny ziarn kwarcu w piaskowcach kredowych jest też nieco odmienny. Wydaje się, że ziarna kwarcu piasków poziomu piaskowca kwarcytowego pochodzą jednak w większości ze skał metamorficznych i granitów występujących na południu i południowym zachodzie niecki północno-sudeckiej. Pewna część może pochodzić z piaskowców kredowych występujących na wychodniach. Większość jednak materiału pochodzi ze skał

metamorficznych i granitów, a w małej ilości z piaskowców kredowych. Brak lepszej obróbki ziarn kwarcu piasków kwarcowych w przeciwieństwie do ziarn kwarcu w piaskowcach kredowych wyklucza tę możliwość. Jeśliby materiał kwarcowego piasku trzeciorzędowego pochodziłby ze wspomnianych piaskowców kredowych, to stopień obtoczenia musiałby być znacznie większy oraz rozsiew piasków kwarcowych mniej więcej zbliżony do piaskowców kredowych.

Brak warstwowania poziomu piaskowca kwarcytowego, słaby stopień obtoczenia ziarn oraz zbliżony rozsiew piasków we wszystkich odkrywkach nasuwa wniosek, że transport materiału na powstanie tych piasków odbywał się za pomocą wód przybrzeżnych.

LITERATURA

[1] Berg G.: Geologie der Gegend von Bunzlau und Liegnitz Jb. Preuss. Geol. L-A, Bd 56. Berlin 1935.

[2] Berg G.: Erlauterungen zu Blatt Lauben. Geol.Karte Preuss. Berlin, 1935.

[3] Berg G.: Lehrausflug nach Bunzlau und Werau nach der Tagung in Bad Salzbraun am 23 Mai 1936. Z. Deutsch. Geol. Ges.

[4] Biernat S.: Budowa geologiczna okolic Węglinca na tle zewnętrznej niecki sudeckiej. Inst. Geol. Biul. 95. Warszawa, 1955.

[5] Bobrowska J.: Flora Kopalna z Osieczowa. Inst. Geol. Biul. Inf., Nr 2. Warszawa 1952.

[6] Chmura K.: Budowa geologiczna okolic Kleszczowej. Przegląd Geol. Warszawa, 1956.

[7] Chmura K., Lewowicki S.: Kwarcyty trzeciorzędowe okolic Bolesławca na Dolnym Śląsku. Inst. Geol. Biul. 173. Z badań geologicznych na Dolnym Śl. Tom X. Warszawa 1962.

[8] Dienemann W.: und Burre O. - Die nutzbaren Gesteine. Deutschlands (F. Michels: Die Tertiärquarzite) Berlin 1929.

[9] Freyberg B.: Die Tertiärquarzitte Mitteldeutschlands.Stuttgart 1926.

[10] Krumbein W.C., Sloss L.L.: "Stratigraphy and Sedimentation San Francisko. California, 1951.

[11] Karpiński J.J.: Odlew z żerowisk kopalnego chrząszcza z rodziny scolytidae z piaskowca oligoceńskiego w Osieczowie (Dolny Śląsk). Prace I.G. tom XXX, cz. III. Warszawa 1962.

[12] Milewicz J.: Budowa geologiczna okolic Zebrzydowej Inst. Geol. Biul. 112 Warszawa 1956.

[13] Milewicz J., Grocholski A.: Trzeciorzęd pomiędzy Bolesławcem a Węglinem. Inst. Geol. Biul., 151, Z badań geologicznych na Dolnym Śląsku. Tom VIII Warszawa 1960.

[14] Milewicz J.: Uwagi o wykształceniu osadów górno-kredowych wschodniej części niecki północno-sudeckiej Kwartalnik Geologiczny 5. Warszawa 1961.

[15] Pettijohn F.J.: Sedimentary Rocks. New York 1949.

[16] Raniecka-Bobrowska J.: Flora i fauna piaskowców obszaru Osieczowa nad Kwisą. Prace I.G. Tom XXX. Cz. III Warszawa 1962.

[17] Romanowicz J.: Analiza sporowopyłkowa osadów trzeciorzędowych z okolic Bolesławca i Zebrzydowej. Inst. Geol. Biul. 158 Warszawa 1962.

[18] Ruchin Ł.B.: Granułomietriczieskij mietod izuczienija pieskow Leningrad 1947.

[19] Stetson H.: The sediments of the continental schelf of the eastern coast of the United States. Papersin physical oceanography, 1938.

[20] Trask P.B.: Origin and euvironment of Sourse sediments of petroleum. Gulf Pub. Co., Houston. Texas, 1932.

[21] Twenhofel W.H., Tyler S.A.: Methods of Study of Sediments, New York and London 1941.

[22] Woźny E.: Fauna mioceńska z okolic Bolesławca (Dolny Śląsk) Prace I.G. Tom XXX. Cz. III. Warszawa, 1962.

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ БОЛЕСЛАВЕЦКОГО РАЙОНА

Р е з ю м е

Кварцевые пески Болеславецкого района (Нижняя Силезия) находятся вместе с кварцитовым песчаником на площади около 350 кв.км западнее г. Болеславец. Они обнаружены во многих карьерах и естественных обнажениях.

По отношению к песчано-илистым и гальковым осадкам они представляют отдельный седиментационный горизонт третичной формации.

Эти пески мелкозернисты и остроугранны. Они залегают в отдельных обнажениях почти горизонтально и отличаются отсутствием слонс - тости. Генетически они связаны с кварцитовым песчаником.

Однородный с общем характер этих песков во всех обнажениях,отдаленных друг от друга (до 30 км) приводит к заключению, что они осадились в водном бассейне в однообразных условиях, вероятнее всего короткое время до отступления миоценской транегрессии.

Особенный тип разброса кривых грануляции кварцовых песков, а также их петрографический характер в отношении к кривым грануляции меловых песчаников позволяют установить, что материал этих песков происходил большинством из метаморфических пород Западных Судетов.

Постоянный рост диаметра зерен песка в вертикальном профиле (с почвы кровле) наблюдаемый во всех обнажениях, приводит к выводу, что изучаемый горизонт образовался во всех пунктах одновременно.

Позднейшие денудационные процессы разрушили верхние слои песков, отличающиеся крупнейшим зерном и большим разбросом.

Эти верхние слои сохранились в карьерах "Эдек", "Ханка" и в м. Червона Вода.

Плохое обкатание зерен (максимум 17%) и почти одинаковый тип кривых грануляции скорее всего исключают возможность седиментации этого материала в проточных водах.

PETROGRAPHIE - INVESTIGATION OF THE TERTIARY QUARTZ SANDS FROM BOLESŁAWIEC-DISTRICT

S u m m a r y

The quartz sands from the Bolesławiec district occur within the quartzitic sandstone body which covers the area of nearly 350 km^2. They can be traced in many open pits and natural uncoverings. Unlike the sandy, argillaceous, and gravelly formations, they form a separate sedimentary horizon within the Tertiary formation. These sands are fine-grained and sharp--adged and are arranged nearly horizontally in the particular open pits. They are characterized also by a lack of bedding. Concerning the genesis they are associated with quartzitic sandstone.

The homogenous nature of these sands in all open pits,which are often situated at widly separated localities (circa 30 km) leads to the conclusion that they have been deposited in water basin in uniform conditions, probably just before the retreating of the miocene transgression.

The different type of the spread of the grain-size curves in the case of quartz sands and their petrographic character in comparision to the grain-size curves of Cretaceous sands leads to the assumption that the material studied was derived mostly from the West Sudetes metamorphic rocks.

From the gradual increase of sand grain diameter in vertical profile (from the sole to the roof) which occur in all open pits, can be concluded that the horizon studied has been formed simultaneously in all lecalities.

The later denudation processes have destroyed the upper layers of sands, characterized by coarse grain and larger spread. These layers were preserved in the open pits of "EDEK" "HANKA" and of Czerwona Woda.

The slightly rounded-off sand grains (max. 17%) and nearly the similar type of grain-size curves eliminate rather the possibility of the material having been deposited in river waters.