

Roman RACINOWSKI

Zmiany niektórych cech litologicznych osadów w dolnej części brzegu między klifem w Orłowie a Sopotem

W celu przesłedzenia zmian cech litologicznych osadów piaszczysto-
-żwirowych, spowodowanych transportem tego materiału wzdłuż brzegu
wybrano odcinek wybrzeża Zatoki Gdańskiej między Orłowem a So-
potem. Północną część omawianego odcinka zajmuje żywy klif Kępy
Redłowskiej długości około 250 m i wysokości do 40 m. Klif zbudowany
jest z zaburzonych glacitektonicznie osadów czwartorzędowych. Według
L. Bohdziewicza (1960) układ osadów w obrębie klifu przedstawia się
następująco: na górze występują gliny zwałowe stadium pomorskiego
leżące na fluwioglacjalnej serii piasków i żwirów, w których spągu znaj-
duje się bruk morenowy. Tworzy te spoczywają na mioceńskich drobno-
ziarnistych piaskach, przewarstwionych brunatnymi łłami piaszczystymi
oraz soczewkami węgla brunatnego.

Na zboczach klifu zachodzą na szeroką skalę ruchy masowe, wyra-
żone szczególnie w postaci obrywów, osuwisk i stożków usypiskowych.
Na abrazję narażony jest głównie cypel Kępy Redłowskiej zbudowany
z gliny zwałowej oraz usypiska piaszczyste występujące u podstawy
klifu na północ od cypla. Jak podaje L. Bohdziewicz (1960, str. 350),
najsilniejsze niszczenie klifu zachodzi w okresie listopad — marzec,
w miesiącach letnich zaś następuje akumulacja wymytego materiału.
M. Czekańska (1948) i L. Łomniewski (1962) stwierdzają, że szczególnie
silne fale sztormowe powstają przy wiatrach wiejących z kierunku NE,
kiedy to duże masy wody mogą być bez przeszkód przemieszczane wzdłuż
rynny Bałtyku ku południowemu zachodowi. Tak więc ekspozycja kli-
fu, jak i innych odcinków brzegu skierowanych ku północnemu wscho-
dowi stwarza dogodne warunki do jego niszczenia przy wiatrach wieją-
cych z sektora NE i wywołujących silne falowanie morza. Wiatry wie-
jące z tego kierunku powodują przemieszczanie rozmytego materiału kli-
fu w stronę południową. Jak podaje B. Rosa (1963), od klifu w Orłowie
w stronę południową, równoległe do brzegu, płynie słaby strumień mor-
ski nie nasycony rumowiskiem brzegowym.

Ku południowi kraweńż klifu Kępy Redłowskiej odchodzi od morza
przechodząc w klif martwy, zbudowany głównie z osadów fluwioglacjal-

nych. Klif ten na południe od Kamiennego Potoku oddala się znacznie od morza przechodząc w wysoczyznę plejstoceniską, która w Sopocie uwidacznia się na zachód od miasta, tworząc wyraźny stopień morfologiczny, pod którym występują dwa tarasy morskie: wyższy — stanowiący kopalny klif, związany z transgresją morza lityrnowego, oraz współczesny taras brzegowy (B. Rosa, 1963).

Współczesny taras brzegowy w obrębie żywego klifu Kępy Redłowskiej jest wąski, a powierzchnia jego jest piaszczysto-kamienista. Ten charakter osadu utrzymuje się również na południe od klifu aż do mola w Orłowie. Na południe od mola w stronę Sopotu plaża ma charakter coraz to bardziej piaszczysty z pojedynczymi żwirami na jej powierzchni. W czasie prowadzenia obserwacji materiał żwirowy w większym skupieniu występował tylko w dolnej części plaży ograniczając się do strefy leżącej zazwyczaj powyżej aktualnej granicy napływów¹, gdzie występował w postaci pasów około 0,5 m szerokości równoległych do linii brzegowej i wyznaczał górną granicę nocnych napływów wód potoku przyboju. W rejonie Kolibek obserwowano, że w dzień pasy żwirowe były rozmywane i przechodziły w rozki plażowe. Począwszy od wcinającego się w morze występu lądu między Kamiennym Potokiem a Kolibkami (zwanym w dalszym ciągu pracy cyplem Kolibek) plaża ulega znacznemu rozszerzeniu, a budujący ją piaszczysty materiał zawiera małe ilości żwirów.

Materiał zbierano między 16 a 22 VII i między 18 a 29 VIII 1964 r. W obu tych okresach pobrano próbki z tych samych miejsc i odrębnie poddano badaniom laboratoryjnym. Ponieważ nie stwierdzono istotnych różnic w otrzymanych wynikach, dlatego też w pracy ograniczono się do podania wartości średnich. W trakcie zbierania materiałów terenowych warunki meteorologiczne nie sprzyjały rozwojowi silnej abrazji, bowiem w lipcu i w sierpniu wiatry wiejące z kierunku N stanowiły 8% wszystkich wiatrów, z NE — 8%, z E — 6%, z SE — 7%, z S — 10% (na wiatry z pozostałych kierunków przypada 66%, na cisze 3%). Średnia prędkość wiatrów wiejących w obu tych miesiącach wynosiła około 4 m/sek.²

Wszystkie próbki pobierano z dolnej części brzegu utożsamianego w dalszej części pracy ze strefą potoku przyboju (S. Rudowski, 1962), z aktualnie górnej granicy napływów i dolnej granicy spływu wód potoku przyboju. Pobieranie próbek odbywało się między godziną 8 a 10, a to w celu uzyskania możliwie naturalnego obrazu osadów formowanych przez morze, nie naruszonych działalnością człowieka. Materiał do badań laboratoryjnych pobierano z powierzchni do głębokości około 2 cm czerpakiem o pojemności 200 cm³. Z pobranych w ten sposób próbek materiał o średnicy powyżej 20 mm był na miejscu eliminowany. Żwiry o średnicy 20÷50 mm zbierane były z pasów żwirowych wy-

¹ Główne skupienie materiału gładowo-żwirowego ciągnie się równoległe do brzegu pasem poniżej strefy potoku przyboju, którego szerokość w stronę południową zęża się i wyklina w kierunku północ od Sopotu. W tym samym kierunku zmniejsza się rozmiar materiału żwirowo-gładowego.

² Wartości podano według PIBM — przegląd pogody za m-ce lipiec i sierpień 1964 r. dla Gdyni.

Tabela 1

Uziarnienie osadów z górnej i dolnej części strefy potoku przyboju oraz materiału wyjściowego
(wartości liczbowe podane w procentach wagowych)

Nr próbki	Część dolna								Część górna							
	Fracje w mm															
	> 10	10 ÷ 5	5 ÷ 2	2 ÷ 1	1 ÷ 0,5	0,5 ÷ 0,25	0,25 ÷ 0,1	< 0,1	> 10	10 ÷ 5	5 ÷ 2	2 ÷ 1	1 ÷ 0,5	0,5 ÷ 0,25	0,25 ÷ 0,1	< 0,1
1	6	7	9	7	20	36	14	1	—	—	—	+	1	39	60	+
2	3	8	11	12	39	21	5	1	2	4	13	14	37	26	3	1
3	—	1	2	9	57	28	3	—	—	1	3	3	46	43	4	+
4	2	2	2	4	31	42	17	—	4	3	2	3	30	40	16	2
5	6	4	5	4	11	36	34	—	4	2	2	2	24	42	22	2
6	5	1	1	3	38	48	4	—	—	—	—	1	2	71	25	1
7	11	6	8	15	39	13	7	1	+	2	3	4	24	46	19	2
8	1	1	3	10	80	4	1	—	—	+	1	3	68	20	7	1
9	—	+	1	3	19	51	25	1	—	—	—	+	8	54	38	+
10	—	+	2	3	46	44	3	2	—	—	+	+	24	55	20	1
11	4	5	7	10	41	20	11	2	+	1	1	6	34	42	12	4
12	7	4	5	5	40	30	7	2	+	1	3	4	35	40	14	3
13	4	5	4	6	75	4	1	1	+	1	3	6	28	37	23	2
G	3	1	2	3	7	11	27	46	—	—	—	—	—	—	—	—
S	—	+	3	5	19	33	32	8	—	—	—	—	—	—	—	—
P	1	+	1	4	19	27	36	12	—	—	—	—	—	—	—	—

stępujących zazwyczaj powyżej aktualnej górnej granicy napływów. W okresie pobierania próbek strefa potoku przyboju była bardzo wąska i w różnych miejscach wynosiła 0,5÷2 m, zaś w okresie ciszy lub wiania wiatrów z kierunku zachodniego (nawet o znacznej sile) wynosiła około 0,2 m. Najwyższa strefa potoków przyboju występowała na długości około 200 m na południe od cypla w Kolibkach.

W celu określenia stopnia zmian cech litologicznych osadów w strefie potoku przyboju materiał ten porównano z osadami występującymi w obrębie klifu Kępy Redłowskiej, a więc z gliną zwałową występującą na cyplu klifu (próbki oznaczono symbolem G) oraz piaskami pobranymi ze stożków usypiskowych występujących na północ od cypla (próbki oznaczono symbolem S). Poza tym do porównania wzięto materiał piaszczysty (rozmyte osady fluwioglacjalne) z koryta strumyka płynącego na północ od miejscowości Kamienny Potok (próbki oznaczono symbolem P) — tab. 1.

Przy rozważaniu zmienności cech litologicznych osadów strefy potoku przyboju założono, że materiałem wyjściowym są głównie osady, z których zbudowany jest klif, lub też nanoszone przez strumyki wpływające do morza na badanym odcinku. Nie uwzględniono możliwości transportu (pod wpływem falowania) z głębi Zatoki Gdańskiej w stronę lądu (szereg przykładów transportu z morza w kierunku lądu w opar-

ciu o literaturę podaje K. A. M. King, 1963) lub też transportu wzdłuż brzegu z południa na północ, który odbywa się przy wiatrach wiejących z SE. Transport ogranicza się głównie do przemieszczania materiału piaszczystego. Żwirry, mimo że mogą wykonywać również ruchy z południa na północ lub od strony Zatoki w stronę lądu, głównie przemieszczane są jednak wzdłuż brzegu w kierunku południowym.

Zebrane próbki poddano analizom uziarnienia, które wykonano na sitach o następujących przedziałach średnic: pow. 10 mm, 10÷5 mm, 5÷2 mm, 2÷1 mm, 1÷0,5 mm, 0,5÷0,25 mm, 0,25÷0,1 mm, pon. 0,1 mm. Określono również średni rozmiar ziarn w osadzie (Md). Na wydzielonych powyżej frakcjach oraz na żwirach o średnicy 20÷50 mm przeprowadzono badania mineralno-petrograficzne, wydzielając: a) kwarc, b) skały krystaliczne i ich składniki bez kwarcu, c) skały węglanowe (wapienie i dolomity), d) piaskowce krzemionkowe, e) inne skały osadowe (krzemienie, łupki itp.) i składniki skał osadowych (glaukonit, kongrecje żelaziste itp.).

Z frakcji 0,5÷0,25 mm i 0,25÷0,1 mm wydzielono minerały ciężkie. Ponieważ na badanym obszarze minerały ciężkie były już opisane (J. Łoziński, H. Masicka, 1962), w pracy ograniczono się jedynie do podania:

1) wagowej zawartości minerałów ciężkich;

2) stosunku przezroczystych minerałów o c.wł. 2,88÷3,4 (amfibol, apatyt, biotyt, epidot, glaukonit, piroksen, turmalin) do minerałów o c.wł. powyżej 3,4 (cyrkon, dysten, granat, rutyl, staurolit), który jest niejako wskaźnikiem określającym natężenie dynamiki fal morskich, powodujących zróżnicowanie składu mineralnego osadów pod względem ich ciężaru właściwego³;

3) zawartości przezroczystych minerałów odpornych na niszczenie chemiczne i mechaniczne (cyrkon, dysten, rutyl, staurolit, turmalin), średnio odpornych (apatyt, granat, epidot), nieodpornych (glaukonit, biotyt, amfibol, piroksen); odporność minerałów podano za L. B. Ruchinem (1961).

We frakcji piaszczystej oceniono kształt ziarn kwarcu na pozytywnych fotografiach z frakcji: 2÷1 mm, 1÷0,5 mm, 0,5÷0,25 mm, 0,25÷0,1 mm. Za podstawę oceny kształtu przyjęto skalę A. B. Wisteliusa (1960), wydzielając trzy klasy obtoczenia: ziarna kanciaste (współczynnik zaokrąglenia wg wzoru Wadella 0,1÷0,4), ziarna częściowo obtoczone (0,5÷0,6), ziarna obtoczone (0,7÷0,8).

Analiza kształtu otoczków objęła materiał o średnicy 2÷5 cm. Wylizowano formę żwirów w oparciu o stosunki zachodzące między trzema osiami żwiru a, b, c (długość, szerokość, grubość), przyjmując wydzielenia zastosowane przez Th. Zingga (1935). Obtoczenie żwirów określono w sposób proponowany przez K. Richtera (1954) w oparciu o stosunek średnicy najmniejszego koła dającego się wpisać w naroże żwiru do

³ J. Łoziński i H. Masicka (1962) przyjmują jako wskaźnik mechanicznego wzbogacania osadów piaszczystych w minerały ciężkie pod działaniem fal morskich stosunek amfiboli do granatów, zaś B. Nowak (1962) stosunek minerałów ciężkich o c. wł. poniżej 4 do minerałów o c. wł. powyżej 4 (do tych ostatnich B. Nowak zalicza wszystkie granaty).

jego długości $(2r_1/L)^4$, oraz stosunku średnicy największego koła dającego się wpisać w naroże żwiru do jego długości $(2r_{\max}/L)$. Otrzymane wyniki przedstawiono nie w postaci histogramów, jak to stosuje K. Richter, lecz naniesiono na osie współrzędnych, na których zaznaczono pola zawierające skupienia 80% żwirów danej próbki (powodowało to wyeliminowanie zbyt dużego przypadkowego rozrzutu). Badania morfometryczne żwirów oparto na pomiarach 100÷200 otoczków, oddzielnie dla skał krystalicznych (pomijając łupki krystaliczne i silnie zwietrzałe gnejsy), piaskowców kwarcytowych oraz wapieni paleozoicznych.

UZIARNIENIE

W piaskach strefy potoku przyboju dominują frakcje 1÷0,5 mm, 0,5÷0,25 mm oraz częściowo 0,25÷0,1 mm (materiał tych trzech klas stanowi przeszło 80% osadu). Obecność znacznego odsetka (około 70%) ziarn frakcji 1,0÷0,25 mm wyraźnie odróżnia piaski brzegowe od materiału budującego klif (gliny zwałowe, piaski ze stożków czy też z dna strumyka), w którym w większych ilościach występują frakcje poniżej 0,25 mm (fig. 1, tab. 1).

Piaski strefy potoku przyboju są wyraźnie zróżnicowane. W dolnej części występuje materiał grubszy, bardziej zasobny we frakcje żwirowe i grubopiaszczyste, którego mediana (Md) zawarta jest między 0,4÷0,9 mm (średnio 0,63 mm). W górnej natomiast części występuje materiał, w którym stwierdza się wyższe udziały frakcji 0,25÷0,1 mm, a Md waha się między 0,2 a 0,8 mm (średnio 0,44 mm).

Zmiany uziarnienia osadów strefy potoku przyboju na odcinku między Orłowem a Sopotem nie przebiegają w sposób jednostajny (nie obserwuje się stopniowo postępującego drobnienia osadu, zmniejszania wartości Md). Spowodowane to jest — z jednej strony różnym natężeniem procesów hydrodynamicznych (różną siłą napływów i spływów wód potoku przyboju) oddziaływujących w czasie pobierania próbek. Drugi czynnik, i to chyba ważniejszy, wpływający na pozornie nieprawidłowe zmiany uziarnienia, to zróżnicowanie dynamiki falowania spowodowane różną ekspozycją linii brzegowej. Mimo że rozczłonkowanie linii brzegowej między Orłowem i Sopotem jest słabe, można zaobserwować, że odcinki brzegu o ekspozycji E lub NE wystawione na oddziaływanie silniejszego falowania od strony otwartego morza charakteryzują się materiałem grubszym. Natomiast odcinki skierowane ku SE, pozostające więc niejako w cieniu wiatrów NE (silniejszego falowania), zawierają osad drobniejszy. Te zmiany uziarnienia w zależności od ekspozycji brzegu wyraźnie stwierdzić można między punktami 4 i 8, gdzie średni rozmiar ziarn (Md) wzrasta z około 0,4 do 0,8 mm oraz między punktami 9 a 13, gdzie również Md wzrasta z 0,4÷0,8 mm (fig. 1, tab. 1). Przedstawione wyżej dane pokrywają się m.in. z obserwacjami Traska (wg opisu podanego przez K. A. M. Kinga, 1963, str. 191—193), który stwierdza w strefie brzegowej ścisły związek między rozmiarem ziarn w osadzie a energią fal: im silniejsze falowanie, tym występujący ma-

⁴ Jest to wzór wprowadzony przez A. Cailleux.

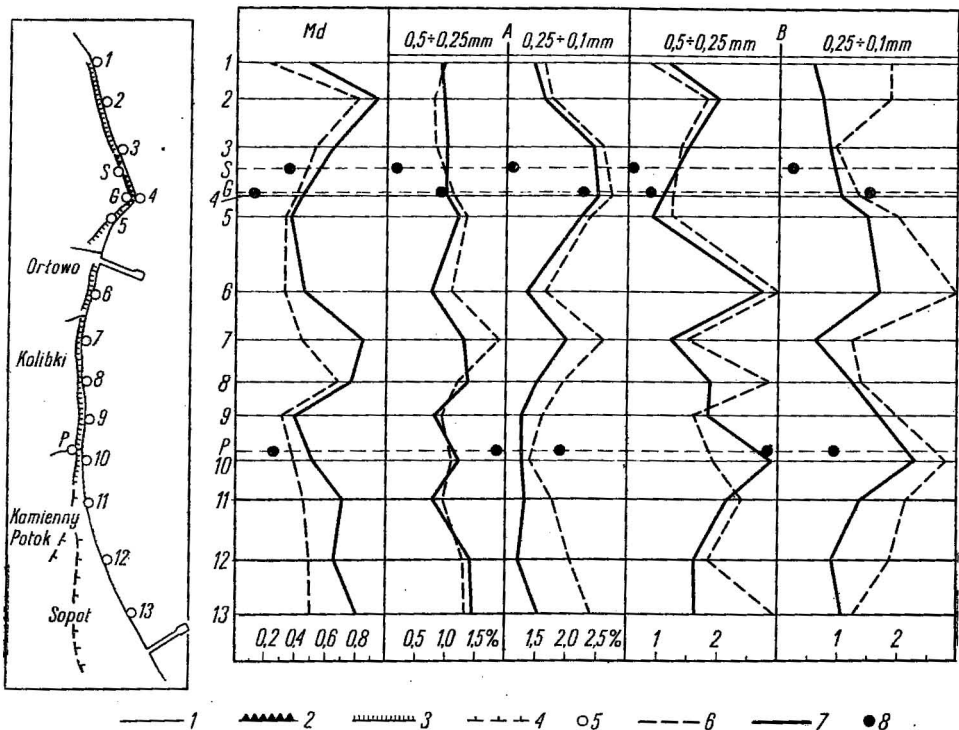


Fig. 1. Szkiec rozmieszczenia miejsc pobrania próbek

Situation of sampling sites

1 — linia brzegowa; 2 — klif żywy; 3 — klif martwy; 4 — klif ikopalny; 5 — miejsca pobrania próbek; 6 — materiał z górnej części strefy przyboju; 7 — materiał z dolnej strefy przyboju; 8 — materiał wyjściowy; Md — średni rozmiar ziarn w osadzie; A — zawartość minerałów ciężkich w procentach wagowych; B — stosunek minerałów o ciężarze właściwym 2,8–3,4 do minerałów o ciężarze właściwym powyżej 3,4
 1 — shore line; 2 — living cliff; 3 — dead cliff; 4 — buried cliff; 5 — sampling sites; 6 — material from the upper part of surf zone; 7 — material from the lower part of surf zone; 8 — original material; Md — mean grain size in deposit; A — contents of heavy minerals in weight percentage; B — ratio of minerals having specific weight 2,8–3,4 and minerals of specific weight being more than 3,4

teriał jest grubszy. Obserwowane przez niego nawietrzne odcinki brzegu charakteryzowały się wyższymi wartościami Md niż odcinki za-wietrzne.

SKŁAD MINERALNO-PETROGRAFICZNY

Minerały lekkie i okruchy skalne dominujące w osadach strefy potoku przyboju wykazują dużą monotonię bez względu na miejsce pobrania (z dolnej czy górnej części tej strefy, z punktów położonych bliżej lub dalej względem cypla klifu). Dlatego też omawianie charakterystyki mineralnej rozpocynam od minerałów ciężkich, wykazujących znaczne zróżnicowanie w zależności od miejsca ich pobrania, a przebieg tych zmian zbliżony jest do tego, jaki zaobserwowano w przypadku zmienności uziarnienia osadów strefy potoku przyboju.

MINERAŁY CIĘŻKIE

Zawartość minerałów ciężkich w osadach strefy potoku przyboju waha się $0,75 \div 1,90\%$ we frakcji $0,5 \div 0,25$ mm, oraz $1,08 \div 2,75\%$ we frakcji $0,25 \div 0,1$ mm⁵.

Zawartość minerałów ciężkich w górnej i dolnej części strefy potoku przyboju przedstawiono na fig. 1. Stwierdza się, że próbki pobrane zazwyczaj z górnej części strefy potoku przyboju mają wyższą koncentrację minerałów ciężkich niż próbki pobrane z dolnej części tej strefy. Odnosi się to do całego materiału wydzielonego z frakcji $0,25 \div 0,1$ mm, a z frakcji $0,5 \div 0,25$ mm do próbek pobranych z miejsc eksponowanych aktualnie na silniejsze oddziaływanie wód napływów i spływów potoku przyboju. Natomiast na odcinkach brzegu, gdzie w czasie zbierania próbek występowały bardzo słabe napływy i spływy, minerały ciężkie we frakcji $0,5 \div 0,25$ mm miały wyższą koncentrację w dolnej części strefy potoku przyboju.

W stosunku do materiału lądowego w strefie potoku przyboju zaobserwowano wzbogacenie osadu w minerały ciężkie jedynie w próbkach pobranych ze stożków usypiskowych. Natomiast w stosunku do gliny zwałowej i materiału pobranego z dna strumyka następuje w osadach strefy potoku przyboju znacznie słabszy wzrost koncentracji minerałów ciężkich, a nawet miejscami zmniejszenie ich zawartości, fig. 1. Na małą zawartość minerałów ciężkich w osadzie strefy potoku przyboju miały bez wątplenia wpływ warunki meteorologiczne, w jakich pobierano materiał, kiedy to słabe falowanie nie sprzyjało wzbogacaniu osadów w minerały ciężkie, w obrębie plaży nie stwierdzało się także opisywanych przez J. Łozińskiego i H. Masicką (1962) ciemnych smug piasków wzbogaconych w minerały ciężkie. Słabe potoki przyboju nie były w stanie podczas kolejnych napływów i spływów segregować materiału pod względem jego ciężaru właściwego — zwiększać koncentrację minerałów ciężkich. Zmienność wagowych udziałów minerałów ciężkich w strefie potoku przyboju na odcinku między cyplem klifu w Orłowie a Sopotem (fig. 1) jest podobna do opisanej poprzednio zmiany rozkładu średniego rozmiaru ziarna (Md) w osadzie, przy czym im wyższe Md (osad bardziej gruboziarnisty), tym większa jest w nim zawartość wagowa minerałów ciężkich.

Wyjaśnienie takiego rozkładu udziałów minerałów ciężkich można tłumaczyć analogicznie jak w przypadku rozkładu Md ekspozycją danego odcinka brzegu na silniejsze lub słabsze oddziaływanie wód potoków przyboju.

Składniki mineralne piasków strefy potoku przyboju są podobne do występujących w glinie zwałowej klifu czy też w materiale pobranym z koryta strumyka. Dominującą rolę odgrywają trzy grupy mineralne, a mianowicie amfibole, granaty i minerały nieprzezroczyste, stanowiące około 2/3 wszystkich minerałów ciężkich. Szczególnie znaczne odsetki (do 60%) minerałów nieprzezroczystych przypadają na frakcję $0,5 \div$

⁵ Z ośmiu próbek, dla których dysponowano dostateczną ilością materiału, wydzielono minerały ciężkie z frakcji $0,1-0,63$ mm. Zawartość minerałów ciężkich w tej frakcji dla osadów strefy potoku przyboju wahała się $1,25-4,8\%$.

Tabela 2

Minerały ciężkie w osadach górnej i dolnej części strefy potoku przyboju oraz w materiale wyjściowym (wartości liczbowe podane w procentach)

Nr próbki	Fracja 0,5 ÷ 0,25 mm								Fracja 0,25 ÷ 0,1 mm							
	Część dolna				Część górna				Część dolna				Część górna			
	Mnp	MO	SO	NO	Mnp	MO	SO	NO	Mnp	MO	SO	NO	Mnp	MO	SO	NO
1	45	37	28	35	40	30	42	28	26	43	40	17	29	25	32	43
2	45	31	17	52	47	36	17	47	26	43	34	23	15	30	24	46
3	37	36	20	44	35	28	21	51	29	37	39	24	27	36	36	28
4	41	39	29	32	39	40	28	32	25	34	35	31	24	32	32	36
5	46	36	39	25	43	32	43	25	23	36	22	42	26	31	20	49
6	29	21	26	53	44	22	32	46	27	37	17	46	27	15	20	65
7	53	31	28	41	54	36	22	42	25	40	30	30	22	31	35	34
8	49	22	21	57	44	22	10	68	15	28	27	45	35	33	27	40
9	44	37	16	47	51	26	26	48	38	34	27	39	36	35	23	42
10	40	25	20	55	56	36	25	39	27	26	26	48	27	23	16	61
11	46	30	15	55	43	32	8	60	34	42	24	34	32	40	25	35
12	42	39	18	43	51	27	17	56	30	46	30	24	26	36	28	36
13	48	31	22	47	46	36	22	42	31	35	26	39	35	40	23	37
G	50	43	22	35	—	—	—	—	22	33	24	43	—	—	—	—
S	31	81	9	10	—	—	—	—	38	86	2	12	—	—	—	—
P	45	23	19	58	—	—	—	—	27	29	37	34	—	—	—	—

Mnp — procentowa zawartość minerałów nieprzezroczystych w próbce; MO — minerały przezroczyste odporne na niszczenie mechaniczne i chemiczne (cyrkon, dysten, rutyl, staurolit, turmalin); SO — minerały przezroczyste średnio odporne na niszczenie (apatyt, granat, epidot); NO — minerały przezroczyste nieodporne na niszczenie (amfibol, biotyt, piroksen). Suma grup mineralnych MO, SO, NO stanowi 100%.

÷0,25 mm, co wiąże się z występowaniem licznych kongregacji żelazistych oraz poważnej ilości silnie zwiertzałych, nie oznaczonych minerałów nieprzezroczystych. Odmienny charakter mają, traktowane jako materiał wyjściowy, piaski ze stożków usypiskowych, w których obok znacznego udziału minerałów nieprzezroczystych (ponad 30%), pierwszoplanową rolę odgrywają: cyrkon (15% we frakcji 0,5 ÷ 0,25 mm i 24% w przedziale 0,25 ÷ 0,1 mm), staurolit (10 i 12%), a poza tym inne minerały odporne na niszczenie chemiczne i mechaniczne, tzn. dysten, rutyl, turmalin, stanowiące łącznie 28% we frakcji grubszej i 15% w drobniejszej.

W wyraźnej zależności od procentowanej zawartości minerałów ciężkich w osadzie pozostaje stosunek przezroczystych minerałów o c.wł. 2,88 ÷ 3,4 do minerałów o c.wł. powyżej 3,4. Stwierdza się, że im większa zawartość minerałów ciężkich w osadzie, tym stosunek ten jest niższy, występują wyższe udziały minerałów o c.wł. powyżej 3,4. Podobne spostrzeżenia odnotowują J. Łoziński i H. Masicka (1962) oraz B. Nowak (1962). Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że materiał pobrany z gór-

nej części strefy potoku przyboju, mimo że charakteryzuje się wyższą koncentracją minerałów ciężkich niż części dolne, zawiera więcej minerałów o c.wł. $2,88 \div 3,4$ (głównie amfiboli i biotyty) niż piaski pobrane z dolnej części strefy potoku przyboju. Wydaje się, że pozostaje to w związku z kształtem tych minerałów. Słupkowaty kształt amfibolu i blaszkowaty biotyty oraz ich względnie mały ciężar właściwy sprzyja łatwiejszemu porywaniu tych minerałów nawet przez słabe wody napływów i unoszeniu (w zawieszeniu) z dolnej części strefy potoku przyboju w stronę plaży. Minerały o kształtach sferoidalnych, np. granaty, w znacznie mniejszym stopniu podlegają tego rodzaju procesom przy słabym falowaniu⁶.

W miarę oddalania się od klifu (fig. 1) rozkład zmian stosunku minerałów ciężkich o c.wł. $2,88 \div 3,4$ do minerałów o c.wł. powyżej 7,4 nawiązuje do przebiegu procentowej zawartości minerałów ciężkich⁷.

Udziały przezroczystych minerałów ciężkich o różnej odporności na niszczenie mechaniczne i chemiczne zamieszczone zostały w tabeli 2. W świetle przedstawionych tam wyników nie można stwierdzić, aby w efekcie 4-kilometrowego transportu wzdłuż brzegu wzrastała ilość minerałów odpornych, a zmniejszała nieodpornych.

POZIOSTAŁE SKŁADNIKI MINERALNO-PETROGRAFICZNE

W obrębie frakcji piaszczystej (wśród składników lekkich), jak i żwirowej nie stwierdzono zróżnicowania składu mineralno-petrograficznego między próbkami pobranymi z dolnej i górnej części strefy potoku przyboju. Dlatego też posłużono się wartościami średnimi uzyskanymi z obu tych próbek. Jak już wspomniano uprzednio, frakcja żwirowa $2 \div 5$ cm odzwierciedla jedynie skład żwirów leżących zazwyczaj powyżej górnej aktualnie granicy napływów potoku przyboju. Zmienność składu mineralno-petrograficznego przedstawiono na fig. 2⁸. Rozmieszczenie miejsc pobrania żwirów podano na fig. 3.

W stosunku do materiału, z jakiego zbudowany jest cypel klifu, a więc do glin zwałowych, stwierdza się w osadach strefy potoku przyboju znaczny wzrost zawartości kwarcu (we frakcji $2 \div 1$ mm o około 30%) oraz grupy innych skał osadowych (głównie krzemieni) maksymalnie we frakcji $10 \div 5$ mm, bo około 15%. W nieco mniejszym stopniu wzrasta zawartość skał krystalicznych i ich składników bez kwarcu oraz piaskowców kwarcytowych (we frakcji $10 \div 5$ mm o około 8%). Zwiększenie udziałów wymienionych grup mineralno-petrograficznych odbywa się kosztem zmniejszenia ilości okruchów skał węglanowych, których ilość najbardziej zmniejsza się we frakcji $10 \div 5$ mm, bo prawie o 30%.

⁶ Zależność między kształtem minerałów a warunkami hydrodynamicznymi szczegółowo omawia L. I. Briggs (1962).

⁷ Nie stwierdzono, aby w miarę oddalania się od klifu wzrastała ilość minerałów ciężkich o c.wł. poniżej 4, jak to stwierdzają na Helu J. Bączyk i B. Nowak (1963). Nie zauważono również, aby wzrastała ilość granatu, co obserwuje na wybrzeżach Wolina R. Chlebowski (1964).

⁸ Ponieważ zawartość grupy „innych skał osadowych i ich składników bez kwarcu” dla frakcji poniżej 1 mm, jak i $2 \div 5$ cm była bardzo mała ($9 \div 0,1\%$), dlatego też nie wszystkie wyniki przedstawione zostały na rysunku.

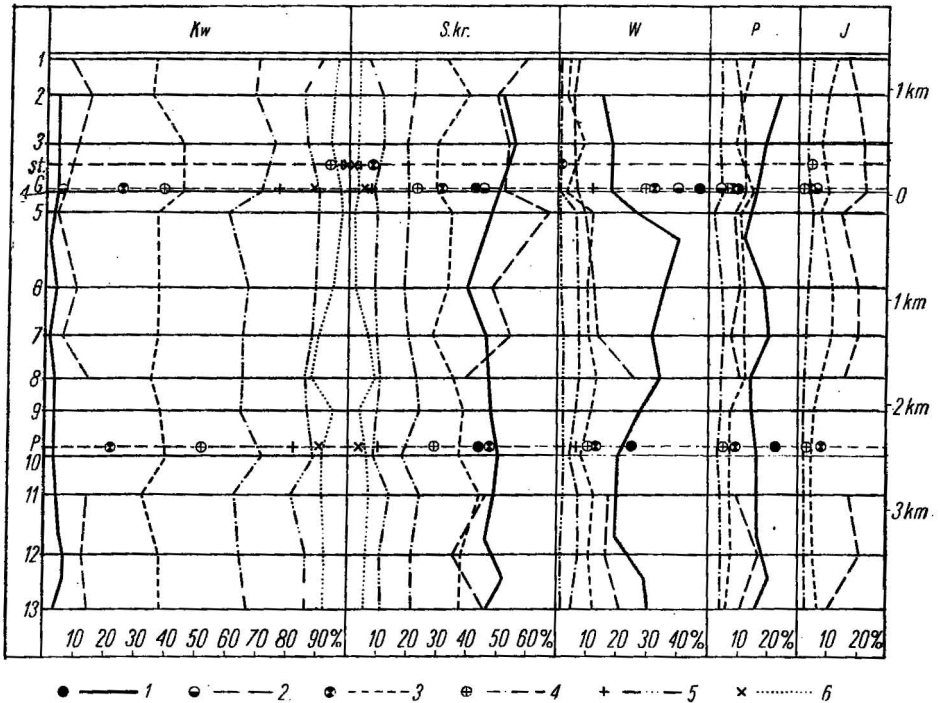


Fig. 2. Skład mineralno-petrograficzny osadów w strefie potoku przyboju
Mineral-petrographical composition of deposits in the surf zone

1 — frakcja 20 ÷ 10 mm; 2 — frakcja 10 ÷ 5 mm; 3 — frakcja 5 ÷ 2 mm; 4 — frakcja 2 ÷ 1 mm; 5 — frakcja 1 ÷ 0,5 mm; 6 — frakcja 0,5 ÷ 0,25 mm (oznaczenia punktowe charakteryzują materiał wyjściowy); Kw — kwarc; S.kr. — skały krystaliczne i ich składniki bez kwarcu; W — wapienie i dolomity; P — piaskowce o lepiszczu krzemionkowym; J — inne składniki mineralno-petrograficzne

1 — fraction 20 ÷ 10 mm; 2 — fraction 10 ÷ 5 mm; 3 — fraction 5 ÷ 2 mm; 4 — fraction 2 ÷ 1 mm; 5 — fraction 1 ÷ 0,5 mm; 6 — fraction 0,5 ÷ 0,25 mm (point determinations mean original material); Kw — quartz; S.kr. — crystalline rocks and their components without quartz; W — limestones and dolomites; P — sandstones with silica cementing material; J — other mineral-petrographical components

Osady strefy potoku przyboju różnią się od wziętych do porównania piasków ze stożków usypiskowych, występujących w obrębie klifu, które stanowią materiał trzeciorzędowy zasobny w kwarc, krzemienie i glaukonit z niewielką domieszką materiału czwartorzędowego.

Charakter mineralno-petrograficzny osadów strefy potoku przyboju najbardziej zbliżony jest do rozmytego materiału fluwioglacjalnego, transportowanego w korycie strumyka wpadającego do morza na północ od miejscowości Kamienny Potok.

Zmiany składu mineralno-petrograficznego w osadach strefy potoku przyboju na odcinku między Orłowem a Sopotem są niewielkie i maleją wraz ze zmniejszeniem się średnicy. Jedynie frakcje grubopiaszczyste i żwirowe wykazują pewne zróżnicowanie. W przypadku kwarcu frakcje 1 ÷ 2 mm i 2 ÷ 5 mm (próbki pobrane z osadów strefy przyboju w obrębie klifu) zawierają ponad 10% więcej kwarcu niż na pozostałych odcinkach brzegu. Zmiany te tłumaczyć można silnym dopływem piaszczy-

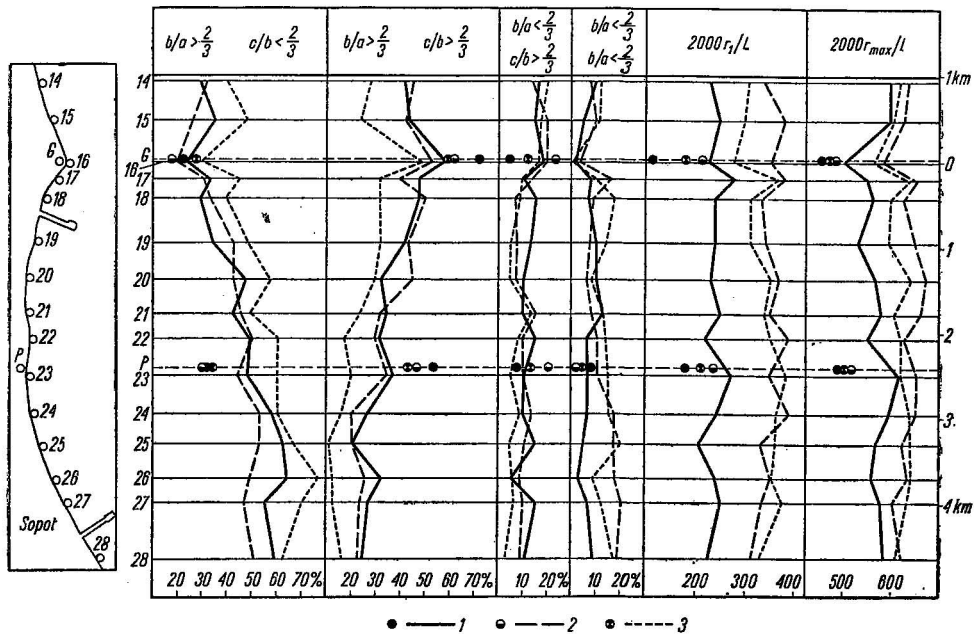


Fig. 3. Rozmieszczenie miejsc pobrania próbek materiału żwirowego
Distribution of sites of gravel material sampling

1 — żwiry skał krystalicznych; 2 — żwiry piaskowców; 3 — żwiry wapienne (oznaczenia punktowe charakteryzują materiał wyjściowy); $b/a > 2/3$, $c/b < 2/3$ — żwiry o formach dyskooidalnych; $b/a > 2/3$, $c/b > 2/3$ — żwiry o formach sferoidalnych; $b/a < 2/3$, $c/b > 2/3$ — żwiry o formach wrzecionowatych; $b/a < 2/3$, $c/b < 2/3$ — żwiry o formach eliptycznych; $2000 r_1/L$, $2000 r_{max}/L$ — średnie wartości zaokrąglenia żwirów

1 — gravels of crystalline rocks; 2 — gravels of sandstones; 3 — calcareous gravels (point determinations mean original material); $b/a > 2/3$, $c/b < 2/3$ — gravels having discoidal forms; $b/a > 2/3$, $c/b > 2/3$ — gravels having spheroidal forms; $b/a < 2/3$, $c/b > 2/3$ — gravels having spindle forms; $b/a < 2/3$, $c/b < 2/3$ — gravels having ellipsoidal forms; $2000 r_1/L$, $2000 r_{max}/L$ — mean values of rounding of gravels

stego materiału trzeciorzędowego (ze stożków usypiskowych) zasobnego w kwarc, jak również tym, że poza klifem do osadów strefy potoku przyboju domieszany jest materiał niekwarcowy, powstały z rozkruszenia skał z abradowanych glacialnych osadów cypla klifu.

Skały krystaliczne wykazują pewną zmienność we frakcjach 2÷5 mm, 5÷10 mm i 20÷50 mm. W dwóch ostatnich frakcjach w miarę oddalania się od cypla maleje ilość skał krystalicznych, natomiast we frakcji 2÷5 mm następuje wzrost udziałów tych skał. Wydaje się, że zmiany te wywołane są procesami rozdrabniania skał krystalicznych we frakcjach grubszych od 5 mm i przechodzeniem rozkruszonego materiału do frakcji 2÷5 mm w czasie przemieszczania materiału skalnego wzdłuż brzegu.

Maksimum skał węglanowych występuje między cyplem klifu Kępy Redłowskiej a mołem w Orłowie. Od tego miejsca ku południowi zawartość skał węglanowych w osadach strefy potoku przyboju wyraźnie maleje; najlepiej prześledzić to można w oparciu o frakcję 2÷5 cm. To przesunięcie maksimum wapieni na południe od klifu należy wiązać z tym, że skały te ulegają szybkiej obróbce mechanicznej (obtaczaniu

i spłaszczaniu) pod wpływem dynamiki fal morskich, w wyniku czego mogą być łatwiej i szybciej toczone lub też ruchem ślizgowym transportowane na pewną odległość od klifu. Mała odporność tych skał na ścieranie powoduje jednak w dalszej wędrówce szybką eliminację skał węglanowych z osadu strefy potoku przyboju.

Udział piaskowców oraz grupy innych skał osadowych w osadach strefy potoku przyboju na odcinku między Orłowem a Sopotem nie wykazują większego zróżnicowania.

KSZTAŁT SKŁADNIKÓW MINERALNYCH I SKALNYCH

OBTOCZENIE ZIARN KWARCU

Kształt ziarn kwarcu w osadach strefy potoku przyboju silnie nawiązuje do utworów nadbrzeża. Wyraża się to przede wszystkim w występowaniu najwyższej ilości ziarn obtoczonych w przedziale $1\div 0,5$ mm, podobnie jak ma to miejsce w glinach zwałowych, oraz poważnymi ilościami ziarn tej samej klasy we frakcji $0,25\div 0,1$ mm, analogicznie do piasków pobranych ze stożków usypiskowych. Mimo tych cech wspólnych z materiałem lądowym piaski strefy potoków przyboju nabierają pewnych odrębności. Dotyczy to głównie zwiększenia udziału ziarn obtoczonych we frakcji $1\div 2$ mm oraz $0,25\div 0,1$ mm; w tej ostatniej frakcji dotyczy to glin zwałowych i rozmytego materiału fluwioglacjalnego. To zwiększenie ziarn obtoczonych we frakcji grubopiaszczystej związane jest z obróbką, jaka zachodzi w strefie brzegowej w wyniku ciągłego przemieszczania materiału piaszczystego, ciągłego ocierania się ziarn o siebie, szczególnie w strefie potoku przyboju. W wyniku tego procesu materiał grubszy jest silnie obtaczany od drobniejszego, który może być niesiony w zawieszeniu przez wody napływów i spływów. Pewne zwiększenie udziału ziarn kwarcu obtoczonego we frakcji $0,25\div 0,1$ mm związane jest — z jednej strony — z silnym dopływem drobnopiaszczystego materiału ze stożków usypiskowych, z drugiej zaś, być może, że materiał ten pochodzi z osadów glacialnych i został przekształcony podczas szlifowania materiału grubszego.

Podwyższenie w niektórych próbkach udziału ziarn kanciastych we frakcjach $0,25\div 0,1$ mm i $0,5\div 0,25$ mm prawdopodobnie związane jest z dopływem ziarn kwarcu z osadów fluwioglacjalnych lub też mogą one pochodzić z zasobnych w kwarc skał krystalicznych rozkruszanych w czasie transportu.

Obtroczenie ziarn kwarcu nie wykazuje dużego zróżnicowania między materiałem pobranym z górnej i dolnej części strefy potoku przyboju. Nie stwierdza się również większych zmian w zawartości poszczególnych klas obtoczenia ziarn kwarcu w tej strefie między klifem w Orłowiu a Sopotem (tab. 3).

FORMA ŻWIRÓW

Forma żwirów określona według proporcji zachodzących między trzema głównymi osiami żwiru wskazuje, że niezależnie od rodzaju badanych grup skalnych wśród żwirów brzegowych frakcji $2\div 5$ cm prze-

Tabela 3

Obtroczenie ziarn kwarcu we frakcji piaszczystej (wartości liczbowe podane w procentach)

Nr próbki	Frakcje w mm											
	0,1 ÷ 0,25			0,25 ÷ 0,5			0,5 ÷ 1,0			1,0 ÷ 2,0		
	K	CO	O	K	CO	O	K	CO	O	K	CO	O
Dolna część strefy potoku przyboju												
1	17	50	33	17	48	35	14	36	50	23	44	33
2	19	50	31	30	40	30	23	36	41	20	36	44
3	20	50	30	24	53	23	22	38	40	23	32	45
4	17	43	40	18	52	30	16	32	52	22	38	40
5	22	42	36	20	48	32	23	38	39	23	24	53
6	23	39	38	17	51	32	20	35	45	20	33	47
7	29	37	34	27	49	24	16	44	40	15	53	32
8	22	38	40	34	41	25	31	29	40	29	30	41
9	23	42	35	17	64	19	29	24	47	18	50	32
10	26	49	25	20	48	32	20	30	50	23	41	36
11	19	40	41	27	50	23	28	30	42	18	52	30
12	30	38	32	25	52	23	25	28	47	20	50	30
13	31	42	27	27	49	24	24	36	40	22	45	33
Górna część strefy potoku przyboju												
1	27	43	30	20	50	30	10	35	55	—	—	—
2	25	42	33	25	54	21	23	30	47	27	40	33
3	25	40	35	25	55	20	23	34	43	17	42	41
4	18	45	37	20	51	29	18	32	50	22	34	44
5	20	44	36	22	47	31	21	36	43	20	30	50
6	22	43	35	24	50	26	21	32	47	—	—	—
7	20	44	36	15	52	33	23	35	42	20	48	32
8	30	45	25	23	62	15	28	30	42	20	47	33
9	20	54	26	33	42	25	29	24	47	20	46	34
10	22	40	38	24	48	28	24	26	50	18	40	42
11	20	42	38	29	50	21	26	30	44	19	43	38
12	25	53	22	31	44	25	24	31	45	20	44	36
13	22	41	37	22	48	30	20	33	47	27	37	36
Materiał wyjściowy												
G	22	54	26	16	59	25	24	31	45	21	52	27
S	30	32	38	19	59	22	20	44	36	21	45	34
P	33	42	25	24	52	24	31	34	35	33	39	28

K — ziarna kanciaste (współczynnik obtroczenia 0,1 ÷ 0,4); CO — częściowo obtroczone (0,5 ÷ 0,6); O — obtroczone (0,7 ÷ 0,8).

ważają formy dyskoidalne, w nieco mniejszej ilości występuje materiał sferoidalny, żwiry o formach elipsoidalnych i wrzecionowatych stanowią natomiast najmniejszy udział (fig. 3). Niemniej można zaobserwować, że wapienie charakteryzują się wyższym udziałem form dysko-

dalnych (wśród wydzielonych grup petrograficznych), a najmniejszym form sferoidalnych. Przeciwnie, żwiry skał krystalicznych i piaskowców kwarcytowych mają mniej form dyskoidalnych niż wapienie, więcej natomiast sferoidalnych.

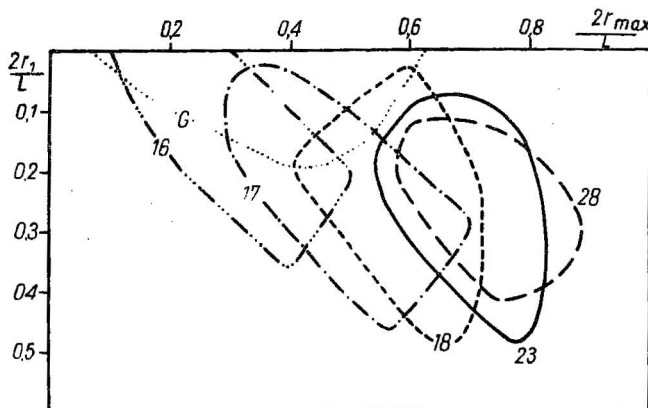


Fig. 4. Zmienność zaokrąglenia żwirów skał krystalicznych między Orłowem a Sopotem

Variability of rounding of gravels crystalline rocks between Orłowo and Sopot

Numerory próbek według fig. 3

Numbers of samples according to Fig. 3

W stosunku do materiału wyjściowego, a więc do żwirów z glin zwalowych, żwiry brzegowe charakteryzują się wyższym udziałem form dyskoidalnych i wrzecionowatych, natomiast znacznie zmniejsza się udział żwirów o formach sferoidalnych.

Przekształcenie się formy żwirów w miarę oddalania się od klifu prześledzić można bardzo wyraźnie w oparciu o żwiry dyskoidalne i sferoidalne, których zmienność pozostaje w zależności odwrotnie proporcjonalnej (żwiry sferoidalne przemodelowywane są w żwiry dyskoidalne). Przekształcanie formy żwirów najszybciej zachodzi na odcinku pierwszych kilkuset metrów od klifu. Opierając się na wynikach zamieszczonych na fig. 3, można przyjąć, że na odcinku pierwszego kilometra od klifu około 15% żwirów o formach sferoidalnych ulega znacznemu spłaszczeniu (skróceniu osi c) i przyjmuje formy dyskoidalne. Na pozostałym odcinku brzegu w miarę oddalania się od klifu (do 4,5 km) przemodelowywanie żwirów sferoidalnych w dyskoidalne zachodzi nieco słabiej; na każdy jednokilometrowy odcinek brzegu przybywa około 10% żwirów o formach dyskoidalnych. To przekształcanie formy żwirów, polegające przede wszystkim na skracaniu najkrótszej osi żwiru, wywołane jest ścieraniem spowodowanym przez sunięcie lub ślizganie żwiru po dnie oraz ścieraniem jego górnej części przez niesiony w zawieszeniu piasek przez wody morskie. W czasie transportu wzdłuż brzegu w mniejszym stopniu odbywa się toczenie żwirów, powodujące skracanie osi b i c , dlatego też w miarę oddalania się od klifu obserwuje się tylko niewielki wzrost udziału żwirów o formach wrzecionowatych.

Podobne uwagi dotyczące spłaszczenia żwirów podają odnośnie do materiału plażowego na Wolinie M. Jahn (1962) i J. Morawski (1963). Stwierdzają oni, że w miarę oddalania się od obszaru źródłowego wzrasta spłaszczenie żwirów, oraz że przy podłożu piaszczystym żwiry ulegają silniejszemu spłaszczeniu niż przy podłożu żwirowym⁹.

ZAKRĄGLENIE ŻWIRÓW

Operując średnimi wartościami współczynnika $2r_1/L$ i $2r_{max}/L$ stwierdzić można, że najlepiej zaokrąglone są żwiry piaskowców kwarcytowych i wapieni, najslabiej skał krystalicznych. Średnie wartości współczynników zaokrąglenia są znacznie wyższe od wyjściowego materiału glacialnego i fluwioglacjalnego. Daje się zauważyć, że wygładzanie krawędzi (obtaczanie) materiału wyjściowego zachodzi bardzo szybko i to głównie w obrębie wybrzeża z żywym klifem. W miarę oddalania się od niego zaokrąglanie żwirów przebiega wolniej, nie wykazując prawie żadnych zmian na odcinku brzegu między mołem w Orłowie a Sopotem (fig. 3)¹⁰.

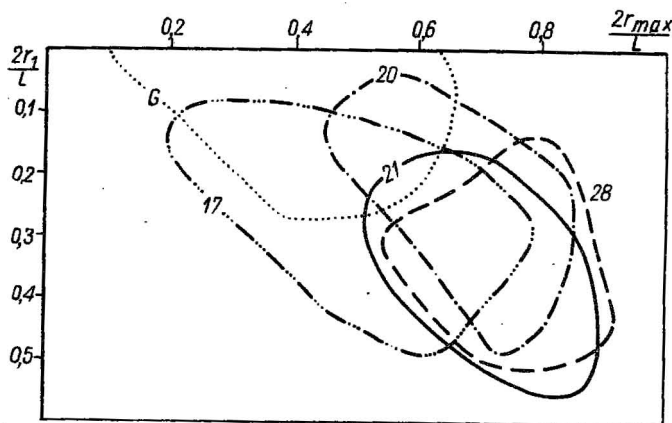


Fig. 5. Zmienność zaokrąglenia żwirów piaskowców między Orłowem a Sopotem

Variability of rounding of gravels sandstones between Orłowo and Sopot

Numery próbek według fig. 3

Numbers of samples according to Fig. 3

Przekształcanie zaokrąglenia żwirów w miarę oddalania się od klifu znacznie wyraźniej daje się prześledzić w oparciu o równoczesne scharakteryzowanie żwiru dwoma współczynnikami zaokrąglenia: $2r_1/L$ i $2r_{max}/L$ (K. Richter, 1954). Na fig. 4—6 przedstawiono zmiany tych współczynników dla całego materiału żwirowego z badanych próbek (jak

⁹ Wszystkie powyższe spostrzeżenia pokrywają się z eksperymentalnymi badaniami przeprowadzonymi przez Ph. H. Kuenena (1956, 1964).

¹⁰ Podobny przebieg zmiany obtoczenia obserwowali T. J. Andel, H. J. Wiggers, G. Maarleveld (1964).

wspomniano poprzednio zaznaczone pola charakteryzują 80% żwirów z danej próbki, eliminowano przez to możliwość przypadkowego rozrzutu pojedynczych żwirów). W celu podniesienia czytelności rysunków zredukowano liczbę pól dla poszczególnych próbek, przedstawiając jedynie wybrane, nie powtarzające się pola. Przebieg zmian współczynników zaokrąglenia żwirów brzegowych porównano do żwirów z glin zwałowych, traktując je jako wyjściowe dla badanego materiału.

W oparciu o otrzymane wyniki można stwierdzić, że niezależnie od charakteru petrograficznego badanych żwirów proces zaokrąglania przebiega podobnie (w podobnym kierunku). Jednak szybkość tych zmian

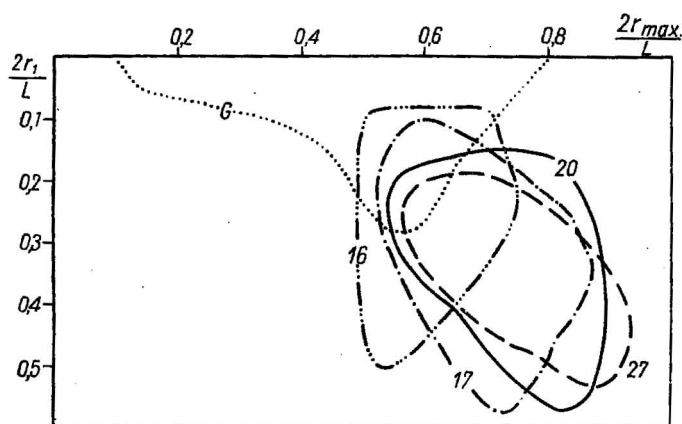


Fig. 6. Zmienność zaokrąglenia żwirów wapiennych między Orłowem a Sopotem

Variability of rounding of calcareous gravels between Orłowo and Sopot

Numery próbek według fig. 3

Numbers of samples according to Fig. 3

(ścierania ostrych naroży) uwarunkowana jest rodzajem skały, z jakiej uformowany jest żwir. Najszybciej zaokrąglają się żwiry wapienne, gdyż już materiał leżący na brzegu klifu Kępy Redłowskiej znacznie różni się od żwirów występujących w glinach zwałowych. Nieco wolniej wzrasta zaokrąglenie żwirów piaszczystych, najwolniej zaś żwirów skał krystalicznych.

Uogólniając można stwierdzić, że w sąsiedztwie klifu szybko ulegają stępieniu wszystkie najbardziej ostre naroża żwirów i materiał żwirowy przyjmuje wartości współczynnika $2r_1/L$ zawarte między 0,1 a 0,5. W miarę oddalania się od klifu zwiększanie się tego współczynnika zachodzi bardzo powoli. Następuje natomiast bardzo wyraźny wzrost współczynnika $2r_{max}/L$, co świadczy o znacznej intensywności wygładzania wypukłych krzywizn żwirów. W wyniku tych zmian obserwuje się, że im bardziej próbka odległa jest od klifu, tym bardziej pole jej przesuwają ku prawej stronie rysunku, próbki najbardziej odległe od klifu przyjmują wartości współczynnika $2r_{max}/L$ zawarte między 0,6 a 0,9.

PODSUMOWANIE

Osady piaszczysto-żwirowe badane w strefie potoku przyboju różnią się dość znacznie od materiału, z którego zbudowany jest klif.

1. Do pierwszej grupy różnic należy zaliczyć te zmiany w osadzie strefy potoku przyboju, które mają ustaloną, kierunkową, prawidłową zmienność, będącą wynikiem dynamicznej działalności wód morskich. Dotyczy to przede wszystkim zmian, jakim ulega materiał żwirowy. Stwierdza się mianowicie, że w miarę oddalania od klifu we frakcji 2–5 cm wyraźnie zmienia się forma żwirów (maleje udział form sferoidalnych, wzrastają dyskoidalne), następuje podwyższenie współczynników zaokrąglenia $2r_1/L$ i $2r_{max}/L$, przy czym ten ostatni wykazuje silniejszy wzrost wartości.

2. Do drugiej grupy należy zaliczyć te odrębności w osadach strefy potoku przyboju, których zmienność uwarunkowana jest przez aktualną działalność dynamiczną napływów i spływów potoku przyboju, a charakter osadu jest niejako wykładnikiem natężenia sił tych procesów. Dotyczy to przede wszystkim zmian uziarnienia osadów, wagowej zawartości minerałów ciężkich w osadzie, stosunku minerałów ciężkich o c.wł. poniżej 3,4 do minerałów o c.wł. powyżej 3,4. Przebieg tych zmian uzależniony jest od ekspozycji danego odcinka brzegu wystawionego na działanie słabszej lub intensywniejszej energii wód morskich. Odcinki brzegu poddane działaniu silniejszych napływów i spływów wód potoku przyboju charakteryzują się grubszym osadem (wyższe Md), wyższą wagową zawartością minerałów ciężkich w osadzie oraz wzrostem udziałów minerałów ciężkich o c.wł. powyżej 3,4.

3. Do trzeciej grupy należy zaliczyć stosunkowo najmniejsze różnice między materiałem lądowym a osadami strefy potoku przyboju, przy czym w obrębie tej strefy nie stwierdza się wyraźnych zmian w miarę oddalania się od klifu czy też ekspozycji brzegu, jeśli nawet występują są to zmiany dość nieznaczne. Dotyczy to małego różnicowania składu mineralno-petrograficznego frakcji piaszczystej (zawartość składników lekkich) oraz częściowo żwirowej, jak również małych zmian w stopniu obróbki mechanicznej ziarn kwarcu.

Katedra Geologii Uniwersytetu M. Curie-Skłodowskiej
Lublin, ul. Akademicka 12.
Nadesłano dnia 7 lipca 1965 r.

PIŚMIENNICTWO

- ANDEL T. J., WIGGERS H. J., MAARLEVELD G. (1954) — Roundness and shape of marine gravells from Urk (Netherlands). Journ. Sedim. Petrol. 24, nr 2, p. 100–116. Urbana, Illinois.
- BĄCZYK J., NOWAK B. (1963) — Wpływ rzeźby na różnicowanie składu mineralnego osadów powierzchniowych na półwyspie Hel. Czas. geogr., 34, nr 3, p. 204–240. Wrocław.

- BRIGGS L. I., MC CULLOCH D. S., MOSER F. (1962) — The hydraulic shape of sand particles. *Journ. Sedim. Petrol.*, **32**, nr 4, p. 645—656. Urbana, Illinois.
- BOHDZIEWICZ L. (1960) — Budowa geologiczna i procesy dynamiczne w strefie brzegowej w Orłowie i Rewle. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **29**, nr 4, p. 347—354. Kraków.
- CHLEBOWSKI R. (1964) — Minerale ciężkie piasków plażowych i wydmyowych wybrzeża wyspy Wolin. *Biul. Geol. U.W.*, **4**, p. 128—142. Warszawa.
- CZEKAŃSKA M. (1948) — Fale burzowe na południowym Bałtyku. *Badania fizjograficzne nad Polską zachodnią*, **1**, p. 58—91. Poznań.
- JAHN M. (1962) — Otoczaki plażowe Zatoki Pomorskiej. *Czas. geogr.* **33**, nr 1, p. 129—135. Warszawa—Wrocław.
- KUENEN PH. H. (1956) — Experimental abrasion of pebbles 2: Rolling by current. *J. Geol.*, **64**, p. 427—449. Chicago.
- KUENEN PH. H. (1964) — Experimental abrasion: 6 surf action. *Sedimentology*, **3**, nr 2, p. 29—43. Amsterdam.
- ŁOMIŃTEWSKI K. (1962) — Sztormy na południowym Bałtyku. *Zesz. geogr. WSP w Gdańsku*, **4**, p. 192—227. Gdańsk.
- ŁOZIŃSKI J., MASTICKA H. (1962) — Badania minerałów ciężkich w piaskach plażowych Zatoki Gdańskiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **32**, nr 4, p. 578—596. Kraków.
- MORAWSKI J. (1963) — Charakterystyka mineralno-petrograficzna oraz morfometria piasków i żwirów z wybrzeża wyspy Wolin. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. B*, **14**, p. 1—32. Lublin.
- NOWAK B. (1962) — O współzależności między składem minerałów ciężkich a stopniem ich koncentracji. *Wszechświat*, nr 10, p. 256—261. Kraków.
- RICHTER K. (1954) — Geröllmorphometrische Studien in den Mittelterrassenschottern bei Gronau a.d. Leine. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **4/5**, p. 216—220. Öhringen.
- ROSA B. (1963) — O rozwoju morfologicznym wybrzeża polskiego w świetle dawnych form brzegowych. *Studia Societatis Scientiarum Torunensis, sec. C*, **5**, p. 1—172. Toruń.
- RUDOWSKI S. (1962) — Mikroformy strefy brzegowej Bałtyku w Polsce. *Acta geol. pol.*, **12**, nr 4, p. 540—572. Warszawa.
- ZENGG TH. (1935) — Beitrag zur Schotteranalyse. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, **15**, nr 1, p. 39—141. Zürich.
- КИНГ К. А. М. (1963) — Пляжи и берега. Москва.
- РУХИН А. Б. (1961) — Основы литологии. Москва.

Роман РАЦИНОВСКИ

ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕЙ ЧАСТИ БЕРЕГА МЕЖДУ БЕРЕГОВЫМ ОБРЫВОМ В ОРЛОВЕ И СОПОТОМ

Резюме

В работе представлены результаты исследований песчано-галечникового материала, отобранного из зоны прибойного потока, приблизительно на четырехкилометровом участке Гданьской бухты между береговым обрывом в Орлове и Сопотом. Изученные отложения

зоны прибойного потока значительно отличаются от материала, слагающего береговой обрыв (валунные глины) и песков конусов осыпей, распространенных у подошвы берегового обрыва.

Первая группа отличий охватывает изменения в отложениях зоны прибойного потока, которые характеризуются установившейся направленной изменчивостью, являющейся результатом динамической деятельности морских вод. Итак, было установлено, что галька фракций 2—5 см по мере удаления от берегового обрыва изменяет сфероидальную форму на дискоидальную; повышается также степень окатанности гальки.

К второй группе следует отнести эти отличия в отложениях зоны прибойного потока, которые обусловлены современной динамикой вод прибоа, а характер осадка является некоторым образом показателем интенсивности силы смылов и намывов. Это касается дифференцированности гранулометрического состава отложений, процентного содержания тяжелых минералов, соотношения тяжелых минералов с удельным весом меньше 3,4 к минералам с удельным весом больше 3,4. Ход этих изменений зависит от экспозиции данного участка берега, который подвергается действию более или менее интенсивной энергии морских волн. Участки берега, подвергающиеся действию более интенсивных набегов и отступлений вод прибойного потока, характеризуются более крупными отложениями, более высоким содержанием тяжелых минералов и значительным процентом минералов с удельным весом больше 3,4.

К третьей группе можно отнести относительно самые небольшие различия между континентальным материалом и отложениями зоны прибойного потока. Это касается небольшой дифференцированности минерально-петрографического состава песчанистой (содержание легких компонентов) и частично галечниковой фракций, а также небольших изменений в степени окатанности зерен кварца.

Roman RACIŃOWSKI

CHANGES OF CERTAIN LITHOLOGIC FEATURES OF DEPOSITS IN THE FORESHORE BETWEEN THE CLIFF AT ORŁOWO AND SOPOT

Summary

The paper presents the results of studies on sand-gravel material taken from the surf zone in an about 4 km long shore sector of the Gdańsk Bay, between the cliff at Orłowo and Sopot. The deposits of the tidal zone greatly differ from the material (boulder clays) building up the cliff, and from the sands forming aggradation cones at the cliff base.

The first group of differences embraces the changes in deposits of the surf zone, which are characterized by a stabilized directional variability that is a result of dynamic activity of marine waters. It has also been ascertained that farther off the cliff, the gravels of 2—5 cm fraction change their form passing from spheroidal into discoidal. An increase in rounding degree of gravels takes place, too.

To the second group of differences belong the characteristics of the deposits from tidal zone, which are conditioned by the real dynamics of tidal waters, the character of deposits being to certain degree an exponent of intensity of flows and

ebbs. This concerns here the differentiation in grain size, the percentage of heavy minerals, and the ratio of heavy minerals having specific weight below 3.4 to those characterized by specific weight amounting to more than 3.4. The changes depend on the form of shore sector exposed to the activity either of feeble or of stronger energy of sea waves. The shore sectors exposed to stronger activity of swash and *beckwasch* are characterized in the surf zone by coarser sediment, greater content of heavy minerals, and considerable percentage of those that have specific weight higher than 3.4.

The third group embraces relatively smallest differences occurring between the continental material and deposits of surf zone. This concerns a small differentiation in mineral petrographic composition of sand fraction (contents of light components) and partly of gravel fraction, as well as slight changes in rounding degree of quartz grains.