

TADEUSZ WIESER

## Spostrzeżenia nad sedymentacją zlepieńców fliszu karpackiego

TREŚĆ: Wstęp — Występowanie zlepieńców — Orientacja przestrzenna otoczków —  
Warunki sedymentacji zlepieńców morskich — Uwagi końcowe — Literatura  
cytowana

### WSTĘP

W ramach prowadzonych pod kierownictwem prof. M. Książkiewicza z ramienia Polskiej Akademii Nauk badań nad genezą fliszu karpackiego wykonane zostały w roku 1953 wstępne prace nad wyjaśnieniem powstania i warunków sedymentacji zlepieńców karpackich. Badania te zainicjowano na obszarze arkusza Wadowice, gdzie już wcześniej był poznany skład petrograficzny i stosunki ilościowe głównych typów egzotyków, wchodzących w skład tamtejszych zlepieńców kredy śląskiej (19). Zebrany materiał w postaci obserwacji i pomiarów w najbardziej dogodnych do tego celu odkrywkach nad rzeką Skawą dał, mimo swych skromnych rozmiarów, wiele interesujących danych. Wyniki te zestawiono w sposób graficzny dla ułatwienia ich interpretacji (p. niżej s. 351-356). W przyszłości badania te mają być rozszerzone na inne obszary i poziomy stratygraficzne. Ich celem jest uzyskanie pełnego obrazu warunków sedymentacji zlepieńców fliszowych.

### WYSTĘPOWANIE ZLEPIEŃCÓW

Spośród zbadanych występowania zlepieńców jedno z nich dostarczyło najwięcej danych dzięki doskonałemu odsłonięciu dużej rozmiarami soczewki zlepieńców górno-istebniańskich (g. kreda). Odkrywka ta znajduje się nad rzeką Skawą w odległości ok. 400 m na S od mostu kolejowego w Mucharzu k. Wadowic.

Dzięki intensywnej erozji bocznej rzeki Skawy i silniejszej cementacji osadów zawierających zlepienie powstała kilkumetrowa stroma ściana, przechodząca pod rzeką w próg. Bieg warstw w tej partii osadów, wskutek wielkiej grubości ławic i występowania licznych diaklaz, możliwy był do określenia jedynie w sąsiednich odsłonięciach drobnoziarnistych sedymentów klastycznych. Wartość jego i wartość kąta upadu wynoszą:  $295^{\circ}$  SW  $31^{\circ}$ . Powierzchnie diaklaz o odmiennej niż grubsze ławice rozciągłości ( $330^{\circ}$ ,  $360^{\circ}$ ,  $30^{\circ}$ ) odznaczają się także znacznie większym upadem ( $70-90^{\circ}$ ).

Kształt soczewki zlepieńców lub raczej tzw. kieszeni i jej rozmiary w pewnym stopniu przedstawia fig. 1, w której płaszczyzna projekcji nie jest ani całkowicie zgodna z przekrojem prostopadłym do uławicenia, ani też równoległa do dłuższej osi soczewki.

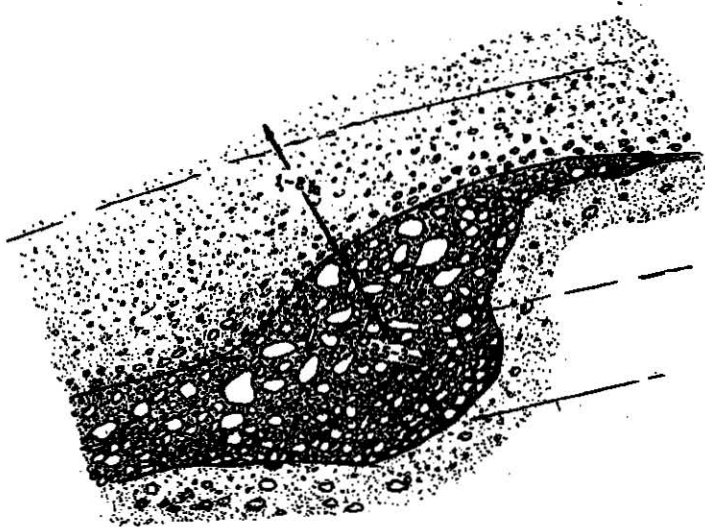


Fig. 1

Przekrój soczewki zlepieńca w odkrywcę nad rzeką Skawą koło Mucharza  
(opis w tekście)

Jak wynika z fig. 1, w spagu i w stropie soczewki znajdują się osady bardziej drobnoklastyczne, z tą jednak różnicą, że w spagu przejście ze żwirowców w zlepienie jest raptowne i w bezpośrednim sąsiedztwie kontaktu sygnalizowane jest pojawieniem się rozrzuconych miejscami większych otoczków. Zmiany w uziarnieniu w stropie są na ogół stopniowe, mimo że większe średnicą egzotyki w tej właśnie przejściowej strefie osiągają najpokaźniejsze rozmiary (do 45 cm  $\Phi$ ), tekstura gradacyjna w obrębie odsłonięcia jest przeto słabo zaznaczona. W dolnej części „kie-

szeni" spoiwo jest skąpe, typu raczej porowego, tzn. że zapełnia ono luki pomiędzy stykającymi się otoczkami. Składa się ono z piasku w towarzystwie ilitu i żwiru kwarcowego, skaleniowego lub skalnego. Zawartość węglanu wapnia bardzo mała. Materiał gruboklastyczny na ogół jest dobrze przesegregowany pod względem wielkościowym. Przeciętna wielkość średnicy egzotyków wynosi ok. 10 cm. W górnej partii spoiwo staje się wyraźnie składnikiem podstawowym i uzyskuje nawet przewagę objętościową nad fragmentami skalnymi. Panującą frakcją okrucową jest tu żwir o średnicy ziarn od 8 do 10 mm, spojony z kilem piaskiem i ilitem z drobną przymieszką CaCO<sub>3</sub>. Na ogół selekcja wielkościowa materiału gruboklastycznego jest w tej partii słaba, a jego średnica waha się od kilku do 45 cm. Zwiększanie się zawartości frakcji żwirowej prowadzi stopniowo, jednocześnie ze zmniejszaniem się liczby i większymi rozmiarami egzotyków, do powstania normalnych żwirowców. Zmiana w typie uziarnienia w kierunku wydłużania się osi soczewki wydaje się być również stopniową.

W składzie litologicznym egzotyków uderza duża różnorodność typów petrograficznych skał i na ogół bardzo dobry stan ich zachowania. Procentowe stosunki głównych odmian skał ujmuje niżej podane zestawienie:

	%/o/o
Wapień krynooidowe, bitumiczne, dolomity, marmury kalcytowe . . . . .	8,5
Piaskowce glaukonitowe i kwarcytowe . . . . .	10
Łupki grafitowe i grafitoidowe (lidyty) . . . . .	1
Epignejsy, głównie serycytowo-albitowe i dwumikowe . . . . .	44,5
Mezolułki dwumikowe i kerality . . . . .	7
Granulity i katagnejsy aplitowe . . . . .	17
Granity dwumikowe, mikroklinowe . . . . .	2
Pegmatyty . . . . .	1
Kwarce żyłowe . . . . .	3,5
Liparyty i andezyty . . . . .	5,5

We frakcji żwirowej, obok powszechnie spotykanych kwarców metamorficznych i żyłowych, zwraca uwagę stosunkowo wysoka zawartość uderzająco świeżego skalenia (głównie albitu), nadającego zlepieńcom wyraźną migotliwość (w wyniku refleksów od płaszczyzn łupliwości).

Orientację przestrzenną, wielkość, cechy morfologiczne i litologiczne większych, nadających się do pomiarów egzotyków przedstawia tabela 1.

Tabela 1  
Cechy morfologiczne i litologiczne egzotyków

Lp.	Oś a (najdł.)		Oś b Upad	Wielkość	b/a	c/b	k	s	Postać	Obtoczenie	Litologia	Uwagi
	Bieg	Upad										
1	35°	SW 30°	SE 10°	29 × 18 × 13	0,63	0,72	0,67	1,81	półowoidalna	ślabo obt. = 0,4	gnejs	pow. słabo zwietrzała
2	110°	NW 55°	SE 40°	20 × 13 × 10	0,65	0,77	0,69	1,65	owoidalna	średn. obt. = 0,7	piaskowiec	pow. nieco zwietrzała
3	142°	SE 28°	NE 50°	16 × 14 × 4	0,87	0,28	0,58	3,75	plytkowa	nieobtocz. = 0,3	łupek mik.	—
4	62°	SW 26°	SE 50°	17 × 11 × 8	0,65	0,54	0,62	2,33	elipsoidalna	ślabo obt. = 0,5	wapień	pow. skorodowana
5	165°	SE 25°	SW 50°	10 × 9 × 5	0,90	0,55	0,77	1,90	gruboplytkowa	„ „ = 0,4	gnejs	pow. dość świeża
6	42°	SW 15°	SE 20°	14 × 10 × 6	0,71	0,60	0,67	2,00	kulistaspiaszcz.	średn. obt. = 0,6	granulit	naloty wodorotlenku
7	95°	E 12°	S 70°	19 × 10 × 8	0,53	0,80	0,62	1,81	owoidalna	„ „ = 0,6	wapień	„ „
8	11°	S 24°	E 35°	18 × 15 × 12	0,83	0,80	0,82	1,37	romboedryczna	ślabo obt. = 0,3	gnejs	pow. słabo zwietrzała
9	35°	SW 22°	SE 20°	31 × 21 × 13	0,68	0,62	0,67	2,00	plytkowa	„ „ = 0,4	gnejs	pow. dość świeża
10	35°	SW 30°	NW 18°	10 × 7 × 5	0,70	0,71	0,71	1,70	kulista	średn. obt. = 0,7	granulit	naloty wodorotlenku
11	37°	SW 43°	SE 10°	32 × 20 × 15	0,62	0,75	0,66	1,73	klinowata	ślabo obt. = 0,4	gnejs	pow. słabo zwietrzała
12	145°	SE 19°	SW 70°	19 × 15 × 12	0,79	0,80	0,79	1,42	wielograniasta	„ „ = 0,4	gnejs	„ „ „
13	147°	SE 37°	SW 25°	9 × 5,5 × 3	0,61	0,55	0,60	2,42	elipsoidalna	średn. obt. = 0,6	granulit	naloty wodorotlenku
14	48°	SW 45°	SE 15°	15 × 9 × 9	0,60	1,00	0,72	1,33	owoidalna	ślabo obt. = 0,5	liparyt	pow. dość świeża
15	60°	SW 15°	0°	17 × 12 × 12	0,71	1,00	0,79	1,21	romboedryczna	średn. obt. = 0,6	wapień	pow. skorodowana
16	150°	SE 12°	SW 25°	20 × 19 × 8	0,95	0,42	0,73	2,44	dyskoidalna	obtoczony = 0,8	piaskowiec	gruba strefa utlen.
17	32°	SW 11°	SE 23°	12 × 11 × 5	0,92	0,45	0,73	2,30	plasko romb.	średn. obt. = 0,6	granulit	naloty wodorotlenku
18	45°	SW 40°	SE 10°	20 × 10 × 9	0,50	0,90	0,62	1,67	klinowata	ślabo obt. = 0,5	gnejs	dość zwietrzały
19	150°	SE 20°	SW 45°	11 × 10 × 5	0,91	0,50	0,75	2,10	plytkowa	średn. obt. = 0,6	łupek mik.	słabo zwietrzały
20	30°	NE 22°	SW 25°	9 × 7 × 6	0,78	0,86	0,81	1,33	wielograniasta	„ „ = 0,6	granulit	„ „
21	55°	SW 28°	SE 12°	20 × 12 × 10	0,60	0,83	0,67	1,60	klinowata	„ „ = 0,7	granulit	„ „
22	125°	SE 15°	NE 30°	12 × 10 × 9	0,83	0,90	0,86	1,22	wielograniasta	ślabo obt. = 0,5	piaskowiec	„ „
23	43°	SW 43°	SE 35°	21 × 13 × 11	0,62	0,85	0,69	1,55	romboedryczna	„ „ = 0,4	gnejs	pow. niezwietrzała
24	100°	W 74°	N 40°	9 × 8 × 3	0,89	0,37	0,67	2,84	dyskoidalna	średn. obt. = 0,6	łupek mik.	pow. dość zwietrzała

Tabela 1 (c. d.)

25	63°	SW 60°	SE 28°	8 × 6 × 4	0,75	0,66	0,72	1,75	plasko romb.	słabo obt. = 0,5	gnejs	prawie świeży
26	95°	W 57°	N 40°	10 × 8 × 6	0,80	0,75	0,78	1,50	wielograniasta	słabo obt. = 0,5	keralit	słabo zwietrzały
27	38°	SW 13°	SE 25°	10 × 7 × 4	0,70	0,57	0,66	2,13	plasko romb.	" " = 0,5	gnejs	" "
28	16°	NE 8°	SW 54°	11 × 6 × 5	0,54	0,83	0,63	1,70	owoidalna	obtoczony = 0,8	piaskowiec	" "
29	17°	SW 18°	SE 34°	27 × 18 × 8	0,67	0,44	0,59	2,81	elipsoidalna	słabo obt. = 0,5	keralit	" "
30	143°	SE 36°	NE 20°	8 × 7 × 5	0,87	0,71	0,82	1,50	romboedryczna	średn. obt. = 0,5	liparyt	naloty wodorotlenku
31	36°	SW 28°	NW 24°	10 × 8 × 7	0,80	0,87	0,83	1,29	elipsoidalna	słabo obt. = 0,4	gnejs	słabo zwietrzały
32	146°	SE 20°	NE 35°	11 × 7 × 6	0,64	0,86	0,71	1,50	romboedryczna	" " = 0,4	gnejs	" "
33	158°	SE 20°	NE 18°	6 × 4 × 3	0,67	0,75	0,70	1,67	"	" " = 0,5	gnejs	" "
34	150°	SE 26°	SW 37°	12 × 9 × 8	0,75	0,89	0,79	1,31	wielograniasta	" " = 0,4	gnejs	" "
35	45°	SW 28°	NW 20°	9 × 6 × 5	0,66	0,83	0,72	1,50	klinowata	" " = 0,4	gnejs	" "
36	160°	NW 14°	SW 50°	8 × 5 × 4	0,62	0,80	0,68	1,62	wrzecionowata	obtoczony = 0,8	keralit	" "
37	152°	SE 28°	NE 15°	7 × 4 × 3	0,57	0,75	0,63	1,83	"	średn. obt. = 0,6	epignejs	" "
38	166°	SE 37°	SW 15°	7 × 5 × 4	0,71	0,80	0,74	1,50	klinowata	" " = 0,7	granulit	naloty wodorotlenku
39	25°	0°	NW 16°	8 × 6 × 6	0,75	1,00	0,83	1,17	romboedryczna	" " = 0,7	piaskowiec	dość zwietrzały
40	35°	NE 23°	SE 25°	7 × 6 × 3	0,86	0,50	0,72	2,17	dyskoidalna	" " = 0,6	epignejs	" "
41	165°	SE 22°	NW 40°	14 × 10 × 9	0,71	0,90	0,77	1,33	klinowata	" " = 0,7	granulit	" "
42	151°	SE 27°	SW 20°	10 × 8 × 7	0,80	0,87	0,82	1,28	kulista	obtoczony = 0,9	piaskowiec	zwietrzały
43	162°	SE 15°	NE 70°	9 × 6 × 5	0,66	0,83	0,72	1,50	romboedryczna	słabo obt. = 0,4	aplit	słabo zwietrzały
44	160°	SE 24°	NE 23°	11 × 6 × 5	0,55	0,83	0,63	1,70	klinowata	średn. obt. = 0,6	granulit	" "
45	45°	SW 30°	SE 32°	13 × 8 × 6	0,61	0,75	0,66	1,75	romboedryczna	słabo obt. = 0,3	wapień	słaba korozja
46	172°	SE 18°	E 26°	10 × 8 × 7	0,80	0,87	0,82	1,28	"	" " = 0,4	gnejs	słabo zwietrzały
47	70°	SW 26°	0°	14 × 12 × 4	0,86	0,33	0,62	3,26	plytkowa	" " = 0,4	gnejs	" "
48	78°	SW 23°	SE 80°	18 × 12 × 10	0,66	0,83	0,72	1,50	wielograniasta	średn. obt. = 0,5	wapień	dość skorodowany
49	132°	SE 65°	SW 25°	8 × 7 × 7	0,87	1,00	0,92	1,07	kulista	" " = 0,5	marmur	słabo skorodowany
50	128°	SE 22°	SW 20°	10 × 8 × 7	0,88	0,87	0,82	1,28	wielograniasta	słabo obt. = 0,4	gnejs	słabo zwietrzały
51	31°	0°	SE 30°	8 × 7 × 2	0,87	0,29	0,60	3,75	dyskoidalna	średn. obt. = 0,7	piaskowiec	dość "

T a b e l a 1 (c. d.)

P. L.	Oś a (najdł.)		Oś b Upad	Wielkość	b/a	c/b	k	s	Postać	Obtroczenie	Litologia	Uwagi
	Bieg	Upad										
52	20°	SW 58°	SE 18°	13 × 10 × 7	0,77	0,70	0,75	1,64	wielograniasta	słabo obt. = 0,5	granulit	dość zwietrzały
53	19°	SW 52°	SE 14°	11 × 9 × 6	0,82	0,67	0,77	1,67	"	" " = 0,4	granulit	słabo zwietrzały
54	17°	NE 8°	SE 5°	15 × 10 × 5	0,67	0,50	0,61	2,50	dyskoidalna	" " = 0,4	gnejs apl.	dość zwietrzały
55	85°	W 52°	NW 30°	9 × 8 × 7	0,89	0,78	0,86	1,21	romboedryczna	średn. obt. = 0,6	kwarc żył.	niezwietrzały
56	40°	SW 45°	SE 10°	7 × 6 × 2	0,86	0,33	0,63	3,25	plytkowa	" " = 0,6	gnejs	słabo zwietrzały
57	45°	SW 9°	SE 20°	6 × 5 × 2	0,83	0,40	0,65	2,75	plytkowa	słabo obt. = 0,5	gnejs	" "
58	132°	SE 15°	NE 24°	10 × 8 × 7	0,80	0,87	0,82	1,28	romboedryczna	" " = 0,4	gnejs	" "
59	66°	NE 8°	SE 1°	11 × 9 × 4	0,82	0,44	0,67	2,50	dyskoidalna	średn. obt. = 0,6	gnejs	" "
60	110°	SE 52°	NW 33°	9 × 8 × 5	0,89	0,62	0,80	1,70	"	" " = 0,6	gnejs	" "
61	90°	W 60°	E 30°	10 × 9 × 7	0,90	0,78	0,86	1,36	romboedryczna	słabo obt. = 0,4	kwarc żył.	niezwietrzały
62	22°	NE 18°	NW 1°	7 × 6 × 2	0,86	0,33	0,62	3,25	plytkowa	" " = 0,5	gnejs	słabo zwietrzały
63	146°	SE 13°	SW 2°	9 × 8 × 7	0,89	0,87	0,89	1,21	romboedryczna	b.słabo obt. = 0,3	gnejs	" "
64	48°	SW 20°	SE 9°	9 × 8 × 2	0,89	0,25	0,58	4,25	plytkowa	" " " = 0,3	kwarc żył.	niezwietrzały
65	90°	E 22°	N 0°	8 × 7 × 7	0,87	1,00	0,92	1,07	wielograniasta	" " " = 0,3	aplit	słabo zwietrzały
66	110°	SE 14°	SW 25°	7 × 5 × 4	0,71	0,80	0,74	1,50	romboedryczna	słabo obt. = 0,5	gnejs	" "
67	52°	NE 12°	SW 72°	6 × 5 × 4	0,83	0,80	0,82	1,37	"	" " = 0,4	epignejs	" "
68	158°	SE 8°	SW 1°	7 × 6 × 2	0,86	0,33	0,62	3,25	plytkowa	" " = 0,5	gnejs apl.	" "
69	10°	SW 7°	SE 29°	6 × 5 × 3	0,83	0,60	0,75	1,83	wielograniasta	średn. obt. = 0,6	kwarc żył.	niezwietrzały
70	163°	SE 26°	NW 36°	10 × 8 × 6	0,80	0,75	0,78	1,50	"	" " = 0,5	wapień	pow. dość skorod.
71	40°	SW 21°	SE 25°	6 × 4 × 3	0,67	0,75	0,69	1,67	klinowata	słabo obt. = 0,4	epignejs	słabo zwietrzały
72	39°	SW 30°	NW 24°	7 × 6 × 2	0,86	0,33	0,62	3,25	plytkowa	" " = 0,5	epignejs	" "
73	58°	SW 23°	SE 10°	7 × 7 × 1	1,00	0,14	0,52	7,00	"	średn. obt. = 0,6	piaskowiec	" "
74	45°	NE 6°	SE 15°	6 × 5 × 2	0,83	0,40	0,66	3,75	"	słabo obt. = 0,4	kwarc żył.	niezwietrzały
75	150°	SE 15°	SW 9°	18 × 16 × 7	0,89	0,44	0,71	2,43	"	średn. obt. = 0,6	gnejs	słabo zwietrzały
76	102°	SE 27°	NE 50°	21 × 16 × 14	0,76	0,87	0,80	1,32	romboedryczna	słabo obt. = 0,4	gnejs	b. słabo zwietrzały

Tabela 1 (c. d.)

77	170°	SE 29°	W 80°	9 × 6 × 5	0,87	0,83	0,72	1,50	owoidalna	średn.obt. = 0,6	keralit	dość zwietrzały
78	40°	SW 50°	SE 36°	22 × 18 × 16	0,82	0,89	0,85	1,25	wielograniasta	" " = 0,5	wapień	pow. słabo skorod.
79	37°	SW 30°	SE 20°	8 × 7 × 7	0,87	1,00	0,92	1,07	romboedryczna	słabo obt. = 0,4	gnejs	słabo zwietrzały
80	175°	S 42°	W 30°	8 × 6 × 3	0,75	0,50	0,67	2,33	klinowata	średn.obt. = 0,6	wapień	słabo skorodowany
81	90°	W 37°	SE 60°	12 × 11 × 9	0,92	0,82	0,90	1,83	romboedryczna	" " = 0,7	gnejs	silnie zwietrzały
82	0°	S 30°	W 60°	45 × 24 × 18	0,53	0,75	0,60	2,16	wielograniasta	słabo obt. = 0,5	gnejs	słabo zwietrzały
83	102°	NW 30°	S 25°	27 × 17 × 14	0,63	0,82	0,69	1,57	klinowata	" " = 0,5	gnejs	" "
84	167°	NW 19°	SW 21°	20 × 19 × 17	0,95	0,89	0,94	1,15	romboedryczna	" " = 0,5	epignejs	średnio zwietrzały
85	106°	SE 7°	SW 28°	9 × 8 × 7	0,89	0,87	0,89	1,21	"	średn.obt. = 0,7	granulit	nalot wodorotlenku
86	38°	SW 18°	NE 70°	11 × 8 × 6	0,73	0,75	0,74	1,58	wielograniasta	" " = 0,6	wapień	słabo skorodowany
87	70°	SW 48°	SE 17°	16 × 15 × 13	0,94	0,80	0,90	1,19	"	" " = 0,6	wapień	" "
88	90°	W 47°	E 45°	8 × 6 × 5	0,75	0,83	0,78	1,40	owoidalna	słabo obt. = 0,5	krzemień	niezwietrzały
89	90°	0°	0°	13 × 12 × 8	0,92	0,75	0,86	1,56	romboedryczna	średn.obt. = 0,6	edolit	słabo zwietrzały
90	41°	SW 53°	SE 19°	31 × 21 × 14	0,68	0,67	0,68	1,86	wielograniasta	słabo obt. = 0,4	gnejs	" "
91	165°	SE 23°	W 12°	10 × 8 × 3	0,80	0,38	0,62	3,00	plytkowa	" " = 0,5	piaskowiec	" "
92	168°	SE 24°	W 3°	14 × 13 × 7	0,93	0,54	0,78	1,93	dyskoidalna	średn.obt. = 0,7	piaskowiec	dość zwietrzały
93	44°	SW 30°	SE 8°	8 × 7 × 4	0,87	0,57	0,76	1,88	"	" " = 0,6	epignejs	" "
94	82°	SW 18°	E 69°	6 × 5 × 5	0,83	1,00	0,90	1,10	romboedryczna	słabo obt. = 0,3	kwarc żył.	niezwietrzały
95	41°	NE 14°	SW 31°	6 × 5 × 4	0,83	0,80	0,82	1,38	wielograniasta	" " = 0,4	kwarc żył.	" "
96	45°	SW 19°	SE 5°	8 × 6 × 4	0,75	0,67	0,73	1,75	"	" " = 0,5	gnejs	słabo zwietrzały
97	2°	S 25°	W 0°	10 × 9 × 4	0,90	0,44	0,71	2,37	plytkowa	" " = 0,4	epignejs	" "
98	49°	SW 51°	SE 4°	10 × 8 × 2	0,80	0,25	0,54	4,50	"	" " = 0,5	epignejs	" "
99	30°	SW 38°	SE 11°	6 × 5 × 4	0,83	0,80	0,82	1,37	kulista	" " = 0,3	kwarc żył.	niezwietrzały
100	60°	SW 35°	SE 21°	7 × 6 × 6	0,86	1,00	0,91	1,08	romboedryczna	" " = 0,4	gnejs	słabo zwietrzały
101	90°	W 43°	E 40°	6 × 5 × 4	0,83	0,80	0,82	1,38	wielograniasta	średn.obt. = 0,6	epignejs	" "
102	75°	NE 30°	SW 38°	7 × 5 × 4	0,71	0,80	0,74	1,50	klinowata	słabo obt. = 0,4	gnejs	" "
103	100°	NW 50°	SE 49°	7 × 6 × 5	0,86	0,83	0,86	1,30	wielograniasta	" " = 0,5	granulit	nalot wodorotl.

Inny typ wykształcenia występowań zlepieńców identycznego wieku stwierdzono w sztucznej odkrywce przy torze kolejowym, w odległości ok. 1,5 km na S od miejscowości Zagórze. Przekrój prostopadły do biegu warstw ( $359^{\circ}$  E  $16^{\circ}$ ) i zgodny z kierunkiem dłuższej osi soczewki oraz jej wymiary widoczne są na fig. 2.

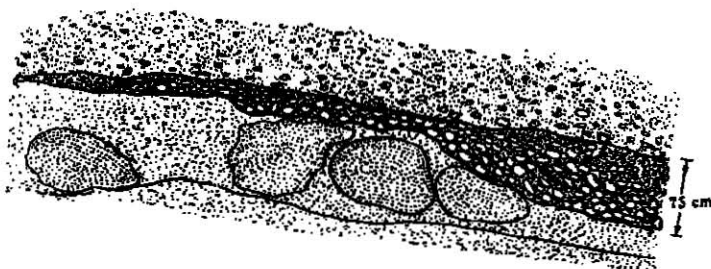


Fig. 2

Przekrój soczewki zlepieńca na S od miejscowości Zagórze  
(opis w tekście)

W spągu soczewki zlepieńca spoczywają luźno scementowane wielkoziarniste piaskowce o słabej segregacji wielkościowej. Tu i ówdzie zawierają one buły bardziej spoistego, drobno- i średnioziarnistego piaskowca o skorupowej, koncentrycznej teksturze. Dzięki wyższej odporności tych buł na działanie erozyjne prądów morskich maksymalną miąższość soczewka zlepieńcowa osiąga nie w sąsiedztwie buł, lecz słabo zdiażgenizowanych piaskowców. Dolny kontakt jest bardzo wyraźny dzięki nieobecności większych otoczków lub nawet żwiru w warstwie spagowej (por. występowanie zlepieńca w Mucharzu). W obrębie partii zlepieńcowej widoczna jest dość dobra selekcja wielkościowa i tekstura gradacyjna. Największe egzotyki koncentrują się w dolnych częściach soczewki, gdzie spoiwo jest skąpe, typu raczej porowego (wypełnienie luk). Na spoiwo to składa się głównie piasek z domieszką żwiru, a także mułu i ilu. Węglań wapnia brak w przeciwieństwie do niżej leżących, słabo wapiennych piaskowców. Wielkość egzotyków nie przekracza 24 cm  $\phi$ . Stopień zachowania na ogół gorszy aniżeli w Mucharzu. Charakterystyczny jest również brak powłok wodorotlenkowych (Fe i Mn) na granulitach. Stopień obtoczenia wyższy. Żwir skaleniowy występuje w bardziej podrzędnych ilościach przy równocześnie zwiększonej zawartości kwarcu. W kierunku stropu spoiwo staje się coraz obfitsze, a egzotyki na ogół drobniejsze i bardziej w podstawowym (bazalnym) spoiwie rozsiane. Dalej ku górze zlepieniec przechodzi nieuchwytnie dla oka w żwirowiec z rzadkimi większymi otoczkami. W tej też żwirowcowej warstwie stropowej tekstura gradacyjna jest już zupełnie wyraźnie wykształcona.

Ułożenie otoczków w zlepieńcu jest lokalnie dość wyraźnie dachówkowe z orientacją dłuższej ich osi w kierunku przeciwnym do upadu.



Drobne rozmiary odkrywki i trudny dostęp uniemożliwiły określenie orientacji przestrzennej większej liczby egzotyków, koniecznej do zestawień statystycznych. Skład petrograficzny wraz ze stosunkami ilościowymi głównych typów skał podaje poniższe zestawienie:

	%/%
Piaskowce kwarcytowe . . . . .	10
Epignejsy, głównie serycytowo-albitowe i dwumikowe . . . . .	31
Mezołupki dwumikowe . . . . .	10
Katagnejsy, głównie ortoklazowo-biotytowe . . . . .	37
Granulity . . . . .	2
Pegmatyty . . . . .	1
Kwarcze żyłowe . . . . .	5
Granofiry . . . . .	2
Andezyty . . . . .	2

Przy porównaniu podanych proporcji częstości występowania odmian skał z odpowiednimi proporcjami skał z Mucharza uderza nieobecność lub też bardzo mała zawartość (poniżej 1%) normalnych piaskowców i wapieni, tj. skał wytrzymałościowo najmniej odpornych. Z obserwacją tą pozostaje w zgodzie zauważony wysoki stopień obtoczenia, wskazujący również na dłuższą trwającą obróbkę mechaniczną na platformie abrazyjnej, czy też na dłuższy transport.

Za dalszy przykład zmienności warunków sedymentacji zlepieńców służyć może ich warstwa w równowiekowych osadach znanych ze sztucznej odkrywki w miejscowości Zagórze (tuż obok wiaduktu). Bieg i upad warstw jest tu dość regularny i wynosi  $287^{\circ}$  SW  $31^{\circ}$ .

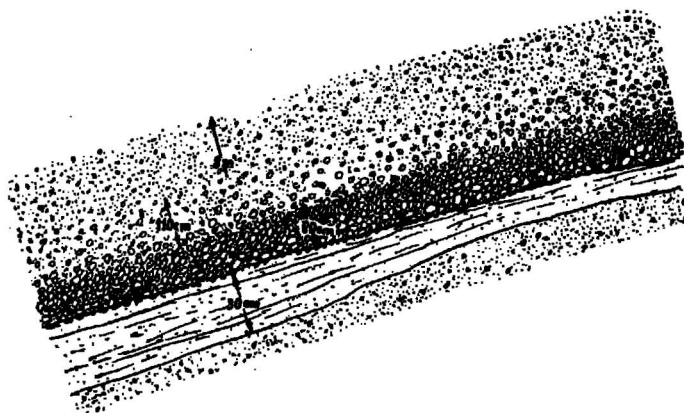


Fig. 3  
Profil przez warstwę zlepieńca w miejscowości Zagórze  
(opis w tekście)

W spagu warstwy zlepieńcowej (por. fig. 3) leży łupek piaszczysty (piaskowiec z wybitną łupkowatością diagenetyczną), przekładany łupkowym, o miąższości 15-30 cm, który z kolei spoczywa na żwirowatym, wielkoziarnistym piaskowcu o średnicy ziarn 1-2 mm, maksimum do 10 mm. Nad wkładką piaszczysto-ilastą leży tu duży kompleks zlepieńców i żwirowców (średnie ziarno od 2 do 20 mm) o miąższości 8-10 m. Przejście jest dość raptowne, jakkolwiek piaskowiec kończy się w górze warstewką żwinu. Średnica otoczek w zlepieńcu nie przekracza normalnie 75 mm. Petrograficznie są to również gnejsy, łupki mikowe, kwarcy żyłowe, wapienie i piaskowce. Stopień zwietrzenia znaczny. Obtoczenie wybitnie uzależnione od charakteru litologicznego skały. Spoiwo niemal porowe, piaszczysto-margliste. Tekstura gradacyjna widoczna tylko w dużej skali. Segregacja wielkościowa materiału w dole lepsza, ku górze (w żwirowcach) gorsza, gdyż obok frakcji żwirowej zdarzają się większe fragmenty skał o średnicy 40-50 mm.

Ostatnio opisane występowanie zlepieńców znamionuje dalej posunięte stadium obróbki mechanicznej i spokojniejsze warunki sedymentacji.

#### MORFOLOGIA, WIELKOŚĆ I SKŁAD LITOLOGICZNY OTOCZAKÓW

Badając skały osadowe geologowie starają się zawsze odtworzyć warunki transportu i sedymentacji oraz znaleźć źródło pochodzenia materiału klastycznego. W ocenie warunków sedymentacji, a w szczególności warunków dynamicznych i długości drogi transportu, największe znaczenie ma kształt, wielkość i skład litologiczny (ściślej: ciężar właściwy) materiału toczącego. Spośród podanych czynników, przy nieznacznym różniącym się wielkości i gęstości fragmentów skalnych, zasadniczą rolę odgrywa morfologia otoczek. W określeniu tym mieści się zarówno stopień obtoczenia, tj. wygładzenia powierzchni, jak i właściwy ich kształt, będący w zasadzie wykładnikiem stosunku objętości do wielkości powierzchni.

Kształt otoczek jest tym właśnie czynnikiem, który przede wszystkim decyduje o szybkości toczenia (w wyniku różnego oporu ciał względem sił toczących) i pośrednio o różnych dynamicznych warunkach w miejscu sedymentacji. Postać może być również czynnikiem, wpływającym w czasie transportu na selekcję materiału pod względem litologicznym, zwłaszcza jeśli idzie o odmiany różniące się wybitnie w składzie mineralogicznym (różna twardość i ścieralność składników), cechach teksturalnych oraz w typie i stopniu szczelinowatości.

W określaniu tej tak ważnej cechy, jaką jest kształt, z uwagi na trudność podporządkowania rozpatrywanej postaci którejsz ze znanych form geometrycznych, możemy dojść do wyników do pewnego stopnia subiektywnych. W związku z tym wypracowane zostały przez wielu

badaczy, a zwłaszcza przez C. Wentwortha (18), T. Zingga (20) i W. C. Krumbeina (9), sposoby matematycznego i graficznego ujmowania cech morfologicznych otoczków za pomocą odpowiednich metod pomiarowych. Wprowadzone zostały nowe określenia, jak kulistość (ang. „sphericity“), która ze względów praktycznych wyraża się nie jako stosunek objętości do obszaru powierzchni zewnętrznej lub stosunek właściwej objętości otoczka do objętości opisanej kuli (ściśle jako pierwiastek kwadratowy z tego stosunku), lecz w formie stosunków długości trzech osi, dających się łatwo oznaczyć i zmierzyć na okazach.

Spośród znanych klasyfikacji kształtu otoczków najczęściej stosowana jest opracowana przez Zingga (20) i H. Wadella (16, 17), uzupełniona zaś przez Krumbeina (9) systematyka, oparta na względnym stosunku ilorazów osi  $b/a$  i  $c/b$ , tj. na tzw. kulistości ( $k$ ). Znalezienie wartości dla  $k$  ułatwiają znacznie skonstruowane przez Krumbeina odpowiednie wykresy krzywych (por. fig. 4). Wyszukane na diagramie punkty przecięcia się

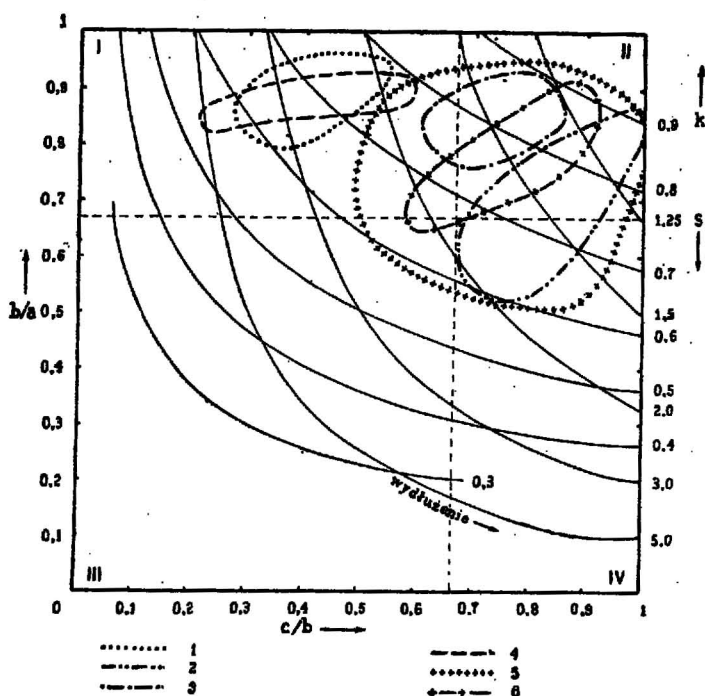


Fig. 4

Wykres dla oznaczenia kulistości i spłaszczenia otoczków na podstawie znanych stosunków długości  $b/c$  i  $c/b$ . Krzywe reprezentują linie jednakowej kulistości ( $k$ ) i jednakowego stopnia spłaszczenia ( $s$ ). Pola objęte krzywymi przerywanymi podają zakresy zmienności stosunków długości osi  $b/a$  i  $c/b$  dla następujących typów petrograficznych skał: 1 piaskowce, 2 wapień, 3 kwarcy żyłowe, 4 łupki mikowe, 5 gnejsy, 6 granulity.

rzędnych i odciętych dla  $b/a$  i  $c/b$  pozwalają również określić przybliżony kształt otoczaka na podstawie umowy przyjętej za Zinggiem (20) i nieznacznie uzupełnionej przez autora klasyfikacji, a mianowicie:

Klasa	$b/a$	$c/b$	Pokrój	Kształt
I	$>2/3$	$<2/3$	płytkowy	dyskoidalny, półdyskoidalny
II	$>2/3$	$>2/3$	izometryczny	kulisty, romboedryczny
III	$<2/3$	$<2/3$	żerdkowy	elipsoidalny, ovoidalny
IV	$<2/3$	$>2/3$	słupkowy	wrzecionowaty, klinowaty

W pierwszej klasie otoczaki mają jedną oś krótką, w czwartej — dwie osie krótkie, w trzeciej zaś, w przeciwieństwie do drugiej — trzy osie, znacznie różniące się długością (elipsoidy o trzech przekrojach głównych eliptycznych). Do drugiej klasy zaliczamy zazwyczaj fragmenty silnie obtoczone, noszące popularne określenie „otoczak“, do pierwszej zaś jeszcze mniej szczęśliwie nazwane „wytoczaki“. Wśród przyjętych oznaczeń osi literą  $c$  oznaczona jest oś najkrótsza (grubość), prostopadła do płaszczyzny osi średniej  $b$  (szerokości, mierzonej w płaszczyźnie prostopadłej do  $c$ ) i najdłuższej  $a$  (długość = odległość między najbardziej oddalonymi punktami na powierzchni otoczaka).

Stosunkiem lub stopniem spłaszczenia ( $s$ ), wprowadzonym za C. K. Wentworthem (18) przez A. Cailleux (4), nazywamy średnią arytmetyczną osi  $\frac{a+b}{2c}$ . Krzywe dla tego stosunku osi wykreślone zostały przez au-

tora na wspomnianym już wykresie Krumbeina (fig. 4). Punkty położone na tych krzywych w kierunku prawej strony diagramu znamionują wzrastający stopień elongacji odpowiednich form geometrycznych.

Inną bardzo ważną, zwłaszcza w obrębie drobnoklastycznych sedymentów, cechą morfologiczną jest stopień obtoczenia. Właściwość ta jest najtrudniejszą do usystematyzowania i najbardziej subiektywne jest jej określanie. Matematycznie, według Wadella (17), wyrazić ją można jako stosunek sumarycznego promienia krzywizn do długości promienia koła, wpisanego w jeden z przekrojów otoczaka (rzutu na płaszczyznę rysunku). W warunkach polowych najbardziej racjonalne jest stosowanie metod porównawczych, np. skali stopni obtoczenia od 0,1 do 0,9, w postaci standartowych obrazów, zaproponowanych przez Krumbeina (9), lub innych umownych określeń (np. obtoczony, średnio obtoczony, słabo obtoczony, nieobtoczony itp.).

Stopień obtoczenia, jakkolwiek nie ma w zasadzie wpływu na hydrodynamikę środowiska (np. na szybkość toczenia), to jednak (po uwzględnieniu różnic litologicznych) jest niezwykle zależny od długości trwania procesu abrazji lub transportu. Obtoczenie zależy więc od długości drogi

oraz czasu trwania trakcji i zmienia się sukcesywnie w sposób nieregularny. Najsilniejsze zmiany zauważyć można tylko w początkowych stadiach abrazji lub transportu. W późniejszych są one znacznie powolniejsze.

Wielkość otoczków jest cechą, na której najchętniej się opieramy w rekonstruowaniu warunków sedymentacji zlepieńców. Szczególnie duże znaczenie mają przy tym nie tyle bezwzględne wartości rozmiarów otoczków, ile ich względne stosunki wielkościowe. Zmiany w wielkości absolutnej otoczków w kierunku prostopadłym do rozciągłości warstw zlepieńcowych decydują o wydzieleniu tzw. tekstury gradacyjnej. Duże różnice w wielkości otoczków w obrębie tego samego poziomu świadczą o braku segregacji wielkościowej sedymentu, transportowanego np. potokami mułowymi itd. Określenie wielkości otoczków nie napotyka w warunkach polowych na duże trudności, szczególnie w przypadku słabej cementacji zlepieńców. Wielkość mierzona jest, jak już podano, wzdłuż trzech osi wzajemnie prostopadłych. Spośród różnych kategorii wielkości interesujących nas osadów klastycznych wydzielić można, w ślad za przyjętymi klasyfikacjami (np. Cailleux, Zingga), następujące frakcje: żwiry = 2-20 mm średnicy, głaziki = 20-200 mm, głazy lub bloki = > 200 mm średnicy.

Skład mineralogiczny otoczków (zwłaszcza takie cechy składników jak twardość, ścieralność i średni ciężar właściwy), cechy teksturalne i szczelinowatość, mają pośrednio duże znaczenie uwarunkowując kształt, obtoczenie i ewent. wielkość fragmentów skalnych. W szczególności godna jest uwagi zależność pomiędzy kształtem i charakterem litologicznym otoczków. Związek ten zauważył m. i. Twenhofel (15) twierdząc, że skały metamorficzne dają raczej formy elipsoidalne, skały osadowe zaś — formy dyskoidalne. Obserwacje i pomiary dokonane przez autora w odkrywcę koło Mucharza pozwoliły mu, korzystając z diagramu Krumbeina (por. fig. 4), stwierdzić istnienie zależności między kształtem a litologią również i u szeregu innych odmian skał. Z fig. 4 wynika, że np. łupki mikowe cechują się minimalnym wydłużeniem silnie na ogół spłaszczonych postaci ( $s = \text{ok. } 2,8$ ;  $k = \text{ok. } 0,68$ ) o płytkowym pokroju. Zbliżone położenie ma pole zajmowane przez piaskowce, tzw. „wytoczaki“, o kształcie dyskoidalnym. Inne formy tych skał (tzw. „obtoczaki“) rozproszone są w obrębie pola zajmowanego przez wapienie. Ostatnie skały, łącznie z granulitami i kwarcami żyłowymi, mieszczą się w obrębie pola najbardziej urozmaiconych morfologicznie gnejsów. Od kwarcu żyłowego począwszy, poprzez granulity, ku wapieniom wzrasta nieprzerwanie wydłużenie otoczków przy zbliżonym ilorazie spłaszczenia (ok. 1,5), tak że znaczną część otoczków wapieni zaliczyć już można do form wrzecionowatych (pole IV), w przeciwieństwie do raczej kulistych kwarców żyłowych ( $k = \text{śr.}$

ok. 0,82) i granulitów ( $k = \text{śr. } 0,77$ , pole II). Kulisty pokrój granulitów łączy się także z ich romboedryczną lub kubiczną szczelinowatością. Duży zakres zmienności kształtu gnejsów (od strefy epi do kata) tłumaczyć można dużymi różnicami w ich cechach teksturalnych i w stopniu szczelinowatości.

#### ORIENTACJA PRZESTRZENNA OTOCZAKÓW

Znaczenie orientacji przestrzennej większych fragmentów skalnych w osadach było stale podkreślane przez wielu badaczy. Stwierdzone zostało m. i., że nachylenie otoczków (płaszczyzny spłaszczenia  $a$  i  $b$ ) jest znacznie większe w utworach rzecznych ( $15-30^\circ$ ), aniżeli w plażowych, morskich ( $2-12^\circ$ ). Dalej wiadomo, że otoczki nachylają się najchętniej swoją płaszczyzną spłaszczenia w kierunku przeciwnym do kierunku prądu (tzw. ułożenie dachówkowe). Na wartość nachylenia w największym, oczywiście, stopniu wpływa kształt, w znacznie mniejszym — wielkość, ciężar właściwy (większe nachylenie u małych i ciężkich otoczków) i położenie otoczków względem nierówności dna. Żwiry, głaziki lub bloki o pokroju płytkowym i największym spłaszczeniu będą najslabiej pochylone względem płaszczyzny uwarstwienia, podobnie jak i formy o pokroju słupkowym, które swą dłuższą osią układać się będą przeważnie w kierunku poprzecznym do kierunku działania sił pchających (przy słabym prądzie i wolnym toczeniu po dnie, przy szybszym zaś układają się osią  $a$  równoległe do kierunku prądu).

Określenie orientacji przestrzennej otoczków jest trudne do wykonania i możliwe tylko przy słabej cementacji zlepieńców, dobrym odsłonięciu i łatwym dostępie do odkrywki. Wymaga ono bądźź pobrania próbek tzw. zorientowanych i odtworzenia orientacji otoczka w laboratorium (por. C. D. Holmes 6, W. C. Krumbein 8), bądźź też wykonania odpowiednich pomiarów w terenie. Autor obrał drugą metodę mierząc orientację osi  $a$  i  $b$  bezpośrednio w odkrywce. Za płaszczyznę odniesienia posłużyła mu przy tym płaszczyzna stratyfikacji, odtworzona przy pomocy zorientowanej kompasem jakiegokolwiek powierzchni płaskiej (np. tektury). Ułożenie osi  $a$  i  $b$  otoczków oznaczono po odpowiednim, możliwie całkowitym ich odsłonięciu, posługując się również epimorfozami (odciskami w ścianie odkrywki). Orientację dłuższej osi otoczka określano układając równoległe do niej orientometr (listewka długości ok. 25 cm z umieszczonym na jednym jej końcu transporterem), następnie przytykając do jego końca i do podstawy transportera powierzchnię tektury. Po umieszczeniu tektury w poziomie odczytywano upad bezpośrednio ze wskazań kątomierza i azymut po narysowaniu rzutu listewki na powierzchnię tektury (wzdłuż podstawy transportera), oraz po pomiarze kompasem kierunku tego rzutu względem kierunku N-S, zaznaczonego na

tekturze. Orientację osi *b* określano podobnie, z tą tylko różnicą, że azymut (bieg) osi był już częściowo znany jako prostopadły do kierunku azymutu osi *a*. Jednocześnie z pomiarami orientacji osi mierzono i ich długości (p. tabela 1). Dokładność pomiaru azymutu i kąta upadu znajduje się w interwale 5° (Holmes 6).

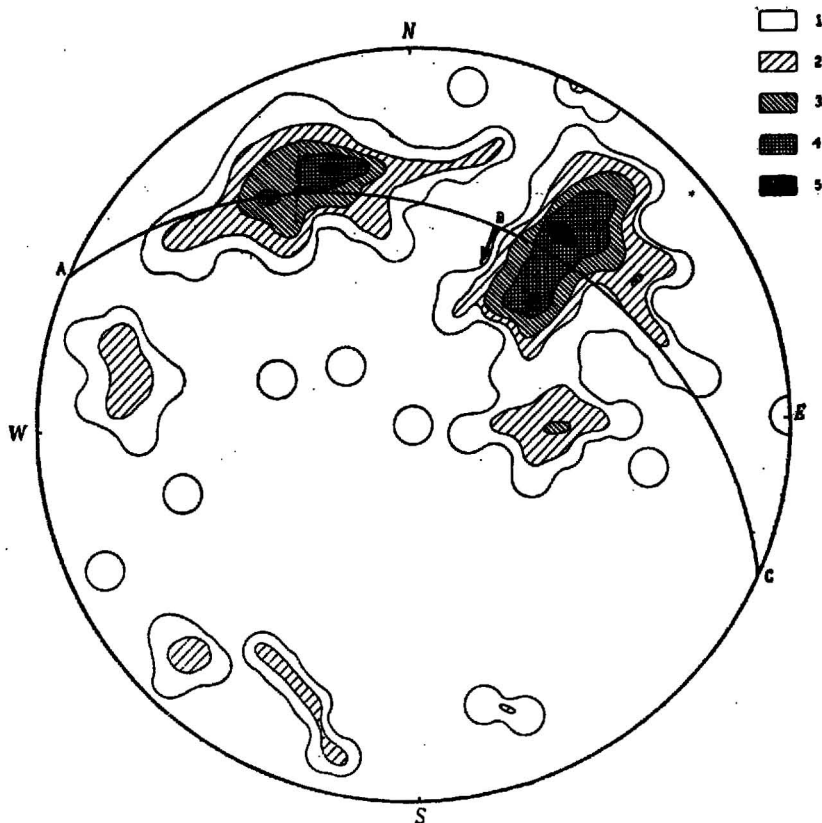


Fig. 5

Projekcja na półkulę północną płaszczyzny nachylenia (ABC) osi *a* i *b* oraz punktów przebicia osi *a* otoczek z odkrywki w Mucharzu. Częstości w rozmieszczeniu spodków osi *a* są ujęte w procentach, liczonych względem całego pola projekcji według następującej skali: 1 1-2%, 2 2-4%, 3 4-6%, 4 6-8%, 5 > 8%

Dla zilustrowania rezultatów pomiarów posłużono się metodami graficznymi, możliwie najlepiej obrazującymi orientację przestrzenną. Posługiwano się w tym celu przede wszystkim projekcją stereograficzną i siatką równopowierzchniową Schmidta. Podana tu projekcja (fig. 5) na półkulę północną spodków osi *a* (punktów przebicia półkuli) posiada koło równikowe zgodne z płaszczyzną stratyfikacji w odkrywce koło Mucharza (295°SW 31°). Podziałka tego koła (od 0° do 360° na siatce Schmidta podkładanej pod kalkę z projekcją) posłużyła do odłożenia kierunku azy-

mutu osi  $a$ , podziałka zaś w kierunkach południkowych (również na siatce Schmidta, z  $90^\circ$  w centrum) — do określenia upadu. W celu statystycznego ujęcia występujących maksimów ułożenia kierunków osi  $a$  użyto metody diagramów punktowych i wyprowadzonych z nich diagramów konturowych, stosowanej powszechnie w analizach petroteksturalnych (ang. „petrofabrics“, por. E. B. Knopf i E. Ingerson, 7, oraz M. P. Billings, 2).

Wnioski, jakie nasuwają się przy analizie maksimów koncentracji spodków osi  $a$  i przebiegu koła wielkiego ABC, obrazującego średni kierunek upadu osi  $a$  i  $b$ , tj. ogólne nachylenie otoczków, dadzą się streścić jak następuje:

1<sup>o</sup> W soczewce zlepieńców z Mucharza istnieją dwa główne maksima orientacji osi  $a$  i jedna płaszczyzna nachylenia otoczków.

2<sup>o</sup> Średni upad osi  $a$  jest stosunkowo wysoki ( $30-36^\circ$ ).

3<sup>o</sup> Średni azymut (zaznaczony na fig. 5 strzałką) osi  $a$  może wskazywać zasadniczy kierunek prądu morskiego, przeciwny do kierunku nachylenia płaszczyzny osi  $a$  i  $b$ .

Pierwszy wniosek można interpretować wysoką zawartością otoczków o kształcie zbliżonym do elipsoidalnego lub dyskooidalnego; drugi nasuwa podejrzenie o warunkach sedymentacji, zbliżonych do sedymentacji rzecznej; trzeci przemawia, podobnie jak i poprzednie, za bardzo silnym i dość stałym co do kierunku prądem morskim, zwłaszcza wobec przybliżonej równoległości kierunków osi  $a$  względem upadu płaszczyzny nachylenia i kierunku prądu.

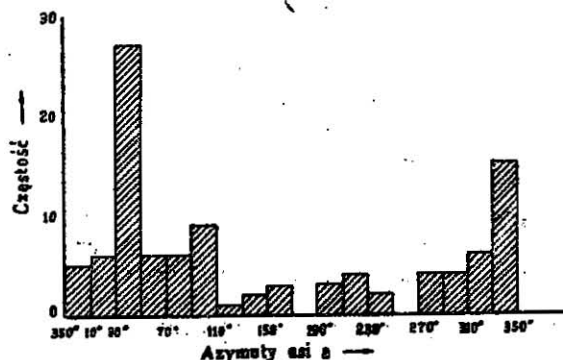


Fig. 6

Histogram wskazujący panujące azymuty osi  $a$  w interwale 20-stopniowym u otoczków z Mucharza

Duże usługi w szybkim odnajdywaniu panujących azymutów biegu osi  $a$ , bez względu na ich upad, oddaje również histogram (fig. 6), otrzymany przez zsumowanie częstości występowania wektorów w wycinkach o interwale 20-stopniowym. Z fig. 6 widzimy, że u otoczków z Mucharza dadzą się wyraźnie wydzielić dwa takie panujące kierunki (sektory  $30-50^\circ$  i  $330-350^\circ$ ).

#### WARUNKI SEDYMENTACJI ZLEPIEŃCÓW MORSKICH

Każdy osad, zarówno morski jak i rzeczny, jest odzwierciedleniem warunków hydrodynamicznych środowiska, w którym powstawał. Rekon-



strukcję tych warunków opieramy zazwyczaj z konieczności na właściwościach morfologicznych, litologicznych, teksturalnych i in. materiału klastycznego osadu oraz na badaniach ewentualnie towarzyszących mu skamieniałości.

W przypadku osadów morskich zasadniczym problemem, którego rozwiązanie stawiamy sobie za cel, jest określenie głębokości sedymentacji i odległości od linii brzegowej.

Warunki sedymentacji w bezpośredniej bliskości brzegu określa w zasadzie (obok właściwych prądów morskich) falowanie, którego efekty możliwe są do prześledzenia na głębokości schodzącej nawet do 200 m. W obrębie linii brzegowej i przy odpowiedniej konfiguracji wybrzeża falowanie spotęgowane przyływem lub prądami morskimi jest przyczyną ciągłej abrazji brzegu i tworzenia się sedymentów gruboklastycznych. Ustawiczne działanie przeciwnie skierowanych prądów wody (wstępujących i zstępujących) powoduje, że świeżo zerodowany materiał ulega ciągłej obróbce mechanicznej, dopóki nie zostanie z plaży odprowadzony głębiej lub szybko przykryty innymi sedymentami (o trwaniu zazwyczaj efemerycznym), lub też nie ulegnie kompletnemu rozrariu.

Większość znanych występowań zlepieńców przypisywana jest tej właśnie strefie nerytycznej (0-200 m głęb. wg Twenhofela, 15). Liczba występowań ich i rozmiary zależą głównie od głębokości morza w pobliżu brzegu. Na płaskim, płytkim dnie, tj. na szerokiej plaży, grubszy materiał ulega łatwo rozkruszeniu. Szczególnie duże nagromadzenia konglomeratów powstają, według J. Barrella (1), w morzu transgredującym na ląd o urozmaiconym reliefie. Znane w niektórych punktach Karpat fliszowych, np. z okolic Bachowic (arkusz Wadowice), wielkie skupiska słabo obtoczonych lub nieobtoczonych zupełnie gładów w ilastym sedymentacie, możliwe są do wytłumaczenia, według ustnych informacji prof. M. Książkiewicza, jedynie przez obrywy skał z brzegu klifowego w muliste i dość głębokie dno. Twenhofel (15) podobne zjawiska tłumaczy poprostu brakiem plaży i szybką erozją brzegu.

Pozycja zlepieńców nerytycznych może być albo tzw. podstawowa (konglomeraty bazalne), albo częściej międzyformacyjna. Rozmieszczenie występowań zlepieńców uzależnione jest przede wszystkim od kształtu linii brzegowej. Przy prostej linii brzegowej zlepieńce mogą występować w postaci szerokiej płyty. W innych, częstszych przypadkach, przy krzywoliniowej linii brzegowej, kontury nagromadzeń zlepieńców są koliste, eliptyczne, a w skrajnych przykładach (w wąskich zatokach) — linijne.

Cechy morfologiczne i orientacja przestrzenna otoczków z poziomu nerytycznego, a zwłaszcza tzw. zlepieńców plażowych, są dość specyficzne. Otoczki takie są zazwyczaj silnie obtoczone (według Krumbeina: „roundness is extremely sensitive to abrasion“) z zachowaniem jednak;

jak sądzi Twenhofel (15) i Krumbein (10), lecz wbrew twierdzeniom Cailleux (4) i Landon, swego zasadniczego kształtu. Cailleux i Landon uważają bowiem, że kształt kulisty jest pierwszym stadium, prowadzącym do powstawania spłaszczonych, dyskoidalnych postaci otoczków w utworach plażowych. Ruhin (13) natomiast dochodzi do wniosku, że brzegowe konglomeraty morskie odznaczają się kształtem bardziej symetrycznym u dobrze obtoczonych otoczków. Według tegoż badacza zlepienie morskie strefy brzegowej cechuje ponadto lepsza segregacja wielkościowa i nachylenie rzadko kiedy wyższe niż  $7-8^{\circ}$ . Orientacją nachylenia otoczków względem linii brzegowej zajął się szczegółowo Cailleux (4),

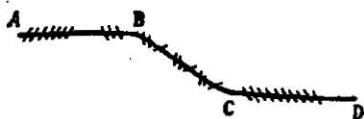


Fig. 7.

Orientacja nachylenia otoczków w różnych odcinkach profilu brzegu morskiego (wg Cailleux)

który rozpatrzył ułożenie otoczków w poszczególnych odcinkach normalnego profilu brzegu morskiego. Jak widać z fig. 7, zapożyczony z cytowanej pracy tego autora, głaziki i bloki przy brzegu, gdzie prądy wstępujące fał są słabe (odcinek AB), skierowane są przeważnie w stronę lądu ( $60-80\%$  według Cailleux). Na skłonie (odc. BC) nachylenie jest mniej więcej jednakowe w obie strony ( $20-90\%$  w stronę morza). U podstawy falowania (odcinek CD szelfu), gdzie ruchy wstępujące są słabe, zstępujące zaś silne, przeważa nachylenie w stronę morza ( $60-90\%$  według Cailleux). Wartości kątów nachylenia u otoczków wynosiły  $2-12^{\circ}$ . Ułożenie osi  $a$  względem brzegu morskiego, z uwagi na niezmienny na ogół kierunek prądów, zazwyczaj prostopadły do brzegu, winno być w przybliżeniu zgodne z przebiegiem linii brzegowej. Dużo materiału porównawczego do ustalenia panujących kierunków prądu daje poza tym orientacja falistych i prądowych riplemarków, niestety, wg M. Książkiewicza i obserwacji autora, we fliszu nieobecnych.

Zlepienie morskie znane są nie tylko ze strefy nerytycznej. Spotykamy je również wśród osadów batialnych (o głębokości od ok. 200 do 2000 m, za Twenhofelem, 15), a nawet abysalnych (poniżej 2000 m głębokości). Na tak dużych głębokościach zlepienie te mogły się znaleźć tylko (z wyłączeniem zjawisk związanych z erozją podmorską) dzięki osuwiskom lub też normalnemu stoczeniu się po odpowiednio nachylonym dnie. W związku z tym zlepienie głębokomorskie spotykane są szczególnie w morzach geosynkлинаlnych, gdzie dno często posiada wysokie kąty stożku. Innym czynnikiem podkreślonym przez Twenhofela (15) są prądy morskie, odbijające się od brzegów zatok i schodzące po dnie w dół, zgodnie z osią „kominowatych“ („funnel-shaped“) zatok. Siła tych prądów zstępujących jest tak duża, że mogą one transportować nawet gruboklastyczny materiał. W większości przypadków prądy te są przyczyną

powstania potoków mułowych (o ile po drodze taki materiał napotkały), cechujących się kompletnym brakiem segregacji wielkościowej i orientacji przestrzennej otoczków w osadach z nich powstałych. Typowe osady tego typu widoczne są w spągu soczewki zlepieńcowej w Mucharzu, w odkrywkach zlepieńców ciężkowickich, np. w okolicy Ciężkowic, i w innych miejscach i poziomach stratygraficznych Karpat fliszowych. Duże nachylenia dna i związane z nimi prądy i osuwiska znane są u wybrzeży np. Indii Wschodnich i Zachodnich, gdzie częste trzęsienia ziemi stanowią mogą początkowe impulsy dla ruchów masowych.

W przytoczonym opisie zasadniczych zjawisk sedymentacyjnych zlepieńców morskich pominięte zostały łatwe do rozpoznania utwory mieszane, rzeczno-morskie, jak deltowe czy estuariowe, dla których opracowania stosujemy nieco odmienne metody badań sedymentologicznych.

#### UWAGI KOŃCOWE

Wyniki wstępnych badań nad warunkami osadzania się zlepieńców fliszowych w rejonie między Wadowicami a Suchą nasuwają szereg następujących konkluzji, które wobec braku materiału porównawczego nie mogą być jednak rozciągnięte na większe obszary i inne poziomy stratygraficzne z sedymentacją fliszową.

Sedymentacja materiałów gruboklastycznych w warstwach górno-istebniańskich w okolicy Mucharza odbywała się poniżej strefy plażowej, w warunkach bardzo silnych prądów morskich, mających w początkowej fazie charakter potoków mułowych. Za wnioskiem tym przemawiają wysokie kąty nachylenia spłaszczonych form otoczków i orientacja dłuższych osi *a*. Niski na ogół stopień obtoczenia i zwietrzenia egzotyków tłumaczyć można albo krótką przerwą pomiędzy dezintegracją skał i ich sedymentacją, tj. krótkim okresem obróbki na platformie abrazyjnej, czy też brakiem lub słabym rozwojem plaży w związku ze specjalną konfiguracją dna i abradowanego ładu. Bardzo prawdopodobną wydaje się również koncepcja sedymentacji materiału zlepieńcowego soczewki w przedłużeniu lub na dnie „kominowatych“ zatok morskich (por. wrzecionowaty kształt soczewki w Mucharzu).

W odkrywce na S od Zagórza brak jest, poprzedzających sedymentację głównej masy zlepieńców, osadów potoków mułowych, charakteryzujących się brakiem segregacji wielkościowej i jakichkolwiek prawideł w ułożeniu przestrzennym otoczków. Być może, zostały one zdarte przez erozję denną prądów (zaznaczoną tu wyraźnie w obrębie luźnie scementowanych piaskowców spągowych), przemyte i ponownie osadzone w głębszych miejscach. Taki przemyty materiał będzie cechowała określona orientacja osi otoczków oraz niska zawartość infiltrowanego zapewne z góry spoiwa, wypełniającego puste przestrzenie. Obróbka mechaniczna

otoczek, podobnie jak i w innej, pochodzącej także z Zagórza soczewce a raczej warstwie zlepieńców, jest znacznie dalej posunięta, co przemawia m. in. za dłuższym okresem przebywania materiału w obrębie platformy abrazyjnej.

Z wniosków natury ogólnej podkreślić należy stwierdzony wyraźnie wpływ cech litologicznych materiału wyjściowego na morfologię otoczek. Nieodzowne jest przy tym graficzne ujęcie rezultatów pomiaru długości osi (por. fig. 4). Podobnie zastosowanie metod petroteksturalnych („petrofabrics“) dla ilustracji ułożenia przestrzennego wektorów oddaje duże usługi przy określaniu siły prądów, stałego ich kierunku lub jego zmian, zwłaszcza po przeanalizowaniu zależności między orientacją osi a kształtem otoczek.

*Zakład Geologii Fizycznej  
Akademii Górniczo-Hutniczej  
Kraków, w lutym 1954 r.*

#### LITERATURA CYTOWANA

1. BARRELL J. Marine and terrestrial conglomerates. Bull. Geol. Soc. Amer., 36. 1925.
2. BILLINGS M. P. Structural geology. New York 1946.
3. BOURCART J. Essai d'une classification rationnelle de matériaux meubles. Bull. Soc. Géol. de France, 11. 1941.
4. CAILLEUX A. Distinction des galets marins et fluviaux. Ibidem, 15. 1945.
5. HOERNES R. Gerölle und Geschiebe. Verh. K. K. Geol. L.-A., 12. 1911.
6. HOLMES C. D. Till fabric. Bull. Geol. Soc. Amer., 52. 1941.
7. KNOFF E. B. & INGERSON E. Structural petrology. Mem. Geol. Soc. Amer. 6. 1938.
8. KRUMBEIN W. C. Preferred orientation of pebbles in sedimentary deposits. Journ. Geol., 47. 1939.
9. KRUMBEIN W. C. Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles. Journ. Sedim. Petrol., 11. 1941.
10. KRUMBEIN W. C. The effects of abrasion on the size, shape and roundness of rock fragments. Journ. Geol., 49. 1942.
11. KRUMBEIN W. C. & PETTIJOHN F. J. Manual of sedimentary petrography. New York 1938.
12. MANSFIELD G. R. The characteristics of various types of conglomerates. Journ. Geol., 15. 1907.
13. RUHIN L. B. Osnovy litologii. Moskva-Leningrad 1953.
14. SANDER B. Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper. Wien 1948.
15. TWENHOFEL W. H. The environmental significance of conglomerates. Journ. Sedim. Petrol., 17. 1947.
16. WADELL H. Volume, shape and roundness of rock particles. Journ. Geol., 41. 1933.
17. WADELL H. Sphericity and roundness of rock particles. Ibidem.
18. WENTWORTH C. K. A method of measuring and plotting the shapes of pebbles. U. S. Geol. Surv. Bull., 730. 1920.
19. WIESER T. Egzotyki krystaliczne w kredzie śląskiej okolic Wadowic. Roczn. P. T. Geol., 18. 1948.
20. ZINGG T. Beitrag zur Schotteranalyse. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 15. 1935.