

Władysław A. Nowak

LABORATORYJNE BADANIA NAD PODATNOŚCIĄ NA WIETRZENIE MROZOWE SKAŁ OSADOWYCH Z PÓŁNOCNYCH CZĘŚCI NIECKI NIDZIAŃSKIEJ

Wstęp

W obszarach, gdzie temperatura powietrza waha się często około 0°C, wietrzenie mrozowe jest podstawowym procesem rozdrabniającym skały. Natężenie procesu oraz jego efekty są zależne od wielu czynników. Obserwacje terenowe, a także i prace laboratoryjne [5, 7, 14, 18] wykazują, że obok klimatu są nimi w pierwszym rzędzie właściwości litologiczne i środowiskowe skały. Wietrzenie mrozowe odgrywało u nas szczególną rolę w plejstocenskich okresach morfogenezy peryglacjalnej. Ilekroć jednak mówimy o rozmiarach przekształcenia starszej rzeźby w tych okresach plejstocenu, brak nam podstaw do określenia natężenia procesu.

Podobne trudności napotykałem prowadząc badania geomorfologiczne w północnych i zachodnich częściach Niecki Nidziańskiej. Ślady intensywnego wietrzenia mrozowego skał wieku kredowego są tam spotykane powszechnie w postaci głęboko rozwiniętych profilów wietrzeniowych kriogenicznie zaburzonych w stropie [14, 15]. Chęć znalezienia odpowiedzi na pytanie, w jakim stopniu formy rzeźby tego terenu mogły ulec przekształceniom w warunkach peryglacjalnych, skłoniła mnie do podjęcia badań nad wytrzymałością występujących tam skał na zamrażanie i odmrażanie, celem określenia tempa rozpadu tych skał i stopnia rozdrabniania ich zwietrzliny oraz określenia produktów tego rozpadu. Badań tych nie można było przeprowadzić inaczej, jak tylko w warunkach laboratoryjnych. Chodziło bowiem o badanie procesów zachodzących w warunkach klimatycznych innych niż obecne. Prace tego typu były prowadzone we Francji przez Tricarta [18] oraz Godarda i Houel-Gangloffa [5]. Posłużyły one za wzór metodyczny moim pracom.

Pobrane próbki pochodzą ze skał górnokredowych północnej części synkliny miechowskiej /ryc. 1, tab. 1/. Ilość prób poszczególnych rodzajów skał jest zgodna z częstotliwością ich występowania w terenie. Dla okolic miejsc skąd pobrano próbki zostały wykonane szczegółowe zdjęcia geomorfologiczne, rozpoznana rzeźba podczwartorzędowa oraz przebadana litologia osadów czwartorzędowych.

Tabela

Podział stratygraficzny			Rodzaj utworów
K r e d a  g ó r n a	S e n o n	Mastrycht	Opoki, gazy, margle piaszczyste
		Kampan	Opoki, gazy, margle
		Santon	Opoki i margle glaukonitowe
	Easser		Margle, opoki i wapienie czertowe
	Turon		Wapienie, margle i opoki z krzemieniami
Kreda środkowa		Cenoman	Piaski glaukonitowe
		Alb	Piaski i piaskowce
Kreda dolna			Łąd, brak osadów

Tabela stratygraficzna kredy w północnej części niecki miechowskiej, Na podstawie: Książkiewicz, Samsonowicz, Rühle [12] oraz Pożaryski [16].

#### Litologiczne zróżnicowanie oraz nasiakliwość skał kredowych

Próbki skał o wymiarach 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> x 10 x 10 cm zostały pobrane z głębokości 4 - 5 m od powierzchni terenu. Ilościowy skład mineralny skał ustalono metodą geometryczną przy użyciu mikroskopu polaryzacyjnego typu "Paladun VI". Na wykonanych do tego celu cienkich płytkach mierzono w świetle spolaryzowanym pola przekrojów 500 ziarn, a następnie przeliczano otrzymane sumy pól ziarn różnych minerałów na procenty objętościowe. Wśród rozpoznanych minerałów wydzielono kwarc, glaukonit i muskowit. Szczątki organiczne ujęto łącznie ze spoiwem. Ze względu na ogólnie znaną trudność określania procentowej zawartości minerałów ilastych, dla tej ostatniej grupy przyjęto pięciostopniową skalę względnego zailenia spoiwa /maksymalne zailenie - 5, bardzo duże - 4, duże - 3, średnie - 2, małe - 1/. Pod mikroskopem ustalono również cały szereg innych właściwości skał jak strukturę, teksturę itp. Nasiakliwość określono w procentach wagowych różnicy ciężaru materiału całkowicie nasyconego wodą i suchego. W pracy wykorzystano również cztery analizy składu mineralnego /próbki nr 7, 11, 23, 24/ pochodzące z pracy Rutkowskiego [17]. Zestawienie uzyskanych wyników według wydzieleń petrograficznych przedstawia tabela 2.

Skład szeralny i maszynowy górnorodowych skał osadowych z północno-wschodniej części niecki mieszczyńskiej

Nr próbn. i wg. ryc. 1	Miejscę pobrania próbek wg ryc. 1	Skład mineralny = X			Masykliwość w % węgla-organicznych	Rodzaj skały	opis próbek s - struktura t - tekstura
		Kwarc	Glaukonit	Muskowit			
1	Zbryczyca a	0,0	0,0	0,0	7,3	wapień	s. szbita, fragmenty grubokrystaliczne niemierniecyflicacja
2	Ocień-Kowale	1,0	-	99	11,5	wapień	s. polityczna, t. słabo warstwowana
3	Bolesławów	3,0	0,6	96,2	16,0	wapień marglisty	s. polityczna, szbita, t. nieregularna
4	Bolesław a	2,6	0,8	96,4	17,0	wapień marglisty	j. w.
5	Podlesie b	3,2	0,7	96,0	20,5	wapień marglisty	t. szbita, maszynna
6	Pedziłowice	0,0	-	-	14,0	wapień marglisty	s. wybitnie polityczna
7	Wólka Otudaha a	0,2	0,3	99,5	26,2	wapień marglisty	s. polityczna
8	Golemiów b	3,6	0,8	95,4	16,0	wapień marglisty	s. organogeniczna, t. słabo uporzędkowana
9	Zytno	0,0	-	-	18,0	wapień marglisty	zapieścienie materiałem drobnym
10	Zbryczyca b	15,2	3,2	81,6	4,0	wapień marglisto-piaszcz.	frakcja polityczna
11	Wólka Otudaha b	17,0	-	-	26,2	wapień marglisto-piaszcz.	materiał drobny, zapieścienie
12	Wielkopole b	17,0	1,0	81,6	7,7	wapień marglisto-piaszcz.	nieregularne, zapieścienie
13	Węzła	17,8	1,8	79,2	19,0	wapień marglisto-piaszcz.	j. w., minerały ciałki
14	Szasz-Buzaj	4,0	0,8	94,8	15,6	wapień marglisto-piaszcz.	t. słabo warstwowana, minerały ciałki
15	St. Koniopól a	8,6	1,2	90,2	3	margiel zapieśczoney	frakcja polityczna
16	St. Koniopól b	19,2	1,8	78,2	3	margiel piaszczysty	materiał drobny, zapieścienie
17	Gelanowcy a	36,0	2,0	61,6	18,0	margiel piaszczysty	j. w., minerały ciałki
18	Węgrzynów a	10,2	0,6	88,6	1	margiel piaszczysty	t. słabo warstwowana, minerały ciałki
19	Wielkopole a	21,2	4,0	74,2	3	margiel piaszczysty	frakcja gruboza, są wodorotlenki żelaza
20	Fawno	11,6	2,0	85,4	4	margiel piaszczysty	s. nieregularna, kanałki
21	Sobrysz b	17,6	1,0	81,2	2	margiel piaszczysty	s. polityczna, zapieścienie sługone
22	Starzyń	13,4	2,0	84,4	4	margiel piaszczysty	t. warstwowo-sługone, dużo gąbek
23	Wierba	21,0	11,7	67,0	7	margiel piaszczysty	grubokrystaliczne otworom i łągły gąbek
24	Dobraków	7,9	5,1	87,0	7	margiel glaukonitowy	silna cyflicacja drobnym obalczona
25	Maluszy	33,0	3,0	64,0	3	piaskowiec marglisty	j. w.
26	Strajajwa	-	-	-	5,0	gęsa	s. polityczna, cyflicacja cyflicacja
27	Staropole	-	-	-	11,0	gęsa	silna cyflicacja
28	Ołudna	-	-	-	10,5	gęsa	s. nieregularna, cyflicacja
29	Olszaniec a	-	-	-	11,0	gęsa	zapieścienie sługone
30	Olszaniec b	7,8	0,6	91,6	2	gęsa	s. nieregularna, t. tekstura
31	Węgrzynów b	1,6	-	98,2	2	gęsa	miejscami z limonitami
32	Sobrysz a	8,2	1,0	90,2	15,0	gęsa	frakcja polityczna
33	Zelazów	11,6	1,6	86,8	3	gęsa	-
34	Cuerna b	9,4	0,8	89,2	3	gęsa	-
35	Olszaniec b	19,4	1,6	87,6	4	gęsa	-
36	Baszków	13,0	1,2	85,8	2	spongolity	-
37	Cuerna a	8,0	0,6	91,2	2	spongolity	-

Ze względu na stopień zapiaszczenia analizowane skały dadzą się ująć w następujące grupy:

T a b e l a 3

Lp.	Zapiaszczenie w %	Nr próbki wg tabeli 2
1	powyżej 30	17, 25
2	20 - 30	19, 23
3	10 - 20	10, 11, 12, 13, 16, 18, 20, 21, 22, 33, 35, 36,
4	5 - 10	15, 24, 30, 32, 34, 37
5	0 - 5	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 31
6	brak	1
7	nie oznaczono	26, 27, 28, 29

Kwarc jest detrytyczny, ostrokrawędzisty, z reguły źle sortowany, rozmieszczony nierównomiernie, często w formie smug.

Niektóre skały są zsylikowane. Silnie zsylikowane są próbki nr 26, 27, 29, częściowo 4, 28, 30, nieznacznie 2, 33, 34. Substancja opalowa jest rekrytalizowana w drobnokrystaliczny chalcedon zapełniający szczelinki.

Glaukonit występuje w postaci kulistych agregatów jako materiał detrytyczny, częściowo zaś wypełnia komory w kalcytowych otwornicach. Sprowadycznie w skałach występują minerały ciężkie, np. w próbkach 17 i 18.

Prawie wszystkie skały mają strukturę organodetrytyczną, niektóre pelityczną, np. próbki 3, 8, 9, 14, 20, 21. Tekstury mają bezładne lub warstwowe smugowo. Bardzo liczne szczątki organiczne to kalcytowe i krzemionkowe igły gąbek oraz otwornice.

Ze względu na stopień zailenia spoiwa analizowane skały dadzą się ująć w grupy:

T a b e l a 4

Lp.	Stopień zailenia wg tabeli 2	Nr próbki wg tabeli 2
1	maksymalny - 5	14
2	b. duży - 4	4, 20, 22, 27, 29, 35
3	duży - 3	3, 5, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 19, 25, 33, 34
4	średni - 2	2, 6, 13, 21, 26, 28, 30, 31, 32, 36, 37
5	mały - 1	1, 18
6	nieoznaczony	7, 11, 23, 24

Na pytanie, jaki to jest rodzaj materiału ilastego, nie mogę odpowiedzieć na podstawie stosowanych przeze mnie metod badawczych. Alexandrowicz i Parachoniak [1] stwierdzili w dwu odsłonięciach w okolicy Włoszczowy występowanie w dolnej części górnego kampanu wkładek zmienionych tufów o charakterze bentonitów. W owym czasie były one roznoszone przez prądy morskie oraz subaerycznie, a następnie osadzone w morzu. Wymienieni autorzy przypuszczają, że mogą one mieć duże rozprzestrzenienie, a jedynie słaba znajomość kompletnych profilów górnej kredy w niecce miechowskiej nie pozwoliła jeszcze stwierdzić tego faktu. Dominującym składnikiem opisywanych tufów są minerały grupy montmorillonitu.

Również Kraus i Rutkowski [11] stwierdzili bentonity w senonie okolic Miechowa. W Jeżówce koło Wolbromia, w pobliżu granicy dolnego kampanu występuje prawie czysty montmorillonit. W Pile koło Sędziszowa i Lunikowicach koło Słomnik /dolny mastrycht/ bentonity mają charakter bardziej nontronitowy i zawierają domieszki kaolinitu. Obecność bentonitów w opokach z czertami stwierdzono również w utworach kampanu dolnego w Chlinie, Kolonii Brzozówce oraz Sciborzycach. Są to prawie czyste montmorillonity z nieznaczną domieszką kaolinitu. Występują one w postaci wkładek poziomych, jak i w szczelinach pionowych.

Przytoczone wyżej fakty dają szerokie podstawy do stwierdzenia, iż ilaste składniki opisanych próbek, ze względu na ten sam wiek, mają charakter podobny, a więc zawierają minerały ilaste głównie z grupy montmorillonitu. Jego obecność w skale działa na nią jak dynamit, powodując jej rozsądanie na skutek pęcznienia. Teoretycznie bowiem pełna powierzchnia adsorbcyjna montmorillonitu wynosi 800 m<sup>2</sup>/g. Stąd w pewnych ilościach woda może osiągnąć 40% 6, a nawet więcej. Obecność minerałów ilastych w produktach wietrzenia skał zmniejsza ich kąt naturalnego spoczynku, ułatwiając spełzywanie i osuwanie się materiału po stoku w dół.

Analizowane próbki reprezentują 11 rodzajów skał. Jednocześnie wiele z nich ma charakter geiz. Widzimy stąd jak niesprecyzowane jest pojęcie ogólne "margle kredowe" na określenie skał górnokredowych Niecki Nidziańskiej. Kryją się bowiem pod nim bardzo różne skały, od prawie czystych wapieni, poprzez różnorodne w składzie mechanicznym skały węglanowo-ilaście-piaszczyste do skał krzemionkowych. Ta różnorodność litologiczna wywiera przemożny wpływ na tempo wietrzenia mrozowego. W zależności więc od tych cech będą w dalszej części pracy określać natężenie i rozmiary tego procesu.

Według nasiąkliwości w % wagowych analizowane próbki można ująć w następujące grupy:

T a b e l a 5

Lp.	Nasiąkliwość w % wagowych	Nr próbek wg tabeli 2
1	powyżej 20	5, 7, 11, 14, 20, 34
2	15 - 20	3, 4, 8, 9, 13, 15, 16, 17, 18, 22, 25, 31, 32, 35, 36, 37
3	10 - 15	2, 6, 19, 27, 29, 30, 33
4	5 - 10	1, 12, 21, 26, 28
5	poniżej 5	10,
6	nie oznaczona	23, 24

Najlichniesza jest grupa skał mających nasiąkliwość 15 - 20%, to jest prawie 50% analizowanych próbek. Wynika stąd, że prawie połowa analizowanych skał należy do grupy wodochłonnych. Nasiąkliwość nie jest cechą określonego rodzaju skały, bowiem różnice nasiąkliwości w obrębie tej samej grupy skał są niejednokrotnie bardzo znaczne. Pory oglądane pod mikroskopem są mikroporami.

### Prace laboratoryjne nad wietrzeniem mrozowym

#### W a r u n k i   a n a l o g i i

W wietrzeniu mrozowym są ważne, bo skuteczne, dwa krótkie momenty; ścięcie wody w lód oraz rozmarzanie. Momenty te są krótkotrwałe. Pomiedzy nimi w przyrodzie istnieją okresy martwe. W doświadczeniach uległy one zredukowaniu do strefy takiego bezpieczeństwa, aby badane zjawisko miało czas faktycznie wystąpić w całej badanej próbce. Zamrażanie próbki w lodówce ma przebieg inny niż w gruncie, w warunkach naturalnych. Działanie zamrozu na skałę w terenie postępuje od powierzchni skały w głąb, podczas gdy w lodówce postępuje ze wszystkich kierunków do wnętrza skały. Szybkość działania zamrozu zależy od wilgotności próby i jej kształtu. Pozbawienie próbki jej naturalnego środowiska było nie do uniknięcia. Wynikało ono bowiem z samej istoty metody laboratoryjnej.

#### K l i m a t y c z n e   w a r u n k i   d o ś w i a d c z e n i a

Tricart [18] w badaniach swoich skoncentrował się na klimacie Islandii i Syberii. Dla typu klimatu islandzkiego wprowadził kolejne dobowe okresy zamarzania i rozmarzania. Krańcowe temperatury uzyskane przy każdym okresie dochodziły od minus 7° do plus 6°. Średni czas trwania każdego okresu wynosił 20 godzin 30 minut. Temperatury minimalne osiągnano jedynie w ciągu krótkich momentów. Temperatury maksymalne utrzymywano dłużej.

Odtwarzając syberyjski typ klimatu Tricart [18] starał się osiągnąć odpowiednik wahań sezonowych. Zmieniał więc fazy zamarzania od 20 do 40 godzin z lekkimi wahaniami termicznymi między minus 20° a minus 30°, z fazami rozmarzania trwającymi od 20 do 30 godzin przy temperaturze od plus 10° do plus 15°. Wahania między minus 20° a minus 30° wprowadził do doświadczeń dlatego, aby przedstawić w miarę możliwości zimowe zmiany temperatury zachodzące w tym klimacie i powodujące zjawisko rozszerzania i kurczenia się lodu. W wyniku doświadczeń stwierdził że:

- większa częstotliwość kolejności zamarzania i rozmarzania w klimacie morskim nie powoduje większej skuteczności mrozowego wietrzenia,

- intensywniejsze zamarzanie w klimacie kontynentalnym wytwarza więcej zwiętrzeliny,

- w dwóch typach klimatu wietrzenie mrozowe wytwarza w analogicznych skałach takie same w przybliżeniu ilości pyłu, ale w ostrych klimatach wietrzenie mrozowe odkupuje poza tym znaczną ilość odłamków gruzu i drobnych okruchów.

Warunki klimatyczne prowadzonych przeze mnie doświadczeń były ogra-

niczone możliwościami jakie stwarzał sprzęt. Była to lodówka sprężarkowa produkcji seryjnej typu "ZiŁ-Moskwa". W ciągu kilku godzin można w jej zamrażalniku osiągnąć temperaturę do minus 20°. Można więc było z jej pomocą osiągnąć dosyć różne warunki klimatyczne zachodzące w przyrodzie, z wyjątkiem ostrych mrozów przekraczających minus 20°. W praktyce jednak wahania temperatury w kierunku ujemnych temperatur były nieco mniejsze.

#### W a r u n k i   ś r o d o w i s k a   i   t o k   d o ś w i a d c z e ń

Tricart [18] prowadził badania próbek w trzech środowiskach: suchym, mułkowym i wodnym. Najbardziej zbliżone do warunków naturalnych jest wietrzenie w środowisku mułkowym. Najbardziej zaś skuteczne jest wietrzenie w środowisku wodnym. Jest ono średnio pięć razy szybsze i intensywniejsze niż w środowisku mułkowym. Daje jednak mniej mułku. W produktach wietrzenia charakterystyczne są odłamki o wiele bardziej spłaszczone niż w środowisku mułkowym.

Dla swoich badań wybrałem środowisko, w którym rozdrabnianie zachodzi najszybciej, to jest środowisko wodne. Pozwala ono na skrócenie doświadczeń. Próbki zostały zanurzone do połowy w zwykłej wodzie zawartej w naczyniach. Dzięki włoskowatości woda mogła wznosić się do górnej części badanych odłamków.

W celu łatwiejszego przeprowadzania porównań między jedną a drugą skałą, wszystkie doświadczenia były przeprowadzane w warunkach standaryzowanych. Każda próbka po uprzednim osuszeniu i wyczyszczeniu była ważona. Pozwoli to wykonać w przyszłości analizy granulometryczne produktów rozpadu. Na razie, głównie ze względu na brak odpowiedniego sprzętu, zadowolili się musiałem obserwacjami robionymi na bieżąco bez użycia sprzętu. Obserwacje te były systematycznie zapisywane i ze sobą porównywane. Pozwoliło to poznać nie tylko wyniki ostateczne po określonej ilości okresów zamrażania i odmrażania, ale i przebieg samego procesu /tabela 6/.

#### P r z e b i e g   p r o c e s u   w i e t r z e n i a   m r o z o w e g o

Badane próbki poddano 15 okresom zamrażania i odmrażania. W opisie przebiegu procesu zachowano oznaczenia z tabeli 6.

W dwu próbkach zaobserwowano liczne pęknięcia jeszcze przed ich zamrożeniem, a tylko po ich maksymalnym nawilgoceniu, nie nawiązujące do tekstury. Były to:

- wapień marglisty 1, nr próbki 8
- margiel 1, " " 14.

Po jednym okresie zamrożenia i odmrożenia na 33 badanych próbkach pozostało bez zmian 12. Wśród nich były:

- gezy 4, nr 26, 27, 29, 32
- margle piaszczyste 3, nr 18, 19, 25
- spongiolity 2, nr 35, 37
- wapień 1, nr 1
- wapień marglisty 1, nr 4
- wap. margl.-piaszcz. 1, nr 12

Przebieg procesu wietrzenia mrozowego

Tabela 6

Lp.	Rodzaj skały	Nasiąk- liwość % wag.	Za- li- w. Tab. 2	Stan próbek po określonej ilości okresów zamarzania								Odpor- ność na w. mroz.	Podatność na solifl.
				w	1	2	3	5	10	15			
A	B	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	
1	wapień	7,3	1	1	1	1	1	1	1	7	średnia	mała	
2	wapień	11,5	2	1	4	4	6	6	7	7	średnia	mała	
3	wap. marglisty	16,0	3	1	4	4	4	4	4	4	średnia	średnia	
4	wap. marglisty	17,0	4	1	1	1	1	1	1	1	b. duża	b. mała	
5	wap. marglisty	20,5	3	1	5	5	7	7	7	7	mała	mała	
6	wap. marglisty	14,0	2	1	3	5	7	7	7	7	mała	mała	
7	wap. marglisty	28,2	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	wap. marglisty	18,0	3	6	68	78	78	78	78	78	b. mała	b. duża	
9	wap. marglisty	18,0	3	1	6	7	7	7	7	7	mała	średnia	
10	w. margl.-piaszcz.	4,0	3	1	4	4	4	4	4	78	średnia	średnia	
11	w. margl.-piaszcz.	28,2	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	w. margl.-piaszcz.	7,7	3	1	1	1	1	1	1	1	b. duża	b. mała	
13	w. margl.-piaszcz.	18,0	2	1	28	28	28	28	78	78	mała	duża	
14	margiel	21,6	5	6	6	68	78	78	78	78	b. mała	b. duża	
15	m. zapiaszczony	16,0	3	1	8	28	28	48	78	78	mała	średnia	
16	m. piaszczysty	16,0	3	1	4	68	68	68	78	78	mała	średnia	
17	m. piaszczysty	18,0	3	1	2	5	5	7	78	78	b. mała	b. duża	
18	m. piaszczysty	15,0	1	1	1	1	8	28	28	28	średnia	średnia	
19	m. piaszczysty	13,5	3	1	1	1	1	1	1	4	duża	mała	
20	m. piaszczysty	20,3	4	1	6	7	78	78	78	78	mała	duża	
21	m. piaszczysty	8,8	2	1	1	8	28	28	58	58	średnia	mała	
22	m. piaszczysty	16,0	4	1	2	2	68	28	78	78	mała	średnia	
23	m. piaszcz.-glauk.	?	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	m. glaukonitowy	?	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25	piaskowiec margl.	18,0	3	1	8	28	68	78	78	78	mała	duża	
26	geza	5,0	2	1	1	1	1	1	1	1	b. duża	b. mała	
27	geza	11,0	4	1	1	1	1	2	2	2	duża	mała	
28	geza	8,4	2	1	2	2	6	6	7	7	mała	średnia	
29	geza	10,5	4	1	1	1	1	1	1	1	b. duża	b. mała	
30	geza	11,0	2	1	4	4	6	6	6	6	średnia	mała	
31	geza	18,0	2	1	3	58	58	58	78	78	mała	średnia	
32	geza	15,0	2	1	1	4	4	7	7	7	mała	mała	
33	geza	14,7	3	1	8	48	48	48	48	78	średnia	średnia	
34	geza	22,4	3	1	5	58	58	58	78	78	mała	duża	
35	spongiolit	15,5	4	1	1	1	1	1	1	1	b. duża	b. mała	
36	spongiolit	16,7	2	1	2	2	3	3	3	3	duża	b. mała	
37	spongiolit	15,5	2	1	1	8	8	28	28	28	średnia	mała	

## Objaśnienia do tabeli 6

W kolumnach od F do M

1 - bez zmian

2 - łuszczenie

3 - pęknięcia nieliczne nawiązujące do tekstury

4 - pęknięcia nieliczne obojętne w stosunku do pierwotnej tekstury skały

5 - pęknięcia liczne nawiązujące do tekstury

6 - pęknięcia liczne obojętne w stosunku do pierwotnej tekstury skały.

7 - rozpad próbki i rozdrabnianie zwietrzliny

8 - tworzenie mułku

w - po maksymalnym nawilgoceniu



Na pięciu próbkach zaczęły powstawać charakterystyczne odpryski przypominające łuszczenie. Wśród nich były:

- margle piaszczyste 2, nr 17, 22
- wap. margl.-piaszcz. 1, nr 13
- spongiolit 1, nr 36
- geza 1, nr 28

W dwu próbkach powstały nieznaczne pęknięcia nawiązujące do tekstury /mikrogeliwacja wg Tricarta/. Wśród nich były:

- wapień marglisty 1, nr 6
- geza 1, nr 31

Nieliczne pęknięcia nawiązujące do tekstury /mikrogeliwacja wg Tricarta/ zaznaczyły się w pięciu próbkach:

- wapień 1, nr 2
- wapień marglisty 1, nr 3
- wap. margl.-piaszcz. 1, nr 10
- margiel 1, nr 16
- geza 1, nr 30

Liczne spękania wykorzystujące teksturę wykazywały dwie próbki:

- wapień marglisty 1, nr 5
- geza 1, nr 34

Liczne spękania pozostające w związku z teksturą wykazywały cztery próbki:

- margle piaszczyste 2, nr 9, 20
- wapień marglisty 1, nr 8
- margiel 1, nr 14

Sześć próbek zaczęło produkować mulek. Były to:

- wapień marglisty 1, nr 8
- wap. margl.-piaszcz. 1, nr 13
- margiel zapiaszczony 1, nr 15
- margiel 1, nr 14
- piaskowiec marglisty 1, nr 25
- geza 1, nr 33

Po jednym okresie zamrożenia i odmrożenia trudno jest stwierdzić jakies korelacje pomiędzy typem skały, zawartością w niej cząstek ilastych i jej nasiąkliwością a sposobem oddziaływania na nie wietrzenia mrozonego /patrz tabela 7/.

Tabela 7

Rodzaj skały	Stan próbek wg tabeli 6, kolumna G							
	1	2	3	4	5	6	7	8
wapień	1	-	-	1	-	-	-	-
wapień margliste	1	-	1	1	1	1	-	1
wap. margl.-piaszczyste	1	1	-	1	-	-	-	1
margiel	-	-	-	-	-	1	-	1
margiel zapiaszczony	-	-	-	-	-	-	-	1
margiel piaszczysty	3	2	-	1	-	2	-	-
piaskowiec marglisty	-	-	-	-	-	-	-	1
gezy	4	1	1	1	1	-	-	1
spongiolity	2	1	-	-	-	-	-	-
razem	12	5	2	5	2	4	-	6

Jedynie większość spongiolitów i znaczna część gezy pozostała bez zmian. Na inne skały sposób oddziaływania wietrzenia mrozowego może być zasadniczo różny.

Po dwóch okresach zamrażania i odmrażania pozostało bez zmian dziewięć próbek. Spośród nich:

- gezy 3, nr 26, 27, 29
- margle piaszczyste 2, nr 18, 19
- wapień 1, nr 1
- wapień marglisty 1, nr 4
- wap. margl.-piaszcz. 1, nr 12
- spongiolit 1, nr 35

W pięciu próbkach, tych samych co po jednym okresie zamrożenia, proces łuszczenia postępował dalej. Nieznaczne pęknięcia mikrogeliwacyjne wykazywały:

- gezy 3, nr 30, 32, 33
- wapień 1, nr 2
- wapień marglisty 1, nr 3
- wap. margl.-piaszcz. 1, nr 10

Liczne pęknięcia makrogeliwacyjne dały się zauważyć w dwu próbkach:

- wapień marglisty 1, nr 5
- geza 1, nr 34

Liczne pęknięcia mikrogeliwacyjne wykazywał tylko margiel piaszczysty - próbka nr 16. Cztery próbki rozpały się na szereg części. A to:

- wapienie margliste 2, nr 8, 9
- margiel 1, nr 14
- margiel piaszczysty 1, nr 20

Aż dwanaście próbek tworzyło zwietrzelinę mułkową, w tym:

- gezy 3, nr 31, 33, 34
- wap. margl.-piaszcz. 2, nr 10, 13
- margle piaszczyste 2, nr 16, 21
- wapienie margliste 1, nr 8
- margiel 1, nr 14
- margiel zapiaszczony 1, nr 15
- piaskowiec marglisty 1, nr 25
- spongiolit 1, nr 37

W konsekwencji, po dwu okresach stan próbek pozostawał następujący - patrz tabela 8.

Charakterystyczną cechą było rozpoczęcie produkcji mułku przez wiele próbek.

Tabela 8

Rodzaj skały	Stan próbek wg tabeli 6, kolumna H							
	1	2	3	4	5	6	7	8
wapień	1	-	-	-	-	-	-	-
wapienie margliste	1	-	-	1	1	-	2	1
wap. margl.-piaszczyste	1	1	-	1	-	-	-	2
margiel	-	-	-	-	-	-	1	1
margiel zapiaszczony	-	-	-	-	-	-	-	1
margle piaszczyste	2	2	-	-	-	1	1	2
piaskowiec marglisty	-	-	-	-	-	-	-	1
gezy	3	1	-	3	1	-	-	3
spongiolity	1	1	-	-	-	-	-	-
razem	9	5	-	6	2	1	4	12

Po trzech okresach dało się zauważyć dalsze pogłębianie procesów zarejestrowanych na próbkach po jednym i dwu cyklach zamrażania.

Tabela 9

Rodzaj skały	Stan próbek wg tabeli 6, kolumna I							
	1	2	3	4	5	6	7	8
wapienie	1	-	-	-	-	1	-	-
wapienie margliste	1	-	-	1	-	-	4	1
wap. margl.-piaszczyste	1	1	-	1	-	-	-	2
margle	-	-	-	-	-	-	1	1
margle sapiaszczone	-	1	-	-	-	-	-	1
margle piaszczyste	1	1	-	-	1	2	1	5
piaskowiec marglisty	-	-	-	-	-	1	-	1
gezy	3	-	-	2	2	2	-	5
spongiolity	1	-	1	-	-	-	-	1
razem	8	3	1	4	3	6	6	15

Bez zmian pozostało już tylko osiem próbek, w tym aż trzy gezy. Rozpadło się aż sześć próbek, w tym aż cztery wapienie margliste. Piętnaście próbek produkowało mułki. Wśród nich były wszystkie typy skał z wyjątkiem wapienia. Najwięcej mułku produkowały margle piaszczyste.

Fodobnie wyglądała sytuacja po czterech okresach zamrażania i odmrażania. Po pięciu okresach zamrażania i odmrażania stan próbek wyglądał następująco: bez zmian pozostawało już tylko siedem próbek. Były to:

- gezy 2, nr 26, 29
- wapień 1, nr 1
- wapień marglisty 1, nr 4
- margiel piaszczysty 1, nr 12
- spongiolit 1, nr 35

Łuszczyło się sześć próbek:

- margle piaszczyste 3, nr 18, 21, 22
- wap. margl.-piaszcz. 1, nr 13
- geza 1, nr 27
- spongiolit 1, nr 37

Nieliczne pęknięcia nawiązujące do tekstury wykazywała próbka nr 36 - spongiolit. Nieliczne pęknięcia mikrogeliwacyjne wykazywały cztery próbki:

- wapień marglisty 1, nr 3
- wap. margl.-piaszcz. 1, nr 10
- margiel zapiaszczony 1, nr 15
- geza 1, nr 33

Spękania makrogeliwacyjne wykazywały dwie gezy - nr 31 i 34. Spękania mikrogeliwacyjne wykazywały cztery próbki:

- gezy 2, nr 28, 30
- wapień 1, nr 2
- margiel piaszczysty 1, nr 16

Rozsypało się dziewięć próbek. Wśród nich:

- wapienie margliste 4, nr 5, 6, 8, 9

- margle piaszczyste 2, nr 17, 20
- margiel 1, nr 14
- piaskowiec marglisty 1, nr 25
- geza 1, nr 32

Mulek produkowało w dalszym ciągu piętnaście próbek, w tym:

- margle piaszczyste 5, nr 16, 18, 20, 21, 22
- gezy 3, nr 31, 33, 34
- wap. margl.-piaszcz. 2, nr 10, 13
- wapień marglisty 1, nr 4
- margiel 1, nr 14
- piaskowiec marglisty 1, nr 25
- margiel zapiaszczony 1, nr 15
- spongiolit 1, nr 37

W poszczególnych typach skał zmiany po pięciu okresach wyglądały następująco:

T a b e l a 10

Rodzaj skały	Stan próbek wg tabeli 6, kolumna E							
	1	2	3	4	5	6	7	8
wapienie	1	-	-	-	-	1	-	-
wapienie margliste	1	-	-	1	-	-	4	1
wap. margl.-piaszczysty	1	1	-	1	-	-	-	2
margle	-	-	-	-	-	-	1	1
margle piaszczyste	-	-	-	1	-	-	-	1
margle piaszczyste	1	3	-	-	-	1	2	5
piaskowiec marglisty	-	-	-	-	-	-	1	1
gezy	2	1	-	1	2	2	1	3
spongiolity	1	1	1	-	-	-	-	1
razem	7	6	1	4	2	4	9	15

Widzimy więc, że bez zmian nie pozostały tylko margle, margle zapiaszczone i piaskowiec marglisty. Wśród pozostałych typów skał znajdują się takie próbki, których pięć kolejnych okresów zamrażania i odmrażania nie zdołało jeszcze naruszyć.

Rozpadowi na drobne części uległy aż cztery próbki wapieni marglistych, ale charakterystyczną ich cechą jest to, że nie produkują one muleku. Najwięcej muleku tworzą margle piaszczyste. Ale i inne typy skał również tworzą mulek, z wyjątkiem krystalicznego wapienia. Interesujące jest to, że mulek produkują również gezy, choć jego ilość jest znikoma.

W kolejnych cyklach zaobserwowane dotychczas zmiany stawały się bardziej wyraziste, a ich obraz po dziesięciu kolejnych okresach był następujący: bez zmian pozostało w dalszym ciągu siedem tych samych próbek:

- gezy 2, nr 26, 29
- wapień 1, nr 1
- wapień marglisty 1, nr 4
- wap. margl.-piaszcz. 1, nr 12
- margiel piaszczysty 1, nr 19
- spongiolit 1, nr 35

Luszczenie wykazywały trzy próbki:

- margiel piaszczysty 1, nr 18
- spongiolit 1, nr 37
- geza 1, nr 27

Nieznaczne spękania makrogeliwacyjne utrzymywały się w dalszym ciągu w spongiolicie /próbka 36/. Nieliczne spękania mikrogeliwacyjne wykazywały dwie próbki:

- wapień marglisty 1, nr 3
- geza 1, nr 33

Liczne spękania wykazywały dwie próbki, makrogeliwacyjne jedna - margiel piaszczysty /próbka 21/, a mikrogeliwacyjne geza /próbka 30/.

Aż osiemnaście próbek było już rozszpanych. W niektórych z nich już przez kilka okresów następowało dalsze rozdrabnianie okruchów:

- wapienie margliste 4, nr 5, 6, 8, 9
- margle piaszczyste 4, nr 16, 17, 20, 22
- gezy 4, nr 28, 31, 32, 34
- wap. margl.-piaszcz. 2, nr 10, 13
- wapień 1, nr 2
- margiel 1, nr 14
- margiel zapiaszczony 1, nr 15
- piaskowiec marglisty 1, nr 25

Mułek produkowało szesnaście próbek, to jest o jedną więcej w stosunku do sytuacji po pięciu okresach. Przybył mianowicie jeszcze jeden margiel piaszczysty.

Po dziesięciu okresach związek pomiędzy rodzajem skały a jej rozdrabnianiem w procesie wietrzenia mrozowego przedstawiał się następująco:

T a b e l a 11

Rodzaj skały	Stan próbek wg tabeli 6, kolumna L							
	1	2	3	4	5	6	7	8
wapienie	1	-	-	-	-	-	-	-
wapienie margliste	1	-	-	1	-	-	4	1
wap. margl.-piaszczyste	1	-	-	-	-	-	2	2
margle	-	-	-	-	-	-	1	1
margle zapiaszczone	-	1	-	-	-	-	1	1
margle piaszczyste	1	1	-	-	1	-	4	6
piaskowce margliste	-	-	-	-	-	-	1	1
spongiolity	1	1	1	-	-	-	-	1
gezy	2	1	-	1	-	1	4	3
razem	7	3	1	2	1	1	18	16

Badane próbki układają się w pewne wyraźne grupy. Jedna to grupa skał wyraźnie odpornych na wietrzenie mrozowe, druga mało odporna na to wietrzenie. Wśród tej ostatniej jest grupa skał produkująca duże ilości mułku i jest taka, która mułku nie produkuje, choć rozdrabnia się dość łatwo.

Po piętnastu okresach zmiany jakościowe były już niewielkie w stosunku do sytuacji po dziesięciu cyklach. Zaszły natomiast dalsze zmiany ilościowe. Zarejestrowany stan próbek po piętnastu okresach uznaję za charakterystyczny dla badanych typów skał i na nim w chwili obecnej ba-

dania te zakończyłem. Obraz badanych próbek po piętnastu okresach zamrażania i odmrażania wyglądał więc następująco:

Bez zmian pozostało w dalszym ciągu aż pięć próbek:

- gezy 2, nr 26, 29
- wapień marglisty 1, nr 4
- wap. margl.-piaszcz. 1, nr 12
- spongiolit 1, nr 35

W dalszym ciągu wietrzenie odbywało się poprzez łuszczenie w trzech próbkach:

- margiel piaszczysty 1, nr 18
- spongiolit 1, nr 37
- geza 1, nr 27

Makrogeliwacja zachodziła w jednej próbce spongiolitu - 36. Mikro-geliwacja nieznaczna miała miejsce w dwu próbkach:

- margiel piaszczysty 1, nr 19
- wapień 1, nr 3

Makrogeliwacja wyraźna zachodziła w jednej próbce margla piaszczystego - 21, Mikro-geliwacji ulegała geza - 30. Rozpadniętych było 20 próbek, w tym:

- gezy 5, nr 28, 31, 32, 33, 34
- wapienie margliste 4, nr 5, 6, 8, 9
- margle piaszczyste 4, nr 16, 17, 20, 22
- wap. margl.-piaszcz. 2, nr 10, 13
- wapienie 2, nr 1, 2
- margiel 1, nr 14
- margiel zapiaszczony 1, nr 15
- piaskowiec marglisty 1, nr 25

Mulek tworzyły w dalszym ciągu te same skały co i po dziesięciu okresach zamrażania. Korelacja pomiędzy typem skały a procesem rozdrabniania wyglądała następująco:

T a b e l a 12

Rodzaj skał	Stan próbek wg tabeli 6, kolumna M							
	1	2	3	4	5	6	7	8
wapienie	-	-	-	1	-	-	2	-
wapienie margliste	1	-	-	-	-	-	4	-
wap. margl.-piaszcz.	1	-	-	-	-	-	4	2
margiel	-	-	-	-	-	-	1	1
margiel zapiaszczony	-	-	-	-	-	-	1	1
margle piaszczyste	-	1	-	1	1	-	4	6
piaskowiec marglisty	-	-	-	-	-	-	1	1
spongiolity	1	1	1	-	-	-	-	1
gezy	2	1	-	-	-	1	5	3
razem	5	3	1	2	1	1	20	16

Wyniki badań

Na podstawie przebadanych próbek skał osadowych okresu kredowego z północnej części Kiełki Nidziańskiej stwierdzam ich różną podatność na wietrzenie mrozowe, wyrażającą się w ich stanie i sposobie reakcji po określonej ilości okresów zamrażania i odmrażania /patrz tabela 13/.

W konsekwencji przeprowadzonych badań daje się stwierdzić krańcową różnorodność zachowania się tych skał wobec zamrażania i odmrażania. Jedne skały pozostają bez zmian lub są prawie nienaruszone, inne zmieniają się w drobne okruchy, jeszcze inne rozpadają się na okruchy różnej wielkości. Różna jest ilość produkowanego przez skały mułku.

T a b e l a 13

Ilość okresów zamrażania	Stan próbek wg tabeli 6							
	1	2	3	4	5	6	7	8
po nasyceciu wodą	31	-	-	-	-	2	-	-
po 1 okresie	12	5	2	5	2	4	-	6
po 2 okresach	9	5	-	6	2	1	4	12
po 3 okresach	8	3	1	4	3	6	6	15
po 5 okresach	7	6	1	4	2	4	9	15
po 10 okresach	7	3	1	2	1	1	18	16
po 15 okresach	5	3	1	2	1	1	20	16

Stopień wykorzystania tekstury przez mróz był nieznaczny. Rozpadanie skał z jej wykorzystaniem odbywało się na trzydzieści trzy tylko w siedmiu próbkach. Były to:

- wapienie margliste 2, nr 5, 6
- margle piaszczyste 2, nr 17, 21
- gezy 2, nr 31, 34
- spongiolit 1, nr 36

Dla pozostałych próbek należy uznać obojętność mrozu w stosunku do pierwotnej tekstury skały. Wietrzenie makrogeliwacyjne występuje powszechnie w skali warstwy geologicznej widoczne w odsłonięciach skał w głębokich profilach wietrzeniowych [4, 5].

Nasiąkliwość łączy się z podatnością na wietrzenie mrozowe. Nie można jej jednak utożsamiać z podatnością na to wietrzenie. Korelacje pomiędzy nasiąkliwością a ostatecznym stanem próbek po piętnastu okresach zamrażania wyglądały następująco: /patrz tabela 14/.

T a b e l a 14

Nasiąkliwość w % wagowych	Uległy rozpadowi po piętnastu okresach		Nie uległy rozpadowi po piętnastu okresach		w tym bez zmian
	suma	nr próbek	suma	nr próbek	
powyżej 20	4	5, 14, 20, 34	-	-	-
15 - 20	10	8, 9, 13, 15, 16, 17, 22, 25	6	3, 4, 18, 35, 36, 37	2
10 - 15	3	2, 6, 33	4	19, 27, 29	1
5 - 10	2	1, 28	3	12, 21, 26	2
poniżej 5	1	10	-	-	-
razem	20		13		5

Próbki o największej nasiąkliwości rozpadły się wszystkie, w tym już dwie po dwu okresach zamrażania. Ale rozpadowi uległ również wapień marglisto-piaszczysty o najmniejszej nasiąkliwości wynoszącej 4%. Dwie próbki mimo nasiąkliwości 15 - 20% pozostały jednak bez zmian.

Brak jest systematycznej korelacji pomiędzy rodzajem skały a jej podatnością na wietrzenie mrozowe /patrz tabela 15/.

Tabela 15

Rodzaj skały	Podatność na wietrzenie mrozowe									
	b. duża		duża		średnia		mała		b. mała	
	s	nr	s	nr	s	nr	s	nr	s	nr
wapień	-	-	-	-	2	1, 2	-	-	-	-
wap. marglisty	1	4	-	-	1	3	3	3, 6, 9	1	8
w. margl.-piaszcz.	1	12	-	-	1	10	1	13	-	-
margiel	-	-	-	-	-	-	-	-	1	14
m. zapiaszcz.	-	-	-	-	-	-	1	15	-	-
m. piaszcz.	-	-	1	19	2	18, 21	3	16, 20, 22	1	17
piask. margl.	-	-	-	-	-	-	1	25	-	-
gezy	2	26, 29	1	27	2	30, 33	4	28, 31, 32, 34	-	-
spongiolity	1	35	1	36	1	37	-	-	-	-
razem	5		3		9		13		3	

Ilość przebadanych próbek noszczerólnych skał była różna, a w przypadku niektórych rodzajów skał za mała aby z przeprowadzonych badań wyciągnąć daleko idące wnioski ogólne. Wnioski wynikające z badań służą do rozważań nad procesami morfogenetycznymi w tym terenie, a uogólnienia mają charakter regionalny.

Wapienie, wbrew temu co pisze się o ich dużej odporności na wietrzenie mrozowe w warunkach peryglacjalnych [12] okazały się skałami średniej odporności.

Wapienie margliste zachowują się wobec wietrzenia mrozowego w sposób skrajnie odmienny. Podobne właściwości wykazują wapienie marglisto-piaszczyste.

Margiel, zgodnie z jego oceną, jest skałą bardzo mało odporną na wietrzenie mrozowe, podobnie jak i margiel zapiaszczony. Margle piaszczyste mają już odporność zróżnicowaną od dużej do bardzo małej. Odporne są spongiolity.

Gezy, wbrew temu co się mówi i pisze, mają odporność na wietrzenie mrozowe mocno zróżnicowaną od bardzo dużej do małej. Jahn [13] uważa, że gezy są bezsprzecznie materiałem bardziej podatnym na wietrzenie peryglacjalne aniżeli miękkie margle, ponieważ łatwiej rozspują się na pyłkowy gruz. Tymczasem w dwóch próbkach, na ogólną liczbę 9, po piętnastu okresach zamrażania nie stwierdziłem żadnych zmian, a w trzech dalszych zmiany były nieznaczne, gdyż tymczasem próbki margli rozpadły się już po mniejszej ilości okresów zamrażania.

Tak więc przeprowadzone badania wykazują, że zasadnicze korelacje nie zachodzą pomiędzy rodzajem skały a jej odpornością na wietrzenie mrozowe i podatnością produktów wietrzenia na soliflukcję, lecz że związki te i zależności są o wiele bardziej złożone. Wynikają stąd wnioski, że rozwój rzełby peryglacjalnej na tych utworach kredowych rozpatrywać należy nie w zależności od rodzaju skały, ale od jej szczegółowych cech litologicznych, czyniących jej odporność tu określoną, w konkretnych sytuacjach morfologicznych.



Ilość wyprodukowanej zwietrzliny oznaczono względnie w skali trzy-stopniowej. Korelacje pomiędzy ilością wyprodukowanej zwietrzliny młkowej, a stopniem zailenia próbki wyglądają następująco /tabela 16/.

Tabela 16

Stopień zailenia	Ilość wyprodukowanej zwietrzliny młkowej							
	duża		średnia		mała		nie produkuje	
	s	nr	s	nr	s	nr	s	nr
5	1	14	-	-	-	-	-	-
4	1	20	1	22	-	-	4	4, 27, 29, 35
3	4	8, 17, 25, 34	4	10, 15, 16, 33	-	-	5	3, 5, 9, 12, 19
2	1	13	1	31	2	21, 37	7	2, 6, 26, 28, 30, 32, 36
1	-	-	-	18	-	-	1	1
razem	7		7		2		17	

Wydaaje się, że ilość wyprodukowanej zwietrzliny młkowej jest proporcjonalna do ilości cząstek ilastych w skale. Tam gdzie wietrzenie mrozowe wykorzystuje pierwotną teksturę skały, tam frakcja ilasta uwalniana jest z lepiszcza. W skałach zawierających ziarenka piasku część drobnych frakcji pochodzi - być może - z rozdrabniania kruchych jego ziarenek.

Ilość wyprodukowanej zwietrzliny młkowej w warunkach peryglacialnych decydowała o procesach modelujących stoki. Skały wytwarzające dużo młku dostarczały idealnego materiału do soliflukcji. W świetle przeprowadzonych badań, podatność poszczególnych rodzajów skał na soliflukcję, ze względu na ilość i tempo produkcji młku, przedstawia się następująco /patrz tabela 17/.

Tabela 17

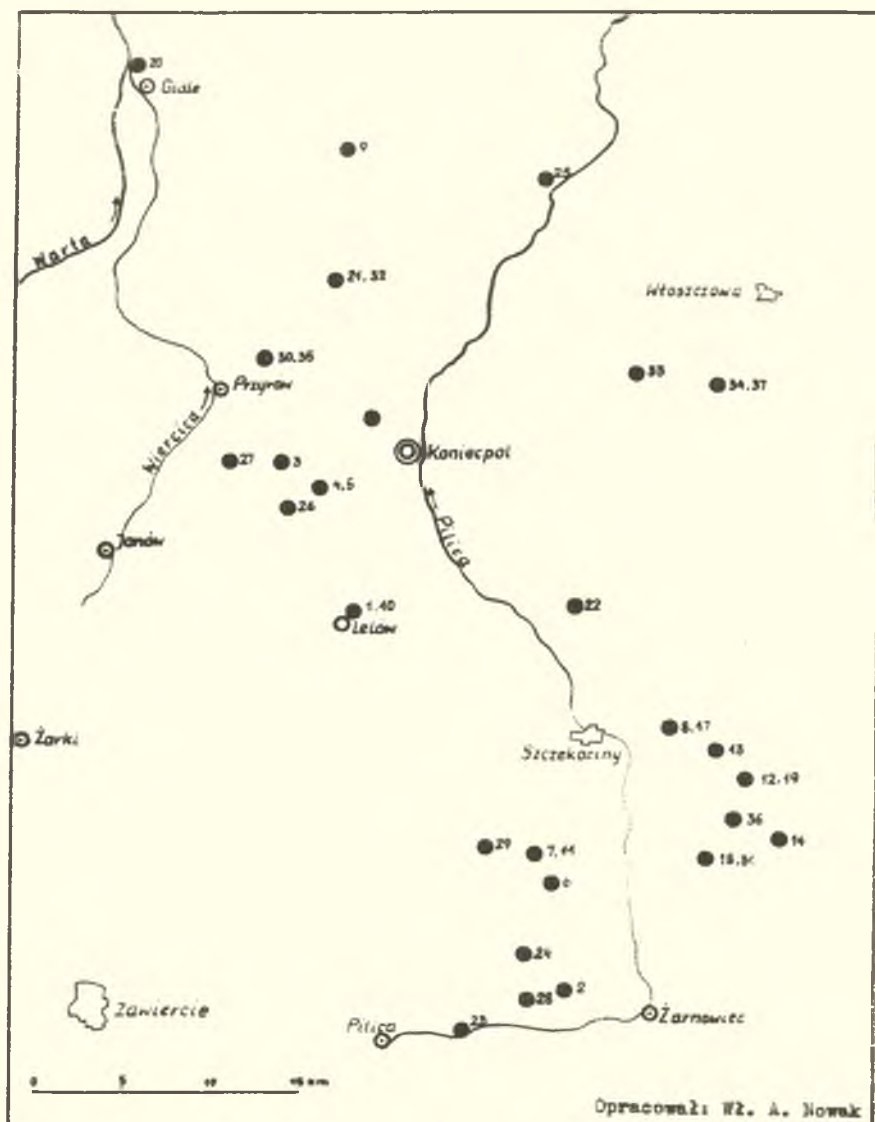
Rodzaj skał	Podatność na soliflukcję									
	b. duża		duża		średnia		mała		b. mała	
	s	nr	s	nr	s	nr	s	nr	s	nr
wapienie	-	-	-	-	-	-	2	1, 2	-	-
wap. margl.	1	8	-	-	2	3, 9	2	5, 6	1	4
w. margl.-piaszcz.	-	-	1	13	1	10	-	-	1	12
margiel	1	14	-	-	-	-	-	-	-	-
m. sypiaszcz.	-	-	-	-	1	15	-	-	-	-
m. piaszcz.	1	17	1	20	3	16, 18, 22	2	19, 21	-	-
piask. margl.	-	-	1	25	-	-	-	-	-	-
gazy	-	-	1	34	3	28, 31, 33	3	27, 30, 32	2	26, 29
spongiolity	-	-	-	-	-	-	1	37	2	35, 36
razem	3		4		10		10		6	

Wapienie są skałami wytwarzającymi zwietrzelinę mało podatną na soliflukcję, ale wapienie margliste zachowują się pod tym względem skrajnie różnie, podobnie jak i wapienie marglisto-piaszczyste. Margiel wytwarza zwietrzelinę bardzo podatną na spływy soliflukcyjne, ale margiel zapiaszczony średnio podatną. Margle piaszczyste produkują różne ilości mułku i podatność produktów ich rozpadu na soliflukcję jest również różna, od bardzo dużej do małej. Piaskowiec marglisty tworzy zwietrzelinę silnie mułkową. Gezy produkują zwietrzelinę również mało podatną na soliflukcję, ale uzyskane wyniki nie dają podstaw do utrzymywania o nich opinii skał wybitnie asolifluidalnych, bowiem niektóre z gezy po większej ilości okresów zamrażania i odmrażania wyprodukowała taką ilość częstej pylastych, które stawiają je w grupie średnio podatnych, a nawet w jednym przypadku w grupie skał, których zwietrzelina wykazuje dużą podatność na soliflukcję. Spongiolity natomiast można określić jako typowo asolifluidalne, a to ze względu na powolny rozpad i brak frakcji mułkowej w zwietrzelinie.

Rozpoznane w terenie formy rzeźby i pokrywy zwietrzelinowe, poznanie tempa geliwacji podstawowych rodzajów skał tego regionu oraz podatności produktów tego wietrzenia na spełzywanie, dają szerokie podstawy do wnikliwej analizy procesów morfogenetycznych na tym terenie, a szczególnie analizy podstawowego w geomorfologii zagadnienia, jakim jest rozwój stoku w okresie czwartorzędowym.

#### LITERATURA

- [1] Alexandrowicz S., Parachoniak W., Tufity w górnej kredzie Niecki Miechowskiej. *Acta Geologica Polonica*, vol. 8, 1958.
- [2] Bolewski A., Turnau-Morawska M., *Petrografia*. Warszawa 1963.
- [3] Czeppe Z., Exfoliation in a periglacial climate. *Geographia Polonica* V, 2, 1964.
- [4] Flis J., Skały fizyczno-geograficzne Niecki Nidziańskiej. "Czasopismo Geograficzne" T. 27, 1956.
- [5] Godard A., Houel-Gangloff., Essais de gélifraction artificielle pratiqués sur des calcaires et des grès Lorrains. *Revue Géographique de l'est*, 2, 1965.
- [6] Grim R. E., Szwiaz mierzotnych jawlenij s sostawom glinietych mineralow grunta. Mierzotnyje jawlenija w gruntach. Moskwa 1955.
- [7] Heili D. F., Kapplar C. U., Izuczenje mierzotnych wozdejstwii w gruntach w chołodnoj kamerie. Mierzotnyje jawlenija w gruntach. Moskwa 1955.
- [8] Jahn A., Wyżyna Lubelska. *Prace IG PAN*, nr 7, 1956.
- [9] Jahn A., Ilościowa analiza niektórych procesów peryglacjalnych. *Zeszyty Nauk. Univ. Wrocławskiego s. B*, nr 5, 1961.
- [10] Klimaszewski M., *Geomorfologia ogólna*. Warszawa 1961.
- [11] Kraus E., Rutkowski J., Bentonity senonu okolicy Miechowa. *Rocznik PTG*, vol. 32, z. 3, 1962.
- [12] Książkiewicz M., Samsonowicz, Röhle E., *Zarys geologii Polski*. Warszawa 1965.
- [13] Książkiewicz M., *Geologia dynamiczna*. Warszawa 1968.
- [14] Nowak W. A., Studium nad morfogenezą północno-zachodniej części Niecki Nidziańskiej. /Dysertacja doktorska, WSP, Kraków 1967/.
- [15] Nowak W. A., Zaburzenia mrozowe w utworach kredowych północno-zachodniej części Niecki Nidziańskiej. *Rocznik Naukowo-Dydaktyczny WSP w Krakowie*, z. 30, *Prace geograficzne IV*, Kraków 1968.
- [16] Pożaryski W., *Atlas geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne*. Zeszyt 10. *Kreda IG*, 1962.
- [17] Rutkowski J., *Rozwój litologiczny i znaczenie użytkowe senonu okolicy Miechowa*. Rękopis, Katedra Złóż Surowców Skalnych AGH, Kraków 1963.



WSP Kraków 1970

Wydawnictwo Naukowe WSP Kraków, M-8/1129, 300 egz.

Ryc. 1. Miejsca pobrania próbek.



[8] T r i c a r t J., Prace doświadczalne w zakresie wietrzenia mrozowego. Zagadnienia geomorfologiczne. Warszawa 1960.

## SPIS RYCIN

Ryc. 1. Szkic geologiczny północnej części niecki miechowskiej z zaznaczonymi miejscami pobrania próbek.

## SPIS TABEL

- Tabela 1. Tabela stratygraficzna kredy w północnej części niecki miechowskiej.  
Tabela 2. Skład mineralny i nasiąkliwość w % wagowych górnokredowych skał osadowych z północno-zachodniej części niecki miechowskiej.  
Tabela 3. Zapaszczenie próbek w %.  
Tabela 4. Stopień zasilenia spoiwa.  
Tabela 5. Nasiąkliwość w% wagowych.  
Tabela 6. Przebieg procesu wietrzenia mrozowego.  
Tabela 7. Stan próbek po 1 okresie zamrożenia.  
Tabela 8. Stan próbek po 2 okresach zamrożenia.  
Tabela 9. Stan próbek po 3 okresach zamrożenia.  
Tabela 10. Stan próbek po 5 okresach zamrożenia.  
Tabela 11. Stan próbek po 10 okresach zamrożenia.  
Tabela 12. Stan próbek po 15 okresach zamrożenia.  
Tabela 13. Stan próbek /sumy/ po określonej ilości okresów zamrożenia.  
Tabela 14. Korelacja pomiędzy nasiąkliwością próbek a ich stanem po 15 okresach zamrożenia.  
Tabela 15. Korelacje pomiędzy rodzajem skały, a jej podatnością na wietrzenie mrozowe.  
Tabela 16. Korelacje pomiędzy ilością wyprodukowanej zwietrzliny mułkowej, a stopniem zailenia próbek.  
Tabela 17. Korelacje pomiędzy ilością i tempem produkcji mułku, a podatnością zwietrzliny z poszczególnych rodzajów skał na soliflukcję.

Władysław A. Nowak

LABORATORY RESEARCH ON THE SUSCEPTIBILITY TO WEATHERING  
OF SEDIMENT ROCK IN THE NORTHERN PARTS OF THE NIDA SYNCLINE

The Upper Cretaceous sediment rocks in the north-western part of the Nida Syncline are highly differentiated under the lithological aspect, ranging from almost pure calcite, through carbonate-clayey-sandy rock of varying mechanical structure, up to siliceous rock. Under the influence of frost-weathering, during the Pleistocene periods of periglacial morphogenesis, there were considerable differences both in the rate of disintegration of these rocks and in the size of the products of this disintegration.

On 37 samples of 11 kinds of rock collected on the spot according to the frequency of their occurrence, and then submitted in laboratory conditions to 15 frosts and defrosting periods, the author has tried to grasp the interconnections between the different physical properties of these rocks on the one hand, and their susceptibility to frost weathering - as well as of their products to solifluction on the other. The conclusions drawn from the research will serve to analyse the morphogenetic processes in the Pleistocene on these areas, whereas all generalizations are of typological-regional character.

Владислав А. НОВАК

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДАТЛИВОСТИ ОСАДОЧНЫХ СКАЛ ИЗ СЕВЕРНОЙ  
ЧАСТИ НИДЗЯНСКОЙ ВПАДИНЫ МОРОЗНОМУ ВЫВЕТРИВАНИЮ

Р е з ю м е

Малые осадочные скалы северо-западной части Нидзянской впадины в литологическом отношении сильно дифференцированы: здесь имеются разные скалы - от почти чистых кальцитов, через неодинакового механического состава карбонатно-глисто-песчаные, до кремнеземных. Под влиянием заморозки в плейстоценовские периоды перигляциального морфогенезиса, темп распада этих скал и величина продуктов этого раздробления были равными.

На 37 образцах пород, взятых в соответствии с частотой их выступления в данном районе, а затем поданных в лабораторных условиях 15 циклам замораживания и отмораживания, автор пытается определить связь между различными физическими свойствами этих скал и их податливостью морозному выветриванию, а также между податливостью продуктов распада солифлюкции. Результаты опытов послужили автору материалом для рассуждений о плейстоценовских морфогенетических процессах в этом районе, а его обобщения имеют видово-региональный характер.