

ANDRZEJ MICHALIK

## Polewy głazowe w Tatrach

TREŚĆ: Wstęp — Występowanie i opis pól głazowych: polewy na przełęczy Liliowej; polewy na przełęczy pod Kopą Kondracką; opis makroskopowy; opis mikroskopowy — Tworzenie się pól głazowych w Tatrach — Polewy głazowe w Alpach — Polewy głazowe w Górach Świętokrzyskich — Polewy głazowe nad wodami płynącymi — Interpretacja sposobów powstawania pól głazowych — Wnioski —  
Literatura cytowana

### WSTĘP

W czasie wycieczek w Tatry zwróciłem uwagę na nienotowane dotychczas w literaturze tatrzańskiej zjawisko występowania na niektórych głazach pól, podobnych do pól pustynnych. Interesując się występowaniem tych pól pilnie zwracałem uwagę na ich rozmieszczenie, warunki występowania itp. Stwierdziłem ich obecność na przełęczy Liliowej oraz na przełęczy pod Kopą Kondracką. Dalsze dokładniejsze poszukiwania doprowadzą prawdopodobnie do odnalezienia nowych punktów ich występowania.

Powyższe obserwacje terenowe, studium mikroskopowe i interpretacja literatury dotyczącej się tego zagadnienia oraz uzupełniające spostrzeżenia, będące w ścisłym związku z opracowywanym tematem, stanowią treść niniejszej pracy.

### WYSTĘPOWANIE I OPIS PÓLEW GŁAZOWYCH

#### *Polewy głazowe na przełęczy Liliowej*

Przełęcz Liliowa stanowi obniżenie między Beskidem a Skrajną Turnią. Szczyty te należą do grani ciągnącej się z południowego wschodu na północny zachód. Największe obniżenie przełęczy wytworzone jest w marglistych łupkach (goltu), wschodnie zaś zbocze przełęczy zbudowane jest z piaskowców kwarcytowych (dolnego werfenu). Rumosze tych piaskowców zsypuje się na przełęcz, pojedyncze zaś głazy leżą wśród niewysokiej trawy lub wśród drobnego gruzu i zwietrzeliwy łupków.

W miejscach, gdzie brak pokrywy darniowej, widać, że drobny gruz i głazy piaskowców (o rozmiarach  $10-20 \times 5-10$  cm) pokryte są czarną

polewą. Drobny gruz jest całkowicie nią pokryty, na większych głazach tworzy ona czarne nieregularne plamy (pl. I, fig. 1 i 2). Sposób występowania głazów z możliwie pełnymi polewami zaznaczony jest na fig. 1. Widzimy, że są to miejsca nie tylko pozbawione roślinności, lecz stanowiące nadto pewne obniżenie terenu.

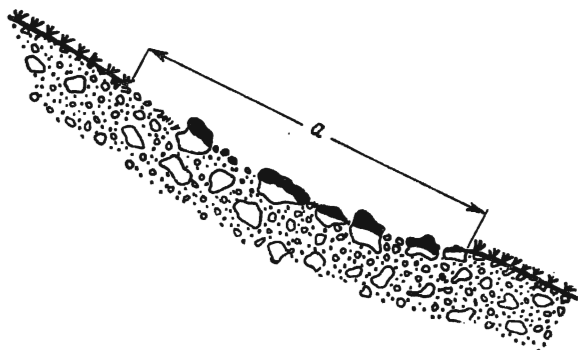


Fig. 1

Miejsca intensywnego występowania polew (a) na zboczu górskim — Przełęcz Liliowe

Na większych głazach polewa występuje tylko na górnej powierzchni, natomiast na części tkwiącej w glebie nie ma jej zupełnie (fig. 2). Granicę zagłębienia głazu w glebie widać w ten sposób doskonale na każdym większym okazie.

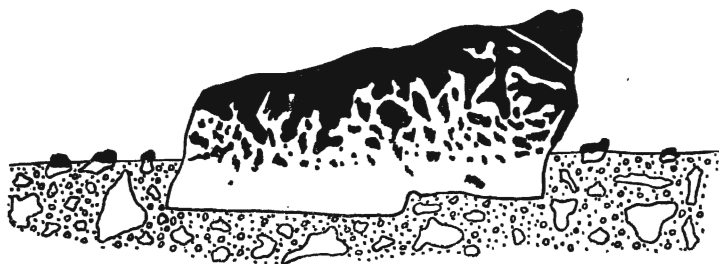


Fig. 2

Położenie w glebie głazu z polewą

### *Polewy głazowe na przełęczy pod Kopą Kondracką*

Jakkolwiek na tej przełęczy można spotkać głazy z polewami, to jednak nie są one tak pięknie wykształcone jak na przełęczy Liliowe. Występowanie ich w tym miejscu jest jednak bardzo ważne, gdyż w przeciwieństwie do poprzedniego stanowiska, gdzie polewy tworzą się na piaskowcach kwarcytowych, tu obserwujemy je na białych granitach aplitowych i szarych skałach biotytowych. Ten fakt dowodzi, że zjawisko polew występuje zarówno na terenach skał osadowych, jak i krystalicznych.

Polewy na przełęczy Liliowe tworzą się na wysokości 1951 m n.p.m., a na przełęczy pod Kopą Kondracką — na wysokości 1863 m. Spotkać można głązy z polewami i poniżej przełęczy, lecz, jak się zdaje, są to okazy, które stoczyły się po zboczu, gdyż leżą one zupełnie pojedynczo i powierzchniami pokrytymi polewą są rozmaicie zorientowane.

### *Opis makroskopowy*

Tatrzańskie polewy głazowe są niemal wyłącznie koloru czarnego i rzadko kiedy mają odcień brązowy. Grubość polewy jest rozmaita i bardzo trudna do określenia, gdyż substancja ją tworząca wnika w nierówną powierzchnię skały. Miąższość jej nie przekracza nigdy 1 mm, mieszcząc się zazwyczaj w granicach dziesiętnych części mm. Natomiast sama skała jest przepojona tą substancją na grubość do 0,5 cm. Nie jest to jednolite przepojenie, gdyż zdarzają się miejsca zupełnie niezabarwione. Wszystkie szczelinki pęknięć w gładzie są wypełnione czarną substancją i — podobnie jak na powierzchni gładu — od szczelinki w głąb skała jest również zabarwiona na czarno.

Polewa nie pokrywa niekiedy gładów całkowicie, lecz tworzy na nich plamy, które na górnej części gładu są największe, zmniejszają się ku dołowi i nikną na linii zanurzenia gładu w glebie.

### *Opis mikroskopowy*

W celu poznania mechaniki powstawania polewy wykonałem kilka szlifów mikroskopowych obejmując nimi brzeg okazu z polewą i samą polewą. Tak sporządzone szlify pozwalają nie tylko wejrzeć w mechanizm powstawania polewy, ale i uchwycić te właściwości struktury skały, które ułatwiają powstanie polewy.

Na pl. II, fig. 1 widzimy polewę pokruszoną, niestety, w czasie wykonywania szlifu. Wszystkie szczelinki w skale oraz wszystkie przestrzenie intergranularne wypełnia tworząca polewę substancja, która, widziana w mikroskopie, jest zupełnie bezpostaciowa, czarna i nieprzeświecająca. Postępując od zewnątrz skały w głąb widzimy, że zmienia ona barwę, staje się brązowa i ma wszystkie cechy optyczne limonitu, w składzie więc chemicznym tej polewy główną zapewne rolę odgrywać będzie żelazo.

Obraz takiej strefy, którą przepaja substancja tworząca polewę, przedstawia fig. 2 na pl. II.

Polewa wypełnia również puste miejsca pozostałe w skale po rozkładzie skaleni. Wiadomo, że w piaskowcach kwarcytowych wierzchu Tatry występują niekiedy skaleni, które potem w wyniku procesu wietrzenia zostają usunięte. W miarę postępującego ich niszczenia miejsca puste zajmuje substancja limonitowa. Przebieg tego procesu widać doskonale na fotografiach fig. 3 i 4 na pl. II.

## TWORZENIE SIĘ POLEW GŁAZOWYCH W TATRACH

Tworzące się na przełęczach tatrzańskich polewy głazowe zaliczyć musimy do utworów powstających wskutek specyficznych warunków klimatycznych, które w ich genezie odgrywają główną rolę. Do niedawna sądzono, że tego rodzaju warunki klimatyczne istnieją tylko na pustyniach, polewy zaś głazowe uważano za wskaźnik pustyń. Nawet przyjęty w literaturze termin „polewy pustynne“ przesądza niejako i ich powstawanie wyłącznie na pustyni.

Za główną przyczynę powstawania pól uważa się wyparowywanie wody z powierzchni gruntu. W górach, przy bardzo małej niekiedy wilgotności powietrza, z równoczesnym silnym nasłonecznieniem, wyparowywanie osiąga natężenie nigdy w dolinach nie obserwowane.

Obrazuje to najlepiej zamieszczona niżej tabelka, podająca wielkości wyparowań mierzonych ewaporometrem Piche'a w obserwatorium meteorologicznym na Kasprowym Wierchu i w stacji meteorologicznej w Zakopanem<sup>1</sup>.

Z tego zestawienia widać to, co zostało już wyżej powiedziane, że wyparowywanie na Kasprowym Wierchu (wys. 1989 m) osiąga wielkości nie notowane nigdy w Zakopanem. Maksymalne wyparowanie wody na Kasprowym Wierchu wynosi 26,2 cm<sup>3</sup> w ciągu doby, gdy tymczasem w Zakopanem — 18,4 cm<sup>3</sup>.

Obserwując stosunek wilgotności w powietrzu, mierzonej psychrometrem, liczbę godzin nasłonecznienia<sup>2</sup> i sumy dziennego wyparowania wody w cm<sup>3</sup>, nie trudno dostrzec ich wzajemnych zależności. *Im większa ilość godzin nasłonecznienia i im mniejsza wilgotność powietrza, tym większe wyparowanie wody, czyli tym dogodniejsze warunki tworzenia się pól głazowych.*

Z tego wynika, że powodujący silny wzrost zachmurzenia i wilgotności wiatr halny pogarsza warunki konieczne do powstawania pól, analizując zaś stosunek pomiarów wyparowania wody w Zakopanem do takichże pomiarów na Kasprowym Wierchu stwierdzić możemy, że wysoko w górach istnieją daleko korzystniejsze warunki tworzenia się pól, niż na nizinach.

<sup>1</sup> Dane powyższe uzyskałem dzięki życzliwemu stanowisku Dyrekcji Krakowskiego P. I. H. M. w osobie dyrektora dra Z. Kajetanowicza oraz kierowników stacji meteorologicznych: dra Orliczowej na Kasprowym Wierchu i J. Federowicza w Zakopanem, za co im w tym miejscu wyrażam podziękowanie. Dziękuję również tym pracownikom powyższych stacji, którzy dopomogli mi do wyszukania danych liczbowych.

<sup>2</sup> Na możliwość uzyskania pomiarów liczby godzin nasłonecznienia zwrócił mi uwagę J. Federowicz, za co serdecznie mu dziękuję.

## Kasprowy Wierch

Data	Temperatura średnio	Wilgotność średnio	Liczba godzin nasłonecz- nienia	Suma dzien- nego wypa- rowania wo- dy w cm <sup>3</sup>	U w a g i
21.10.1949	7,0 <sup>o</sup>	31,7	9,7	26,2	
26.10.1949	5,9 <sup>o</sup>	95,3	5,8	6,9	wiatr halny
13.6. 1950	7,2 <sup>o</sup>	50,0	15,3	13,4	
28.8. 1950	15,7 <sup>o</sup>	54,0	11,2	17,8	
7.9. 1950	6,9 <sup>o</sup>	84,0	3,0	3,6	wiatr halny
14.9. 1950	12,0 <sup>o</sup>	40,0	10,8	24,4	
28.5. 1951	8,3 <sup>o</sup>	77,0	7,0	5,4	wiatr halny
1.6. 1951	9,7 <sup>o</sup>	60,3	15,2	4,2	
8.7. 1951	9,0 <sup>o</sup>	81,3	14,7	6,5	
14.7. 1951	11,7 <sup>o</sup>	68,3	13,1	6,6	

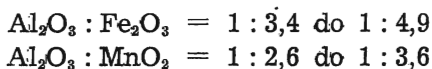
## Zakopane

21.10.1949	9,7 <sup>o</sup>	56,0	9,0	3,6	
26.10.1949	13,1 <sup>o</sup>	64,7	8,0	8,1	wiatr halny
13.6. 1950	13,9 <sup>o</sup>	50,6	12,1	10,5	
28.8. 1950	18,8 <sup>o</sup>	73,7	11,0	6,1	
7.9. 1950	15,0 <sup>o</sup>	74,0	6,1	5,9	wiatr halny
14.9. 1950	12,4 <sup>o</sup>	74,3	9,1	4,4	
28.5. 1951	19,9 <sup>o</sup>	45,0	9,6	18,4	wiatr halny
1.6. 1951	9,0 <sup>o</sup>	63,6	12,8	5,2	
8.7. 1951	16,9 <sup>o</sup>	73,3	11,9	3,5	
14.7. 1951	18,4 <sup>o</sup>	69,6	13,2	6,1	

Wzmózone wyparowywanie wilgoci z powierzchni skały powoduje ruch wody na zasadzie kapilarności. Wędrująca ku górze woda zawiera w sobie cząstki mineralne rozpuszczone wskutek procesu wietrzenia, które po jej wyparowaniu osadzają się na powierzchni skały.

Niektóre cząstki osadzają się w głębi skały; stąd, jak wspomniałem wyżej, substancja tworząca polewę wypełnia nie tylko przestrzenie intergranularne, ale także zajmuje miejsca wietrzejących skaleni. Być może ten właśnie ruch wody skierowany ku górze poprzez skałę powoduje również rozkład skaleni.

Badania licznych autorów, a w szczególności Knausta (1) \*, dowiodły, że te krążące w skale zmineralizowane wody są roztworami koloidalnymi. Koloidy dwóch pierwiastków — żelaza i manganu — odgrywających w powstawaniu polew zasadniczą rolę, strącać się mogą pod wpływem rozmaitych czynników: wysychania, starzenia się, nagrzewania, wreszcie strącania przez przeciwnie naładowane koloidy. W tym ostatnim przypadku najważniejszą rolę odgrywa glinika. Eksperymentalne badania wspomnianego wyżej Knausta dowiodły, że wystarczy niewielka ilość glinki, aby strącić większą ilość żelaza. Dzieje się to w stosunku:



Przy powstawaniu polew tatrzańskich pewną rolę zapewne odgrywa glinika pochodząca z wietrzejących skaleni. Proces ten można obserwować w szlifach.

Melville R. (4) przy opisie zjawisk wietrzenia powołuje się na ciekawą uwagę F. Michaelisa, który stwierdził, że pierwotna domieszka żelaza w kwarcycie przybiera postać powłoki hematytowej. Być może, że przypadek ten zachodzi przy powstawaniu polew na piaskowcach kwarcytowych w Tatrach, które zawierają, jak wiadomo, w niektórych odmianach bardzo znaczny procent żelaza w spoiwie. Może to być powodem, że na piaskowcach kwarcytowych obserwujemy piękniej i pełniej wykształcone polewy, niż na granitach.

#### POLEWY GŁAZOWE W ALPACH

Alpejskie polewy gładowe zauważył pierwszy G. W. Zahn (6) w zachodniej części Alp Oetztałskich w roku 1925 w czasie zbiorowej wycieczki w okolicy lodowca Gepatsch. Stwierdzono ich występowanie na blokach morenowych i na stożkach osypiskowych. W następnych latach przeprowadzono systematyczne badania nad rozprzestrzenieniem tego zjawiska i wytłumaczeniem mechanizmu jego powstawania stosując powszechnie na-

\* Liczby kursywą w nawiasach odsyłają do spisu literatury na końcu artykułu.

zwę polew pustynnych. W wyniku badań przekonano się, że polewy występują na brzegach lodowców w centralnych Alpach wschodnich od Bernina aż po Venediger. Najlepiej są one wykształcone w Alpach Oetztaleskich. Rozpoczęto badać intensywność parowania w rozmaitych częściach Alp i przekonano się, że np. w grupie Bernina

północne zbocza Alp wyparowywują do 15,1 lit/sek/km<sup>2</sup>, tj. 46 cm<sup>3</sup> w roku  
 centralne Alpy „ do 25,4 „ tj. 77 cm<sup>3</sup> „  
 południowe zbocza Alp „ do 20,6 „ tj. 64 cm<sup>3</sup> „

Zahn (6) powołuje się na gleboznawców Brockmanna i Jeroscha, którzy przypuszczają, że wyparowywanie bywa niekiedy większe niż opady. Skąpe dane pozwalają się jednak zorientować, że ze wzrostem wysokości ponad poziom morza wzrasta też i wyparowywanie, które nadzwyczaj gwałtownie podnosi się w okresie föhnu i osiąga (na wysokości 2440 m) 3,60 cm<sup>3</sup> na godzinę.

Intensywność parowania zależy od temperatury powietrza, jego nasycenia wilgotnością, od ciśnienia i wiatrów.

Dalsze badania miały na celu przeprowadzenie pomiarów (za pomocą specjalnie skonstruowanych termometrów) temperatury głazu, podłoża i powietrza, w celu uchwycenia stosunku pomiędzy tymi wielkościami. Na podstawie danych uzyskanych przez Zahna (6) sporządziłem wykres, który ilustruje wzajemny stosunek temperatury powietrza, podłoża i głazu (fig. 3).

W czasie wykonywania powyższych pomiarów pogoda była na ogół słoneczna (chwilowe zachmurzenia). Wilgotność przedstawiała się następująco:

godz. 11,15 — 29%  
 11,40 — 32%  
 12,10 — 28%  
 12,40 — 23%  
 13,10 — 27%

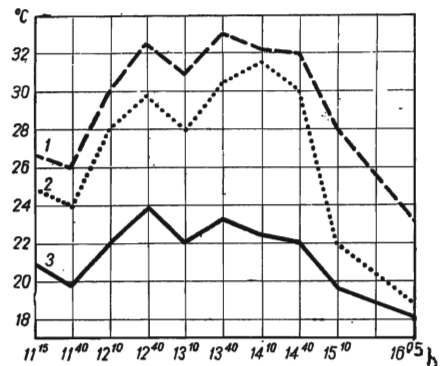


Fig. 3

Wykres zależności temperatury głazu i podłoża od temperatury powietrza

1 temperatura głazu, 2 temperatura podłoża, 3 temperatura powietrza

godz. 13,40 — 30%  
 14,10 — 31%  
 14,40 — 30%  
 15,10 — 32%  
 16,05 — 39%

Z przedstawionego wyżej wykresu widać, że temperatura głazu jest stale wyższa od temperatury podłoża, różnica zaś wzrasta w czasie najbardziej intensywnego nagrzania. Ciekawe jest, na co zwrócił już uwagę Zahn (6), że najwyższa temperatura głazu wyprzedza najwyższą temperaturę podłoża. Wreszcie widać, że różnica pomiędzy temperaturą głazu i podłoża

a temperaturą powietrza jest największa wtedy, gdy temperatura powietrza jest najwyższa.

Czynniki te sprzyjają wzmoczeniu działalności parowania, które jest konieczne do powstawania pól.

Zwrócono również uwagę na sprzyjające wyparowywaniu niskie ciśnienie atmosferyczne, co ważne jest wobec faktu, że wszystkie punkty obserwowanych występowania pól gwałowych w Alpach leżą na wysokości ok. 1900 m.

Chemizmem i mechanizmem tworzenia pól zajął się G. Linck (2), następnie zaś badania eksperymentalne powstawania pól przeprowadził W. Knaust (1).

G. Linck (2) wykonał jakościowe analizy chemiczne pól i stwierdził, że występuje tu przede wszystkim wodorotlenek żelaza, dalej zmienne ilości wodorotlenku manganu, zupełnie zaś podrzędne — kobaltu, krzemionki, fosforu, glinki, wapnia. Skład chemiczny tych pól jest więc identyczny ze składem pól spotykanych na pustyniach lub na brzegach rzek tropikalnych.

W pracy cytowanej autor rozstrzyga wiele kwestii wątpliwych, przede wszystkim — dlaczego wymienione wyżej składniki biorą udział w tworzeniu się pól i co się dzieje z resztą produktów wietrzenia. Sole alkaliów i ziem alkalicznych są wprawdzie łatwo rozpuszczalne, lecz są także łatwo zatrzymywane przez metale, w rozważanym przypadku głównie przez Mn i Fe, oraz adsorbowane przez substancje ilaste przy wietrzeniu.

Żelazo i mangan przy tym procesie są jednymi z pierwszych produktów wydzielających się z ciemnych składników skały (np. z biotyту) i w postaci koloidów podlegają transportowi, który w klimacie suchym lub do niego zbliżonym kończy się osadzeniem ich na powierzchni w postaci polewy. Z literatury o polwach pustynnych wiadomo, że tworzą się one w szczelinach i porach skał, a potem rozszerzają się dendrytowo na całą powierzchnię.

Chemizm powstawania pól szczegółowo opracował W. Knaust (1). Twierdzi on, że żelazo i mangan, będące podstawowymi składnikami pól, uruchomiane są w postaci roztworów koloidalnych, i zastanawia się nad przyczynami zestalania się tych koloidów. Rozpatruje on siedem możliwych przyczyn i sprawdza je eksperymentalnie. Niektóre z nich mogą tłumaczyć tworzenie się pól pustynnych, inne zaś — pól, o których mowa.

Koagulacja koloidów wodorotlenku żelaza przez starzenie następuje już po 8-12 dniach, a po dalszych 5-7 dniach są one już całkowicie skoagulowane. Również i wodorotlenek manganu jest zupełnie skoagulowany po 14 dniach.



Podobny wpływ na koagulację wodorotlenków żelaza i manganu ma wysuszenie, wymrażanie (przy odtajaniu następuje całkowita koagulacja), rozgrzewanie ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  przy  $60^\circ$  koaguluje po 8 godzinach,  $\text{MnO}_2$  przy  $60^\circ$  — już po 4,5 godzinach).

Koagulacja wskutek działania elektrolitów ma szczególne znaczenie na obszarach pustynnych. Niewielki dodatek  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  bardzo przyspiesza proces zestalania się koloidów. Podobnie duże znaczenie na pustyniach ma koagulacja przez przysypywanie roztworów koloidalnych piaskiem.

Koagulacja pod wpływem odmiennie naładowanych koloidów ma zapewne bardzo doniosłe znaczenie. Wyniki badań Knausta nad wpływem glinki na koagulację przytoczyłem już przy omawianiu tworzenia się polew gładzowych w Tatrach. Dodać należy, że Knaust eksperymentalnie stwierdził, iż obecność roztworu krzemionki utrudnia, a niekiedy nawet uniemożliwia koagulację żelaza i manganu.

Autor ten kontynuował również badania rozpoczęte przez G. Lincka (2) nad możliwościami peptyzacji skoagulowanych koloidów. Stwierdził on, że zjawisko to, zachodzące w przyrodzie, można powtórzyć eksperymentalnie i przekonał się, że nie wszystkie produkty koagulacji mogą ulec późniejszej peptyzacji. Oporne są pod tym względem zwłaszcza te produkty, w których uległ zmianie pierwotny ustrój, przynajmniej w swej części bezpostaciowej.

Peptyzacji ulegają najłatwiej koloidy skoagulowane wskutek starzenia. G. Linck (2) dowiódł, że dodatek kwasu fosforowego w małej nawet ilości ułatwia peptyzację. Podobnie też wpływa chlorek żelaza, substancje organiczne i inne.

Prace dotyczące polew gładzowych w Alpach rozpatrzyłem obszernie w tym celu, aby możliwie dokładnie zobrazować stan i wyniki badań nad tym zagadnieniem, tym bardziej, że tatrzańskie polewy gładzowe mają wiele cech wspólnych z alpejskimi.

#### POLEWY GŁAZOWE W GÓRACH ŚWIĘTOKRZYSKICH

W roku 1938 ukazała się praca J. Siomy (4) pt. „Skorupa ochronna, lakier, opalenizna pustynna oraz pustynie kopalne“, w której autor przeprowadza pewne rozważania ogólne nad powstawaniem polew, obserwowanych na terenie Łysogór. Niestety, autor nie opisuje bliżej sposobu ich występowania, podkreśla natomiast, że grubość polewy wynosi tam zaledwie ułamek milimetra i że polewa ta jest tak przywarta do skały, że trudno ją od niej oddzielić. Analiza chemiczna takiej brunatnej polewy z góry Cmentarnej pod Kielcami wykazuje skład:

SiO <sub>2</sub>	—	2,64
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	52,14
Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	—	23,54
BaO	—	3,74
CaO	—	0,62
części lotne	—	17,64

Autor ten zupełnie inaczej tłumaczy genezę pól pustynnych. Zauważa on, że bardzo często w kamieniołomach odkrywa się ściany spękań pokryte czarnymi lub brunatnymi powłokami, zupełnie podobnymi swym składem chemicznym do pól glazowych. Powłoki te przepajają skałę do pewnej głębokości. Ta czarna substancja występuje w pewnej głębokości gleby i wypełnia „pazuchy i kieszenie“ skał oraz „tworzy prześciółki między ławicami“ (l. c., str. 174).

Po tym stwierdzeniu wysnuwa autor wniosek, że polewy nie są wytworem specyficznych warunków klimatycznych, powstającym na powierzchni gleby. Tworzą się one w pewnej jej głębokości, na powierzchni zaś znalazły się jedynie wskutek denudacji. Uważa on, że powszechność ich występowania na pustyni tłumaczyć należy minionym okresem pluwialnym, w czasie którego tworzyły się polewy w głębi gleby, odsłonięte obecnie przez denudację. Nie są one „subarealnym wypotem skał, ale tylko wyłonieniem się na powierzchnię utworów glebowych“ (l. c., str. 177). W konsekwencji zastanawia się nad warunkami tworzenia się tego „piętra manganiakowego“ na pustyniach.

J. Sioma (4) krytycznie zapatruje się na pogląd J. Walthera i G. Linka, którzy, według tego autora, uważają, „że tej wilgoci, która powstaje jak rosa i wsiąka do skały, by następnie z niej wyparować podczas insolacji, wystarcza, by dać wypot, teżący następnie w „skorupę ochronną“. Gdy się jednak zestawi ilość takiej cieczy, zawartość manganu i żelaza w skałach i ilość rozpuszczalną w tak pomyślanym procesie, z ilością tych pierwiastków w „skorupach“, spostrzeże się niewspółmierność i nierealność koncepcji. Tym bardziej nie jest do pomyślenia ten proces jako illuwalny“ (4, str. 178).

#### POLEWY GLAZOWE NAD WODAMI PŁYNĄCYMI

Od dawna wspominało w literaturze, że na glazach nad brzegami rzek tropikalnych obserwuje się polewy zbliżone do pustynnych. J. Sioma (4) przytacza uwagę Sickenbergera, który polewy glazowe obserwuje na skałach Assuanu na całym terenie objętym wylewami Nilu.

W olbrzymiej piaskowni w Pyskowicach pod Gliwicami miałem możliwość obserwowania pól glazowych, powstających w zgoła odmiennych niż tatrzańskie warunkach, a zbliżonych raczej do wspomnianych poprzednio pól nad brzegami rzek tropikalnych.

Po dnie olbrzymiego dołu, z którego wybrano piasek do poziomu wody gruntowej, sączy się woda. W piasku tym tkwią bloki rozmaitych skał z rozmytej moreny, sterczące ponad powierzchnią sączącej się wody. Sposób ich występowania przedstawia fig. 4. Cała powierzchnia głazu sterczą-

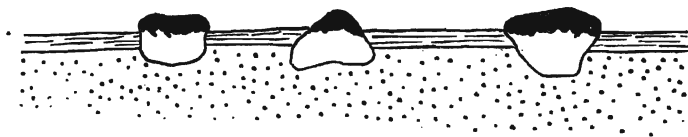


Fig. 4

Położenie głazów z polewami w piaskach i zanurzonych w wodzie

cego ponad wodą pokryta jest jednolitą polewą jasnobrązową (rdzawą). Tworzy ona stosunkowo łatwo oddzielające się od głazu naskorupienie.

Powstania tych polew inaczej tłumaczyć nie można, jak tylko w ten sposób, że woda sącząca się po piasku, zawierająca zaś w sobie dużo wodorotlenku żelaza, wsiąka w głazy w niej leżące. Części głazów wystające ponad wodą są silnie nagrzewane (silniej niż otaczające środowisko, tj. woda w ruchu), na ich więc powierzchni odbywa się intensywne parowanie i cząstki mineralne osadzają się na powierzchni tworząc polewę.

Wyjawszy taki głaz z wody przekonujemy się, że polewa pokrywa tylko te części, które wystają ponad wodą.

Sądzę, że warunki powstawania polew nad brzegami rzek tropikalnych oraz obserwowane w piaskowni w Pyskowicach są zbliżone.

#### INTERPRETACJA SPOSOBÓW POWSTAWANIA POLEW GŁAZOWYCH

W przytoczonych wyżej rozważaniach na temat powstawania polew głazowych uwypuklają się dwa zasadniczo przeciwstawne poglądy. Pierwszy — to pogląd Walthera (5), odnoszący się do polew pustynnych oraz polew głazowych w górach. Autor ten zasadniczą przyczynę ich powstawania upatruje w wyparowywaniu powodującym kapilarny ruch wody ku górze. Na powierzchni skalnej osadzają się cząstki mineralne tworząc polewę. Drugi pogląd — J. Siomy — przyjmuje, że polewy głazowe tworzą się w głębi gleby wskutek (bliżej nieokreślonych) procesów glebowych. Utwo-ry te następnie odsłaniają się wskutek denudacji na powierzchni.

Rozpatrzmy pokrótce niektóre obserwacje przemawiające na korzyść jednego lub drugiego poglądu. Pisząc o polewach w rozumieniu J. Siomy będę używał cudzysłowu, aby odróżnić wyraźnie polewy powstałe na powierzchni od „polew“ powstałych w głębi gleby.

Opisywane przez J. Siomę procesy glebowe miałem możność obserwować kilkakrotnie. W okolicy Częstochowy, obserwując skrasowioną

powierzchnię wapieni jurajskich i leżące na nich utwory gliniaste, widziałem, niezależnie od rzeźby skrasowionego podłoża, horyzont wzbogacony w czarną substancję. Wszystkie okruchy wapieni były tu nią pokryte i wszystkie szczeliny oraz spękania były nią wypełnione.

Podobne horyzonty czarnej substancji obserwować można w żwirowiskach nad Dunajcem lub jego dopływami. Wysokie zasypania wykazywać mogą również taki horyzont, w którym wszystkie otoczaki pokryte są czarną „polewą“.

We wszystkich tych przypadkach horyzont ten leży w granicach wahań zwierciadła wody gruntowej. Wskutek ciągłych zmian poziomu tego zwierciadła istnieją tutaj warunki gromadzenia związków mineralnych, wynoszonych przez wodę z głębi i osadzanych tu z powodu wysychania. Naskorupienia powstające wtedy na głazach i ścianach szczelin są niemal identyczne z polewami głazowymi, lecz mimo to odmiennej genezy. Bliższe obserwacje pozwalają stwierdzić, że głazy z tymi naskorupieniami, jeżeli czas dłuższy tkwią w ścianie odkrywki lub leżą na powierzchni, pozbywają się szybko polewy na częściach wystawionych na zewnątrz. Głazy, które wypadły z odkrywki, zachowują „polewę“ tylko na części zagłębionej w glebie.

Naskorupienia te, powstałe w głębi gleby, na powierzchni szybko zanikają wskutek działania wody opadowej: ulegają poprostu rozpuszczeniu.

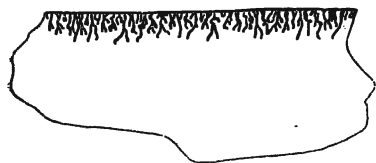


Fig. 5

Wsiaki żelaziste w skałę marglistą od powierzchni spękań pokrytych skorupą — Pyskowice pod Gliwicami

Powierzchnie spękań pokryte czarną substancją obserwowałem także w marglistych utworach mioceńskich okolic Krakowa. Czarna ta substancja wnika w skałę w kształcie dendrytów, jak to przedstawia fig. 5.

Tego rodzaju procesy są bardzo częste w przyrodzie i z nimi zapewne spotykał się J. Sioma (4) na terenie kamieniołomów w okolicy Kielc. Nacieki opisywane przez J. Siomę są cienkie. W zagłębieniach są one jednak na ogół grubsze i wykazują naskorupienia, dające się oddzielić

do analizy chemicznej. Obecność tych naskorupień jest dowodem, że powstają one na głazach przez osadzanie się cząstek mineralnych z zewnątrz, których w zagłębieniach gromadzi się więcej. W polewach głazowych nie można rozdzielić żadnych zróżnicowanych naskorupień, tym bardziej zaś nie można analizować chemicznie oddzielonych skorup.

Polewy głazowe są wynikiem jednorodnego procesu, działającego od wewnątrz; z chwilą ich całkowitego wykształcenia proces się kończy i nie

mogą tworzyć się naskorupienia, możliwe tylko wtedy, gdy cząstki mineralne osadzają się z zewnątrz. A więc i w tym względzie istnieje różnica między polewami w rozumieniu Walthera a „polewami“ w rozumieniu J. Siomy.

Polewy głazowe były znane najpierw na pustyniach i sądzono powszechnie, że jest to utwór tak charakterystyczny dla pustyni, że wszystkie polewy określano mianem „pustynnych“. Później odnaleziono polewy nad brzegami rzek tropikalnych i to bardzo często w strefie zalewu powodziowego. Od roku 1925 rozpoczęto systematyczne badania pól głazowych w Alpach. Występują one w obrzeżeniu lodowców i to na terenach odsłanianych przez systematycznie cofające się lodowce. Jeśli w poprzednich przypadkach można było snuć wnioski o procesie glebowym, warunkującym powstawanie pól, to w ostatnim przypadku możliwości te odpadają. Pola rumowisk skalnych, odsłanianych spod cofających się lodowców, po jakimś czasie pokrywają się polewami.

Podobnie też w opisywanym przypadku w Tatrach trudno mówić o jakimś procesie glebowym. W przełęczy występują margliste łupki goltu i z ich zwietrzeliły składają się gleba, polewy zaś głazowe występują na piaskowcach kwarcytowych wiefenu, które stoczyły się ze wschodniego zbocza przełęczy i leżą luźnie na powierzchni. Bloki tych piaskowców są w glebie materiałem obcym.

Również trudno przypuszczać, aby opisane przeze mnie polewy w piaskowni w Pyskowicach były wynikiem procesu glebowego. Głazy z polewą leżą na dnie dołu, z którego wybrano około dwudziestometrową warstwę piasku, głazy zaś w ścianie odkrywki pól nie wykazują.

Zarówno głazy z polewami w Tatrach, jak i w piaskowni w Pyskowicach mają polewy tylko na częściach wystających ponad powierzchnię gleby; części tkwiące w glebie nie mają jej zupełnie. Gdyby polewy tworzyły się w glebie, powinny ją były zachowywać raczej części w niej zagłębione, a tymczasem jest na odwrót. Widać, że przyczyna powodująca jej powstanie działała nie w glebie, lecz z zewnątrz.

Inaczej przedstawia się sprawa z naskorupieniami powstałymi w glebie na głazach żwirowisk Dunajca. Skorupa powstaje tu w specyficznych warunkach w strefie wahania poziomu wody gruntowej, poprzez kolejne stadia wysychania, obniżania zwierciadła wody, a przez to osadzania cząstek mineralnych, podnoszenia się na nowo zwierciadła wody i doprowadzania nowych związków chemicznych. Naskorupienie powstałe w takich warunkach jest nietrwałe i z chwilą wydostania się na powierzchnię po pewnym czasie zanika.

Przytoczone wyżej obserwacje zmuszają nas do przyjęcia poglądu Walthera (5) i Lincka (2), że polewy głazowe są utworem powstałym na

powierzchni wskutek specjalnych warunków klimatycznych, a przede wszystkim pod wpływem silnego parowania.

Przytoczona powyżej krytyka tego poglądu przez J. Siomę (4) wynika z niezrozumienia intencji jego autorów (J. Siomie znane były zresztą tylko prace Walthera). Autorzy ci, mówiąc o wyparowywaniu wilgoci, nie mieli na myśli wyłącznie tej jej ilości, która zawarta jest w skale, gdyż porowaty a silnie nagrzaną głąz, na którego powierzchni odbywa się silne parowanie, działa podobnie jak kawałek bibuły wyciągając wilgoć z gleby. Razem z wilgocią wciąga on i związki mineralne w niej zawarte. Z tego powodu nie można brać w rachubę stosunku ilości wilgoci skalnej i zawartych w niej związków mineralnych w samym gładzie do ilości tych pierwiastków w polewach, jak to uczynił J. Sioma. Proces tworzenia się polewy kończy się, moim zdaniem, automatycznie. Na powierzchni porowatej skały działa parowanie, które powoduje ruch wilgoci razem z rozpuszczonymi związkami mineralnymi. Woda wyparowuje, związki mineralne osadzają się na powierzchni skały. W miarę ich osadzania tworzy się polewa, która cementuje wszystkie pory w skale, jak to widać doskonale na mikrofotografii (pl. II, fig. 1). Gdy wykształcająca się w ten sposób polewa pokryje już całą powierzchnię parowania, cały ten proces ustaje.

Barwy polew są również rozmaite; przeważają czarne i szare, lecz spotyka się też okazy o barwie czerwonej lub żółtej. Na ogół uważa się, że zmiana barwy od żółtej poprzez czerwoną do szarej i czarnej wywołana jest wzrastającym ubytkiem wody. J. Sioma (4) zwraca uwagę, że przyczyną zmiany barwy mogą też być różnice w składzie chemicznym, i stwierdza, że jasne polewy zawierają więcej krzemionki niż ciemne.

#### WNIOSKI

1<sup>o</sup> Istnieją dwa odmienne procesy, dzięki którym powstają utwory podobne, chociaż bynajmniej nie identyczne:

- a) wskutek odpowiednich warunków klimatycznych tworzą się polewy gładzowe na powierzchni skały,
- b) dzięki procesom glebowym, a zwłaszcza dzięki wahaniom zwierciadła wody gruntowej powstają w glebie naskorupienia związków mineralnych na ścianach i gładzach.

Skład chemiczny substancji mineralnej w obu przypadkach jest bardzo do siebie zbliżony.

2<sup>o</sup> Polewy gładzowe tworzą się także obecnie, jeżeli istnieją odpowiednie warunki klimatyczne.

3<sup>o</sup> Tatrzańskie polewy gładzowe są ciekawym przykładem polew górskich. Pomiedzy tatrzańskimi a alpejskimi polewami gładzowymi istnieje wiele podobieństw.

Kraków, w styczniu 1955 r.

## LITERATURA CYTOWANA

1. KNAUST W. Über Sole vom Eisenhydroxyd und Manganhydroxyd in ihrer Beziehung zur Bildung der sogenannten Schutzrinden und des Laterits. — Chemie d. Erde, Bd. 4. 1930.
2. LINCK G. Über Schutzrinden. — Ibid., Bd. 4. 1930.
3. MELVILLE R. Über auffällige Verwitterungserscheinungen. — Ibid., Bd. 11. 1938.
4. SIOMA J. Skorupa ochronna, lakier, opalenizna pustynna oraz pustynie kopalne. — Spraw. Kom. Fizj. P. A. U., t. 71. 1938.
5. WALTHER J. Das Gesetz der Wüstenbildung im Gegenwart und Vorzeit (4 wydanie). 1924.
6. ZAHN G. W. Wüstenrinden am Rand der Gletscher. — Chemie d. Erde, Bd. 4. 1930.

## OBJAŚNIENIA DO PLAN SZ

## Pl. I

Widok głazu z polewą. W częściach szczytowych głazu zaznaczają się większe skupienia czarnych plam tworzących polewę — Liliowe

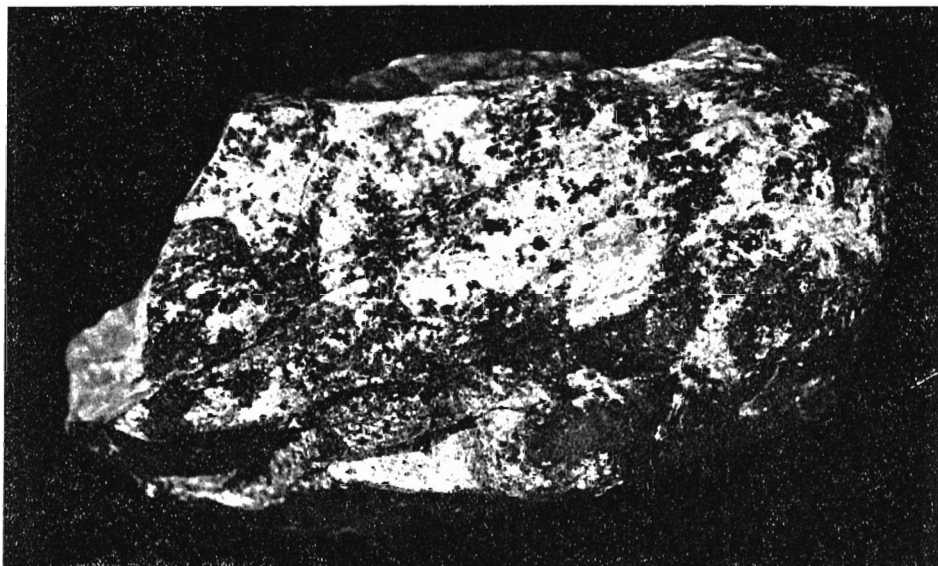
A — widok z góry, B — widok z boku; dolna część głazu, nie pokryta polewą, jest zagłębiona w ziemi

## Pl. II

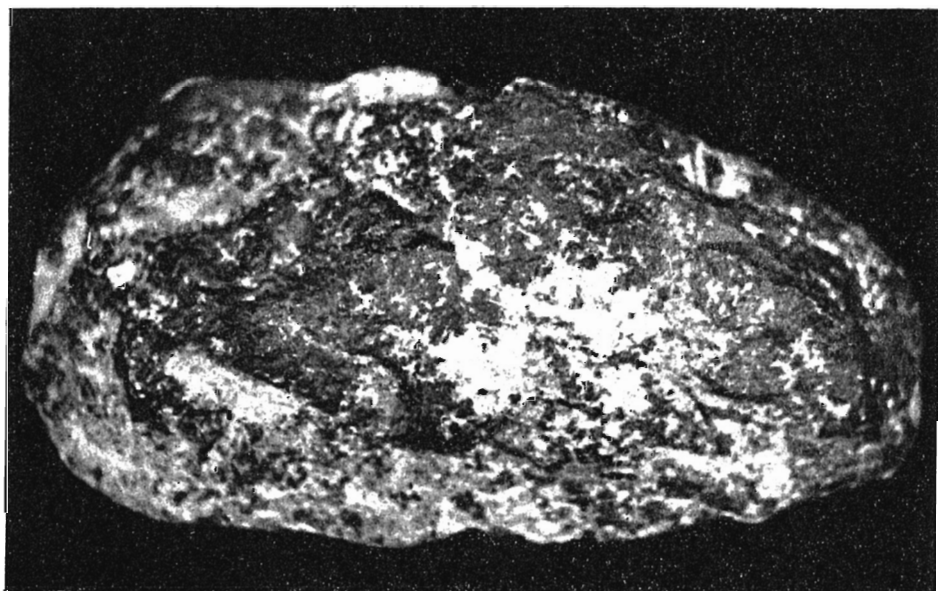
## Obrazy szlifów mikroskopowych

- 1 — W brzeżnej części szlifu na krawędziach głazu widzimy polewę pokrywającą całkowicie skałę
- 2 — Obraz przedstawia głębsze części skały, na której widać głębokość strefy tworzenia się polewy
- 3 i 4 — Obraz zmian w skałe na skutek wietrzenia skaleni. Miejsce po nich wypełnia substancja limonitowa, tworząca polewę





A



B

(Objasnienia obok)

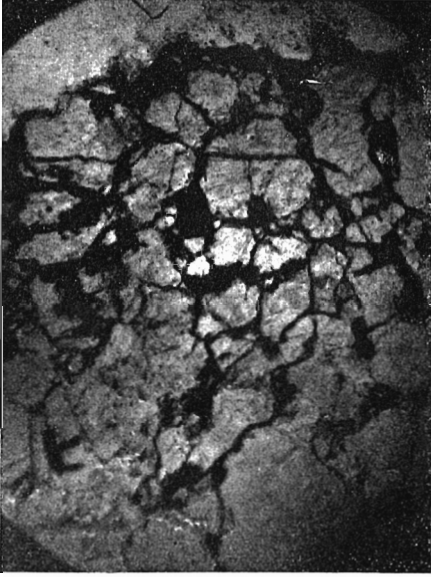


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

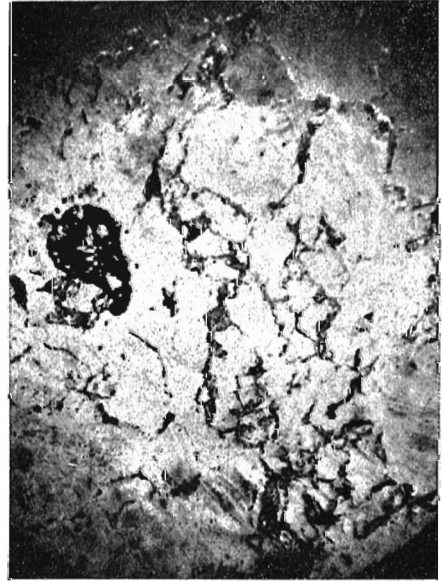


Fig. 4

(Objasnenia p. str. 404)