

Wanda Laskowska

Warszawa

KOPALNE STRUKTURY POLIGONALNE NA GLINACH ZWAŁOWYCH

Zarys treści

Szczeliny mrozowe, na południowy wschód od Gąbina, rozwinięte w glinach zwałowych tworzą sieci pięcioboczne typu poligonów tundrowych. Szczeliny obrzeżające poligony w przekroju pionowym okazują trzy typy form klinowych. Wiek struktur poligonalnych określony został na jeden z wcześniejszych stadiów zlodowacenia Bałtyckiego. Piaski pokrywowe zalegające na glinie zwałowej wraz ze strukturami poligonalnymi powiązane z zaostrażaniem się klimatu i przesunięciem strefy gruzowej na miejsce dawnej strefy tundrowej.

WSTĘP

Współczesna literatura dotycząca zagadnień peryglacjalnych dość dużo uwagi poświęca opisom klinów zmarzlinowych. Opisy te dotyczą przeważnie zespołów lub pojedynczych form występujących najczęściej w odsłonięciach. Przekroje szczelin uzyskane w ten sposób są przypadkowe i nie dają poglądu na charakter poziomego ich rozprzestrzenienia. Jest bowiem rzeczą ciekawą czy formy klinowe, które tak często spotykamy na ziemiach polskich, dają sieci spękań poligonalnych, czy też zależnie od materiału, w którym się tworzą, mogą stanowić tylko formy pojedynczych krótkich szczelin.

A. Dylikowa (1956) badając kliny zmarzlinowe w Sławęcinie po raz pierwszy zwróciła większą uwagę na poziome rozprzestrzenienie się szczelin, wskazując że wiążą się one w układy o charakterze sieci typu poligonów tundrowych. Również Wołaniecki (1958) pisał o występowaniu poligonalnych spękań kredy jeziornej na Pojezierzu Mazurskim w okolicach Mrągowa, dając przekroje pionowe szczelin oraz szkic poziomy sieci poligonalnej. Jednak dotychczasowe artykuły dotyczące wiązania się szczelin zmarzlinowych w poligony, mają w naszej literaturze charakter raczej informujący o występowaniu tego rodzaju zjawisk i wymagają przeprowadzenia systematycznych badań.

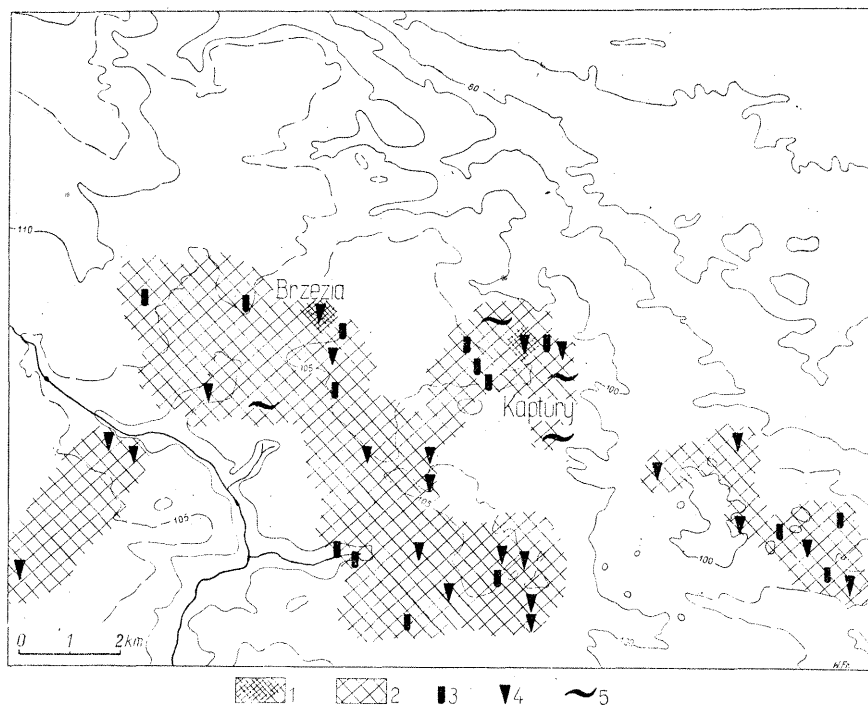
Podczas kartowania w 1955 r. w okolicach Gąbina¹ zarejestrowano cały szereg form zmarzlinowych wymagających bliższego zbadania w toku

¹ Badania były prowadzone w ramach prac Zakładu Nauk Geologicznych PAN pod kierunkiem prof. dr S. Z. Różyckiego, któremu składam serdeczne podziękowanie.

dalszej pracy. W sezonie letnim 1958 r. wykonano dwa odsłonięcia powierzchni gliny zwałowej w pobliżu miejscowości Brzezina i Kaptury w celu prześledzenia szczelin w planie.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TERENU

Obszar występowania opisywanych struktur poligonalnych leży na południowy wschód w odległości 12 km od Gąbina i obejmuje przestrzeń około 250 km² (fig. 1). Pod względem morfologicznym i geologicznym badany teren stanowi prawie zupełnie płaską wysoczyznę polodowcową zbudowaną w przeważającej części z gliny zwałowej, w bardzo znacznym stopniu zdenudowaną. Rzeźba terenu jest tu nadzwyczaj uboga i monotonna, urozmaicona jedynie w zachodniej części łagodną dolinką niewielkiej rzeczki Nidy, miejscami zatorfioną i zabagnioną. Charakterystyczną cechą



CW-45090

Fig. 1. Rozmieszczenie peryglacialnych form zmarzlinowych

1. odsłonięcia poligonów; 2. poligony interpretowane na podstawie istniejących form szczelinowych; 3. szczeliny wąskie (klinowe); 4. szczeliny szerokie z rozwojem bocznym; 5. formy żyłowe

tego obszaru jest dość liczne występowanie zagłębień bezodpływowych, bardzo często o charakterze oczek polodowcowych. Od północy teren ogranicza krawędź doliny Wisły, która na tym odcinku ma stoki bardzo łagodne, zdenudowane przez procesy soliflukcyjne.

ODŚLONIĘCIE W BRZEZI

Pierwsze roboty prowadzone były na polu ornym w odległości około 400 m na południe od wsi Brzezcie. Powierzchnia odsłonięta wynosiła około 16 m². Nadkład zdjęto do głębokości 90 cm. W rzucie poziomym kliny mają postać nieregularnych szczelin, przecinają się ze sobą tworząc nieco wydłużony pięciobok (fig. 2). Oś dłuższa wynosi 2,5 m, natomiast krótsza 1,6 m. Szerokość szczelin jest bardzo zróżnicowana, od 5 cm do 15 cm. Na przecięciach szczelin widoczne są gwałtowne nabrzmienia i szerokość w tych miejscach dochodzi do 0,5 m. Szczeliny mają dość często drobne, ślepo zakończone odgałęzienia. Szczeliny wypełnia piasek drobno i średnioziarnisty, niekiedy zupełnie jasny, żółty lub szary, miejscami zorsztynizowany.

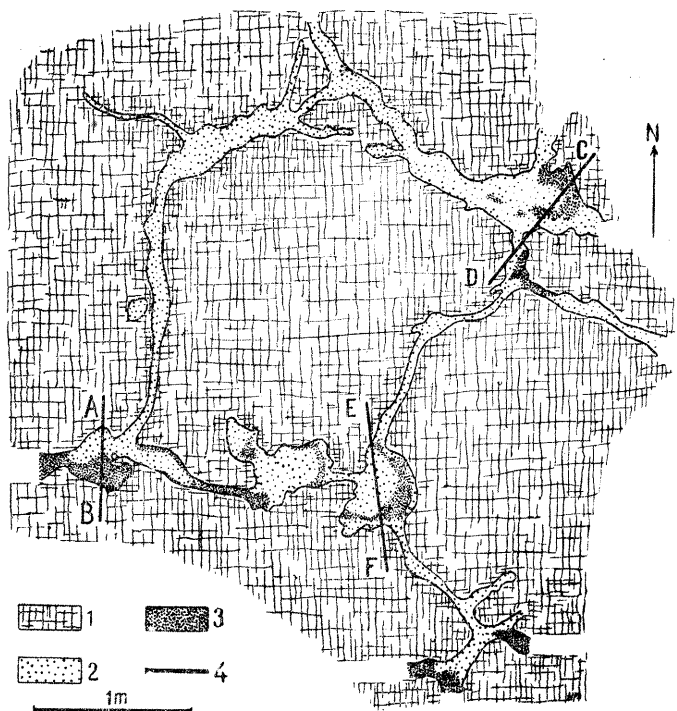


Fig. 2. Rzut poziomy sieci poligonalnej spod wsi Brzezcie

1. glina zwałowa; 2. piaski jasne; 3. piaski zorsztynizowane; 4. linie przekrojów poprzecznych szczelin

W miejscach połączeń szczelin, gdzie widoczne są wyraźne rozszerzenia, zostały wykonane trzy wkopy dla otrzymania profilu szczeliny. Przekroje szczelin są nieregularne w zarysie odbiegając od typowej formy klinowej. Wygięcia ścian bocznych dają w sumie postać bardziej workowatą, zwłaszcza gdy forma posiada niemal okrągłe zakończenie (fig. 3). W górnych partiach szerokość szczelin wynosi od 40 do 50 cm, głębokość waha się w granicach 1,7—1,8 m. W dolnych częściach szczelin gromadzi się woda. Ciekawą postać posiada profil szczeliny C—D (fig. 4), który sugeruje, że mamy do czynienia również z poziomymi żyłami stanowiącymi połączenia pomiędzy sąsiednimi szczelinami poligonu. Fakt ten był obserwowany kilkakrotnie na badanym terenie.

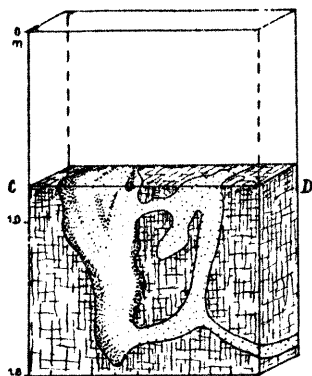
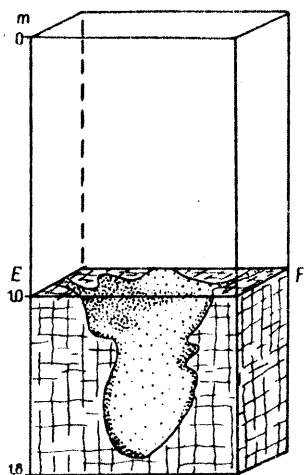


Fig. 3. Brzezcie. Przekrój poprzeczny szczeliny z wyraźnym rozwojem bocznym

Fig. 4. Brzezcie. Przekrój poprzeczny szczeliny z fragmentem poziomej żyły łączącej dwie sąsiednie szczeliny

Szczeliny wyznaczające boki pięcioboku wyraźnie się różnią od szczelin wyżej opisanych. Różnica ta polega przede wszystkim na szerokości i głębokości form. Szczeliny boczne są bowiem znacznie węższe i płytsze, mają ścianki raczej proste nie wykazujące większego rozwoju.

ODSŁONIĘCIE W KAPTURACH

W odległości około 3,5 km na wschód od wsi Brzezcie, w pobliżu wsi Kaptury odsłonięto podobne struktury poligonalne. Powierzchnia odsłonięcia wynosiła około 85 m², nadkład zdjęto do głębokości 90 cm. Na odsłoniętej powierzchni gliny zwalowej zarysowały się podobne spękania

o układzie zamkniętych poligonów. Zostały uchwycone trzy pełne poligony i fragment czwartego (fig. 5).

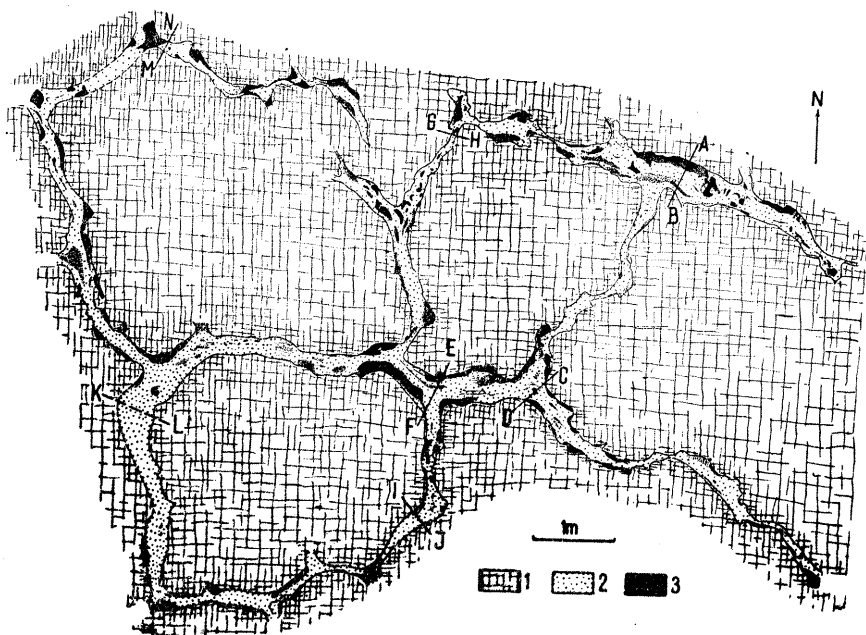


Fig. 5. Kaptury. Rzut poziomy sieci poligonalnej

1. gлина zwałowa; 2. piaski jasne; 3. piaski zorsztynizowane; A—B linie przekrojów poprzecznych szczelin;
K—L miejsca dawnych wkopów

Średnica poszczególnych poligonów waha się w granicach 3—4 m, z tym, że jedna z osi jest nieco dłuższa od drugiej. W ogólnym zarysie poligony zbliżają się do formy nieregularnego pięcioboku. Szerokość szczelin obrzeżających pięcioboki wynosi przeciętnie 20—30 cm, miejscami ulegając znacznieszym zwężeniom dochodzącym do 8 cm. W przekrojach pionowych wykonanych w miejscach przecięć, szczeliny są dalekie od charakteru klina i ze względu na półokrągłe zakończenie przypominają formy workowate (fig. 6). Zarys formy w profilu posiada przewężenia i rozszerzenia. Szerokość ich waha się od 40 do 60 cm, a głębokość wynosi 1,7—1,8 m.

Przekroje szczelin obrzeżających poligon mają nieco inny charakter od wyżej opisanych (fig. 7). Przede wszystkim różnią się szerokością, która wynosi zaledwie 8—15 cm. Również i głębokość ich jest wyraźnie mniejsza, bo tylko 1,3—1,5 m. W górnych partiach szczelin obrzeżających obserwuje się tendencje do zamykania się form. Widoczne to jest wyraźnie

w niektórych profilach (fig. 8). Na zjawisko zamykania się niektórych szczelin wskazuje niejednakowa głębokość od stropu gliny, na której pojawiają się. Ślady zaciśnięcia się szczeliny widoczne są na powierzchni gliny w postaci paromilimetrowych drobnych szczelinek.

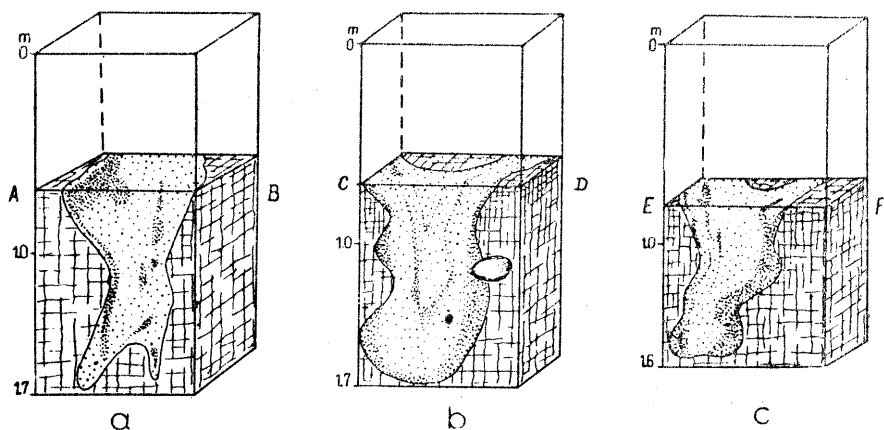


Fig. 6. Kaptury. Formy powstałe na przecięciach szczelin w przekroju poprzecznym

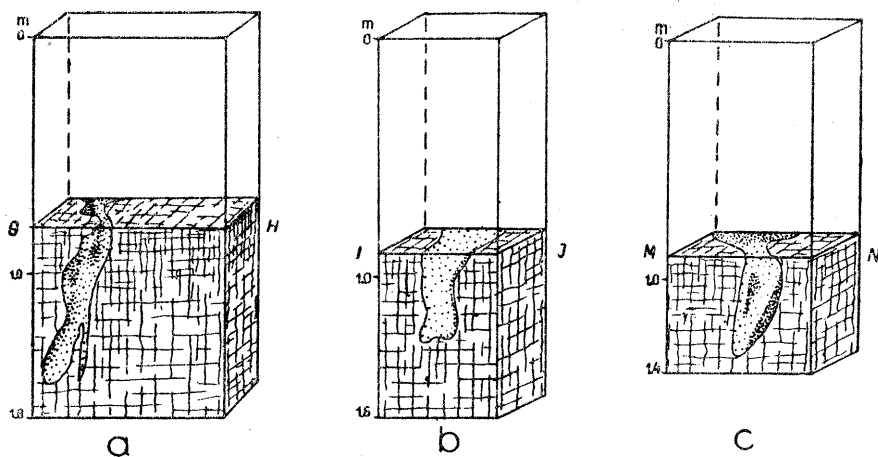


Fig. 7. Kaptury. Formy szczelin obrzeżających poligon w przekroju poprzecznym

Sieć poligonalna spod wsi Kaptury nieco się różni od poligonu Brzezia. Różnica ta polega przede wszystkim na średnicy poligonów. Poligon Brzezia jest wyraźnie mniejszy od poligonów z Kaptur. Szerokość szczelin pięcioboku Brzezia jest bardziej zróżnicowana przez wyraźnie zaakcentowane rozszerzenia i zwężenia, natomiast szczeliny poligonów Kaptur

są stosunkowo prostsze w zarysie, nie mają tak licznych zamkniętych odgałęzień bocznych. Przyczyna powodująca różnice w rozmiarach i zarysie poligonów Brzezia i Kaptur nie jest jeszcze dostatecznie jasna. Początkowo wydawało się, że jest spowodowana niejednakowym stopniem spiaszczenia gliny zwałowej w Brzezi i Kapturach. Analiza granulometryczna wykazała jednak, że różnica w stopniu spiaszczenia wynosi zaledwie 7%, co niewątpliwie nie może mieć większego wpływu na zmianę charakteru poligonów. Przypuszczać zatem należy, że różnice spowodowane być musiały innymi przyczynami. Z hipsometrii terenu, który w tym miejscu wykazuje pewne nieznaczne obniżenie wynika, że stopień nawilgocenia odgrywał poważną rolę w czasie tworzenia się struktur. To przypuszczenie potwierdzać może fakt przykrycia tu gliny zwałowej płatem czarnej gleby humusowej, o miąższości 50–60 cm, która jak się wydaje utworzyła się z roślinności bagiennej rozwijającej się w okresie panującej tu wilgotnej tundry. Nie jest to bowiem obniżenie, w którym istniałyby warunki dla tworzenia się współcześnie tego rodzaju gleb bagiennych. Powierzchnia gliny zwałowej z poligonami w okolicach Kaptur przykryta jest natomiast płaszczem pokrywowych utworów piaszczystych, a więc musiało tu być miejsce znacznie mniej nawilgocone, gdzie rozwijały się raczej procesy wietrzenia mrozowego, którego nie hamowała roślinność.

Analiza granulometryczna piasków wypełniających szczeliny poligonalne wykazuje zmienność materiału w obrębie szczelin blisko ze sobą sąsiadujących. Obok szczelin wypełnionych stosunkowo dobrze wysortowanym materiałem, w którym przeważa frakcja od 0,1 do 0,5 mm z domieszką części spławialnych i frakcji pylastej (fig. 9), istnieją szczeliny wypełnione piaskami o bardzo słabej selekcji (fig. 10). Piaski te charakteryzują się dość znaczną, około 27% domieszką frakcji poniżej 0,1 mm. Często więc są to piaski zglinione z domieszką żwirków o średnicy powyżej 5 mm. W całości jednak przeważa grubość ziarna zawarta w granicach 0,25–1,0 mm stanowiąc około 71%.

Analiza stopnia otoczenia piasku wypełniającego szczeliny wykazała wyraźny wpływ środowiska peryglacialnego na ten materiał, gdyż wyróżnia

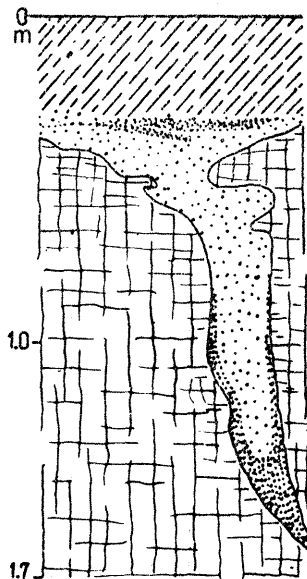


Fig. 8. Kaptury. Szczelina o wyraźnej tendencji do zaciśnięcia się

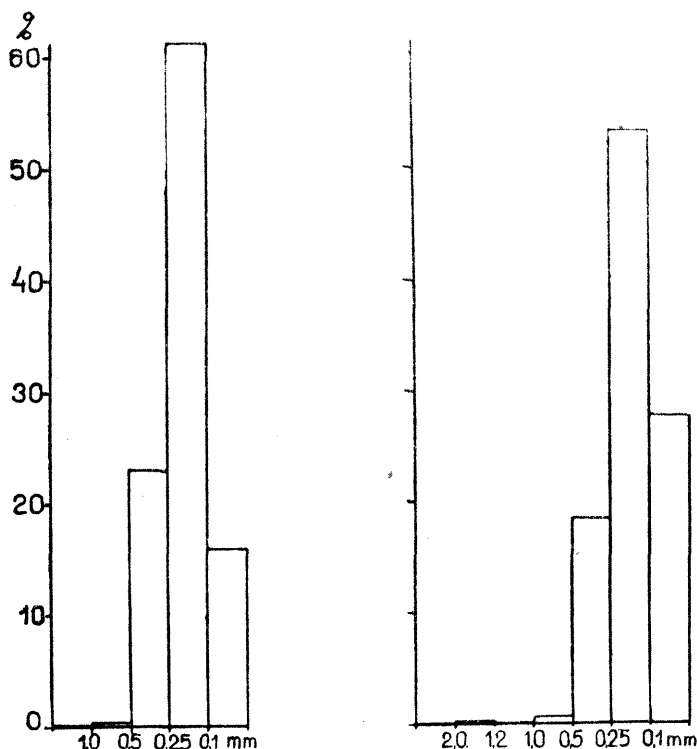


Fig. 9. Diagram granulometryczny piasków wypełniających szczeliny. Piaski dość dobrze wysortowane

się on małym wskaźnikiem otoczenia. Średni wskaźnik otoczenia wynosi 168,17. Przedstawiony diagram ilustruje procentowy stopień zaokrąglenia ziarn kwarcu. Do analizy pobrano 100 ziarn o frakcji od 0,75 do 1,0 mm. Jak wynika z diagramu materiał jest bardzo słabo otoczony, gdyż wskaźnik poniżej 100 stanowi 42% (fig. 11). W diagramie wyraźnie zarysowane jest jedno maksimum odpowiadające jednemu typowi środowiska, w którym dany materiał się kształtował.

Morfologia ziarna nosi piętno dezintegracji mrozowej. Wyraźnie są widoczne postrzępione i ostre krawędzie ziarn oraz zachowane fragmenty powierzchni poprzednio zaokrąglonych. Niemal wszystkie ziarna noszą ślady pęknięć mrozowych, zaś ziarn dobrze otoczonych jest znikomy procent.

Piasek wypełniający szczeliny oprócz kwarcu posiada dość znaczną domieszkę skałeni i minerałów ciemnych. W piasku spotyka się zwietrzałe i bardzo kruche fragmenty granitu rapakiwi we frakcjach począwszy już

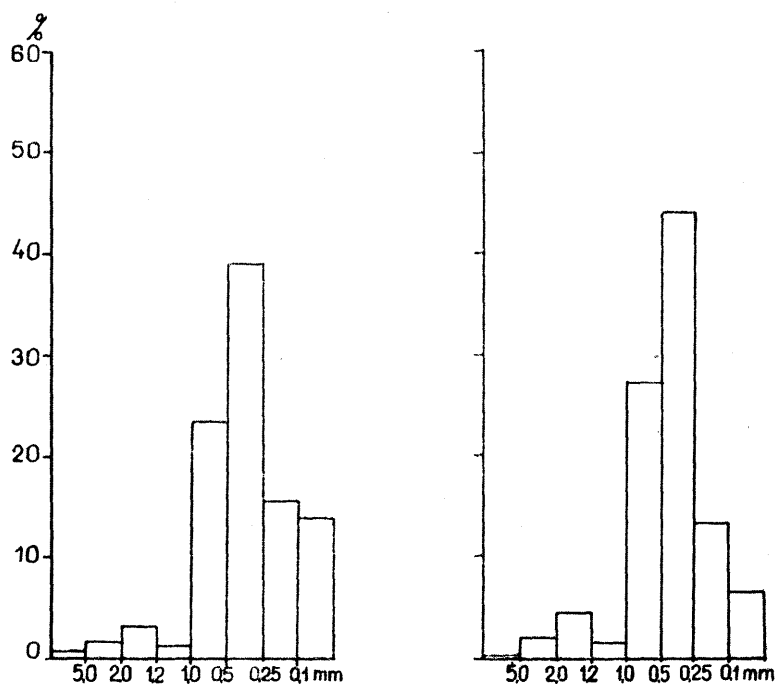


Fig. 10. Diagram granulometryczny piasków wypełniających szczeliny
Piaski źle wysortowane

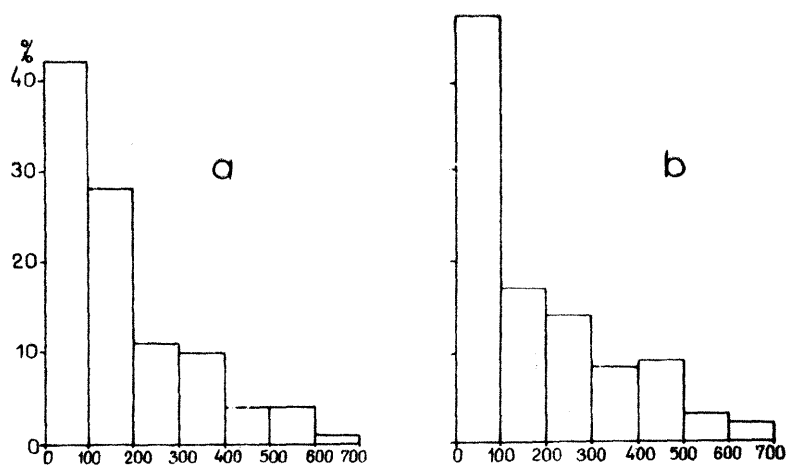


Fig. 11. Stopień otoczenia ziarn piasku wypełniającego szczeliny (a) i frakcji
piaszczystej w glinie zwałowej, w którą wcięte są szczeliny (b)

od 1,2 mm średnicy wzwyż. Ten fakt, jak również często zła selekcja piasków oraz morfologia ziarn nosząca wybitne piętno rozdrabniania mrozowego, są dowodem bardzo krótkiego transportu materiału wypełniającego szczeliny. Materiał jest więc pochodzenia lokalnego i pochodzi z płatów piaszczystych pokrywających glinę zwałową oraz z niszczenia i dezintegracji stropowej partii gliny.

Diagramy granulometryczne gliny zwałowej, w którą wcięte są szczeliny, wykazują znaczne spiaszczenie i rozdrobnienie materiału. Części ilastych w glinie jest około 50%, co świadczy o dość znacznym wypłukaniu materiału (fig. 12). Jest to zupełnie zrozumiałe ze względu na to, że ta partia gliny stanowiła czynną strefę zmarzliny, a dziś jest zwietrzeliną peryglacialną gliny zwałowej.

Stopień otoczenia frakcji piaszczystej gliny jest niski i wynosi średnio 181,13, a więc jest nieco wyższy od średniego wskaźnika dla piasków wypełniających szczeliny; różnica ta wynosi zaledwie 12. Wskaźniki otoczenia dla gliny zwałowej i dla piasków wypełniających szczeliny nie wykazują specjalnych różnic i wyraźnie wskazują na to samo środowisko kształtujące charakter ziarn.

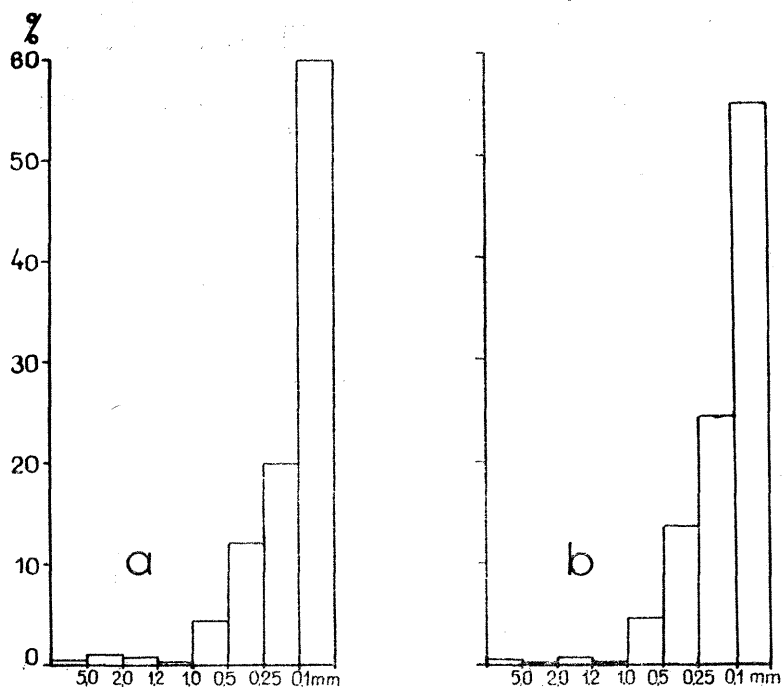


Fig. 12. Diagram granulometryczny gliny zwałowej spod wsi Kaptur (a) i Brzezic (b)

KLASYFIKACJA FORM ZMARZLINOWYCH

W czasie robót ziemnych przy kartowaniu terenu zarejestrowano cały szereg form zmarzlinowych. Większość tych form różniła się zasadniczo kształtem, co dało podstawę do wydzielenia 7 grup:

1. kliny wąskie, u góry od 8 do 30 cm szerokości, przeważnie ostro zakończone, ścianki stosunkowo proste. Głębokość klinów waha się od 1,2 do 1,8 m;
2. kliny szerokie z wyraźnym bocznym rozwojem i przeważnie tępym zakończeniem. Szerokość ich często wynosi powyżej 0,5 m;
3. formy klinowate nie wiążące się ze stropową partią gliny zwałowej, zamknięte od góry i dołu;
4. szczeliny pionowe o ściankach prawie równoległych;
5. żyły zmarzlinowe o przebiegu poziomym lub zbliżonym do poziomego;
6. formy kieszeniowate niewielkich rozmiarów;
7. formy określane wg klasyfikacji Jahna (1951) jako inwolucje amorficzne. Są to postrzępione pakiety gliny zwałowej tkwiące w piaskach, które również posiadają charakter soczewek, względnie nieregularnych wkładek o chaotycznym układzie.

Klasyfikacja wyżej podana okazała się jednak sztuczna ze względu na przypadkowość pojedynczych przekrojów dających w efekcie znaczną różnorodność kształtu i charakteru form. Prawie wszystkie typy wyróżnione uprzednio, w porównaniu z formami sieci poligonalnych, należało zaliczyć do trzech zasadniczych typów, które wiążą się w sieci poligonów pokrywających na badanym terenie niemal całą powierzchnię.

1. Szczeliny wąskie, przeważnie dość ostro zakończone, o ściankach stosunkowo prostych. Głębokość ich waha się od 1,3 do 1,8 m. Ten typ form z reguły daje w przekroju szczeliny stanowiące obrzeżenia poligonu (por. fig. 7).

2. Miejsca przecięć się szczelin dają typ drugi, o znacznym rozwoju bocznym i przeważnie tępym lub nawet półokrągłym zakończeniu. Są to formy tak daleko posunięte w rozwoju, że trudno je nazwać formą klinową. Szerokość ich często przekracza 0,5 m. Ścianki boczne są bardzo nieregularne. Cała forma ulega często kilkakrotnemu zwężeniu lub rozszerzeniu. Głębokość przeważnie wynosi 1,7—1,9 m. Jak wynika z obserwacji, formy tworzące się na przecięciach szczelin są z reguły dłuższe od szczelin obrzeżających poligon (por. fig. 3, 6).

3. Trzecim typem form są szczeliny o przebiegu poziomym lub zbliżonym do poziomego (fig. 13). Szczeliny te o charakterze żył łączą ze sobą niektóre partie pionowych szczelin w poligonie. Występowanie

poziomych żył jest raczej sporadyczne i wiele poligonów takich połączeń nie posiada. Fakt istnienia tego rodzaju form ma jednak duże znaczenie, gdyż mówi o udziale lodu listkowego w procesie tworzenia się poligonów.

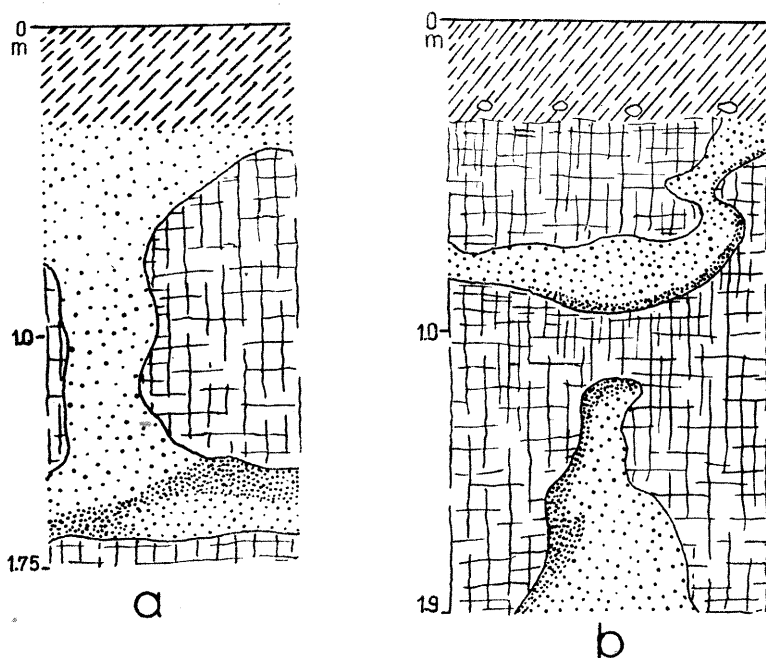


Fig. 13. Formy żyłowe o przebiegu poziomym

Wyżej podana klasyfikacja opiera się w dwu pierwszych przypadkach na przekrojach poprzecznych szczelin kontrakcyjnych, mających postać mniej lub więcej zbliżoną do klina.

Pojęcie klina w odniesieniu do form obserwowanych w glinach zwalowych powinno ulec rewizji, gdyż jak się okazało, nie występują tu kliny jako typowe formy pojedyncze, lecz istnieją szczeliny tworzące siatkę spękań, o różnym kształcie w przekroju pionowym; mogą to być formy pionowe, skośne lub poziome.

ZAGADNIENIE GENEZY STRUKTUR POLIGONALNYCH

Przyczyną powstania struktur na badanym terenie były niewątpliwie kontrakcyjne spękania gruntu; one dały ten ogólny charakter siatki spękań, którą oglądamy dzisiaj. Niemniej przypuszczać należy na podstawie przekrojów pionowych, że proces tworzenia się szczelin był długotrwały i skomplikowany.

Bunge i Leffingwell zwracają uwagę na fakt, że rozwój szczeliny kontrakcyjnej przebiega w ciągu szeregu lat; dzięki temu szczeliny mogą rozrastać się bocznie pod wpływem corocznego zamarzania. W wyniku tej działalności klin przybiera formę szerokiego trójkąta.

Jak wynika z obserwacji kształtów szczelin kontrakcyjnych, w procesie tworzenia się szczelin a szczególnie rozrastania się na boki, musiały wchodzić w grę, obok sił wywołanych sezonowym zamarzaniem wody wypełniającej szczeliny, również siły wywołane samą plastycznością i ciśnieniem bocznym związanym z pęcznieniem materiału, w którym szczeliny się tworzyły. Siły wyżej wspomniane mogły się ujawniać dopiero w chwili rozmarzania. Oczywiście znaczenie ich było mniejsze, niż sił wywołanych zamarzaniem. Niemniej jednak ich działanie zapisało się w postaci nieregularnego zarysu ścian bocznych szczelin z wyraźną tendencją do zwężania jednostronnego lub obustronnego formy, co prowadziło do ogólnej deformacji.

Wypełnianie szczelin materiałem piaszczystym przebiegać musiało również w sposób długotrwały. Rozszerzona w okresie zimowym szczelina, na wiosnę wypełniała się wodą pochodzącą z topnienia zmarzliny i śniegu. Woda niosła materiał piaszczysty pochodzący niewątpliwie z przemycia górnych partii czynnej strefy zmarzliny w najbliższym sąsiedztwie. W lecie mogło następować częściowe lub całkowite zaciskanie się ścian szczelin wywołane procesami ciśnienia bocznego i pęcznieniem w miejscach, gdzie szczelina nie została wypełniona materiałem piaszczystym. Wielokrotne powtarzanie się tych procesów przez dłuższy czas mogło dać w rezultacie taki obraz jaki obserwujemy dziś w przekrojach.

WIEK STRUKTUR POLIGONALNYCH

Wszystkie omawiane struktury poligonalne należą do generacji zjawisk peryglacialnych związanych z jednym z wcześniejszych stadiów zlodowacenia Bałtyckiego. Na stosunkowo młody wiek tych form wskazuje bardzo dobry stan zachowania oraz płytkie występowanie. Nie wydaje się rzeczą możliwą, aby w ten sposób zachowane struktury mogły przetrwać okres degradacji interglacialnej. Niszczenie górnych partii gliny zwałowej wraz ze strukturami, które tu niewątpliwie zachodziło ma charakter wietrzenia mrozowego i wiąże się z zaostrażaniem klimatu peryglacialnego.

W wyniku wspomnianej dezintegracji mrozowej na badanym terenie powstały utwory pokrywowe (fig. 14), które leżą płatami o miąższości 20—40 cm na glinie zwałowej zajmując około 50% powierzchni. W piaszczach pokrywowych widoczna jest późniejsza działalność selektywna mrozu

zaznaczona obecnie w postaci bruku w stropie tego utworu. Tworzenie się utworu pokrywowego przypisać należy oziębianiu klimatu i wiązać ze strefą gruzową, która wkroczyła na obszar uprzednio zajęty przez strefę tundrową z poligonami.

Pewną trudność stanowi znalezienie analogicznych form we współcześnie istniejących typach struktur poligonalnych. Opierając się na klasyfikacji Washburna (1956) można znaleźć pewne podobieństwo do form, które określa on jako niewysortowane poligony, wyróżniając cały szereg podtypów w zależności od charakteru poligonów. Ogólnie biorąc poligony stanowią najbardziej zbliżoną formę do klinów lodowych, których synonimami są poligony tundrowe i tajmyrskie. Poligony wyżej wspomniane charakteryzują się znacznymi rozmiarami, ale wśród nich spotyka się formy o średnicy 1—3 m. Najczęściej współczesne poligony tundrowe mają postać czworoboków, pięcioboków lub sześcioboków. Są to formy wypukłe lub wklęsłe. Zarys poligonów często jest podkreślany przez roślinność, która zazwyczaj umiejscawia się w szczelinach ze względu na większą wilgotność. Roślinność charakterystyczna jest tylko dla niektórych typów poligonów. Niewysortowane poligony mogą tworzyć się na ilach piaskach lub żwirach. Poligony z lodowymi klinami wiążą się zawsze z wieczną zmarzliną i klimatem peryglacjalnym o cechach wybitnie kontynentalnych.

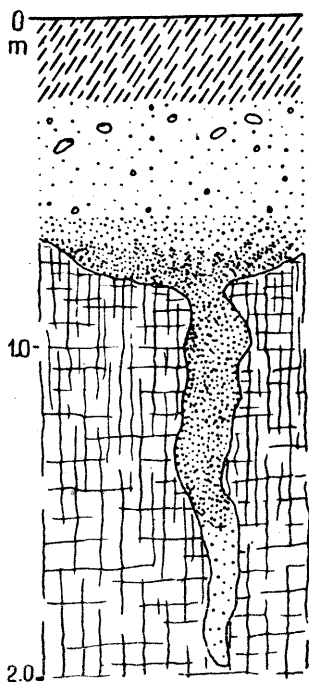


Fig. 14. Szczelina mrozowa przykryta utworem pokrywowym piaszczysto-pyłastym z glazikami

Opisane formy poligonalne stanowią swoisty typ kopalnych struktur charakterystycznych dla płaskich powierzchni wysoczyznowych zbudowanych z gliny zwałowej. Należy przypuszczać bowiem, że pojedyncze formy klinowe, spotykane na glinach zwałowych wiążą się w sieci spękań podobnego typu.

Na zakończenie pozostaje jeszcze do ustalenia nazwa tego rodzaju struktur charakterystycznych dla glin zwałowych na terenach Polski. Biorąc pod uwagę środowisko występowania tych form oraz charakter spękań, można by stworzyć nazwę *poligonów gliniastych*. Wydaje się, że wprowadzenie nazwy regionalnej o tyle może być niesłuszne, że może

spowodować wprowadzenie szeregu synonimów na określenie tej samej struktury w przyszłej klasyfikacji typów kopalnych struktur poligonalnych, która niewątpliwie zostanie przeprowadzona w miarę rozwoju badań.

Literatura

- Dorywalski, M. 1954 — Zastosowanie wskaźnika zaokrąglenia do badań peryglacialnych (Application de l'indice d'émoussé des galets aux recherches périglaciaires). *Biuletyn Peryglacialny*, nr 1.
- Dylik, J. 1952 — Peryglacialne struktury w plejstocenie środkowej Polski (summary: Periglacial structures in the Pleistocene deposits of Middle Poland). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 66.
- Dylikowa, A. 1956 — Kliny zmarzlinowe w Sławęcinie (summary: The ice-wedges at Sławęcin). *Biuletyn Peryglacialny*, nr 3.
- Jahn, A. 1946 — Badania nad strukturą i temperaturą gleb w Zachodniej Grenlandii (summary: Research on the structure and temperature of the soils in Western Greenland). *Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU*, t. 72, dz. A, (za 1946), ser. 3, t. 32, nr 6. Kraków 1948.
- Jahn, A. 1951 — Zjawiska krioturbacyjne współczesnej i plejstocenijskiej strefy peryglacialnej (summary: Cryoturbate phenomena of the contemporary and of the Pleistocene periglacial zone). *Acta Geol. Polonica*, vol. 2.
- Różycki, S. Zb. 1957 — Strefowość rzeźby i zjawiska peryglacialne na Ziemi Torella, Spitsbergen (Zones du modelé et phénomènes périglaciaires de la Terre de Torell, Spitsbergen). *Biuletyn Peryglacialny*, nr 5.
- Washburn, A. L. 1956 — Classification of patterned ground and review of suggested origins. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 67.
- Wolaniecki, J. 1958 — Formy szczelinowe w kredzie jeziornej okolic Piecków pod Mrągowem (summary: Crack forms within lacustrine chalk deposits near Piecki, neighbourhood of Mrągowo, Northern Poland). *Przegl. Geogr.*, t. 30.