

Eugeniusz GROMADA, Bolesław KOWALSKI

## Peryglacialne struktury szczelinowe na wychodniach skał paleozoicznych w Kielcach

W artykule zanalizowano stanowisko peryglacialnych struktur szczelinowych rozwiniętych w odsłoniętej, silnie zwietrzalej i zaburzonej serii łupków frańskich, wchodzących w skład jądra synkliny szydiówkowskiej. Struktury te są złożonymi pseudomorfozami po żyłach lodowych. Rozwinęły się prawdopodobnie w fazie zstępującej würmskiego okresu zimnego.

### WSTĘP

Ze względu na duże znaczenie paleogeograficzne, pośród szeregu typów struktur peryglacialnych, szczególnie zainteresowanie wzbudzają struktury szczelinowe kontrakcji termicznej. Trwająca od szeregu lat dyskusja nad tymi strukturami, której wyniki można prześledzić w pracach P. W. Patalejewa (1955), A. J. Popową (1959), T. L. Péwego (1959), B. N. Dostowałowa (1960), J. Dylika (1963), A. Jahna (1970) i innych, doprowadziła do znacznego wzbogacenia wiedzy na temat ich genezy i warunków rozwoju. Ostatnio J. Goździk (1973), wykorzystując wyniki tej dyskusji i własne obserwacje z terenu Polski środkowej, uporządkował niejednokrotnie rozbieżną terminologię oraz pogrupował w typy genetyczne wszystkie dotychczas znane odmiany struktur szczelinowych. Idąc za tym autorem rozróżnia się struktury szczelinowe: wtórnego wypełnienia, wtórnego wypełnienia sezonowego, pierwotnego wypełnienia oraz struktury wypełnienia złożonego.

Na temat peryglacialnych struktur szczelinowych w Kielcach i w obrębie trzonu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich, poza pracą T. Klatki (1956), brak informacji. Niemniej ilość stanowisk tych struktur jest tu duża. Spotykane są nie tylko w glinach, piaskach, żwirach, lessach, ale także w paleozoicznych skałach, najczęściej zwietrziałych. Jedno z tych stanowisk z charakterystycznie wykształconymi szczelinami w skałach paleozoicznych poddano szczegółowej analizie.

Analizowane stanowisko peryglacialnych struktur szczelinowych znajduje się w Kielcach przy ul. Rewolucji Październikowej, w pobliżu kotłowni, na nowym osiedlu Bocianek (fig. 1). Struktury te są rozwinięte w odsłoniętej na powierzchni, silnie zwietrzałej i zaburzonej serii łupków frańskich, wchodzących obok wapieni w skład jądra synkliny szydłowskiej (wg materiałów kartograficznych P. Filonowicza).

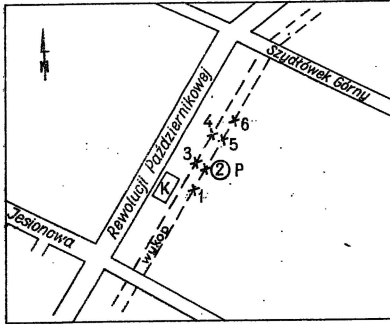


Fig. 1. Lokalizacja fragmentu wykopu i miejsc szczegółowych badań

Location of a fragment of excavation and places covered by detailed studies

1-6 — rozmieszczenie struktur szczelinowych w ścianach wykopu; P — miejsce pobrania próbek; K — kotłownia

1-6 — distribution of fissure structures in excavation walls; P — sampled points; K — boilerhouse

Morfologicznie jest to spłaszczenie w obrębie podstawy wyraźnie zarysowanego w rzeźbie progu denudacyjnego o orientacji WNW—ESE, którego łagodny stok o nachyleniu  $8-2^{\circ}$  i wystawie południowej rozwinął się w łupkowej i wapiennej serii franu, a w górnej części — w dolomitach żywetu synkliny szydłowskiej. Stok ten łączy od północy, położone wyżej i lekko faliste, spłaszczenie Szydłówka Górnego z denudacyjnym obniżeniem kieleckim na południu. Wysokość względna progu w stosunku do dna południowej części obniżenia kieleckiego sięga 50 m.

Serie skał paleozoicznych ścięte przez denudacyjne spłaszczenie Szydłówka Górnego powlekają nieznacznej miąższości gliniaste, rzadziej gliniasto-gruzowe pokrywy stokowe, ponad które nieznacznie wznoszą się obnażone, połogie formy twarżielcowe. Gdzieśgdzie zalegają zdenudowane płyty piasków glacyfluwalnych. Pokryw takich nie stwierdzono na stoku progu; występują one dopiero w obniżeniu kieleckim, nieco poniżej opisywanego stanowiska. Leżą tu w stropie silnie zwietrzałych glin morenowych, które mniej lub bardziej zwartą pokrywą maskują skały dewońskie antykliny i synkliny kieleckiej.

## CHARAKTERYSTYKA STRUKTUR SZCELINOWYCH

Wychodnia łupków górnodewońskich, pocięta strukturami szczelinowymi, odsłonięta jest do głęb. 2—3 m w wykopie pod kanał ciepłowniczy. Wykop ten o kierunku NNW—SSE i długości ok. 250 m, ułożony równoległe do kierunku spadku stoku, daje okazję do prześledzenia tych struktur na znacznym odcinku.

Odsłonięte w ścianach wykopu łupki wapienne franu, o biegu warstw  $105^{\circ}$  i zmiennym upadzie skierowanym na północ, są silnie rozdrobnione mechanicznie. Tworzą je wybitnie ostrokrawędziste okruchy o średnicy od paru milimetrów do 5 i więcej centymetrów. Poniżej 0,5 m od po-

wierzchni daje się prześledzić; zachowana w nieznacznym stopniu, pierwotnie warstwowa struktura skały. W dół stopień rozdrobnienia maleje i na głęb. 1,5—2 m jest już nieznacznym.

W procesie rozdrabniania skały może być brana pod uwagę głównie działalność mrozowa, jako siła zdolna do rozkruszenia nawet bardzo odpornych skał. Za taką interpretacją przemawiają także znalezione w pobliżu opisywanego stanowiska dwa graniaki, wymodelowane w piaskowcach kwarcytowych, które odsłaniają się powyżej górnej krawędzi proggu. Mają one dobrze wykształcone granie i pokryte są cienką powłoką żelazistej polewy pustynnej.

Doskonale rozwinięte w tych zwietrzałych łupkach struktury szczelinowe biorą początek w części stropowej warstwy, która odsłania się na powierzchni. Różnią się one od siebie wielkością i kształtem. Największe z nich mają wyraźną formę klinów sięgających do głęb. 2,2 m, asymetrycznie rozszerzonych u góry do 1,5 m, ku dołowi zaś, poniżej 1 m od powierzchni, wytracających asymetrię i na głęb. ok. 1,5 m gwałtownie przechodzących w zaciśniętą szczelinę (fig. 2). W innych przypadkach mają formę wąskich (do 0,5 m w stropie), klinowatych szczelin, których długość rzadko przekracza 1,5 m (fig. 3). Obserwacja skośnego lub prostopadłego ułożenia tych szczelin do przebiegu powierzchni obu ścian wykopu oraz szczelin do niego równoległych pozwoliła stwierdzić, że wiążą się one w system wielobocznego układu. Średnica stwierdzonych poligonów zamyka się w przedziale 6—10 m.

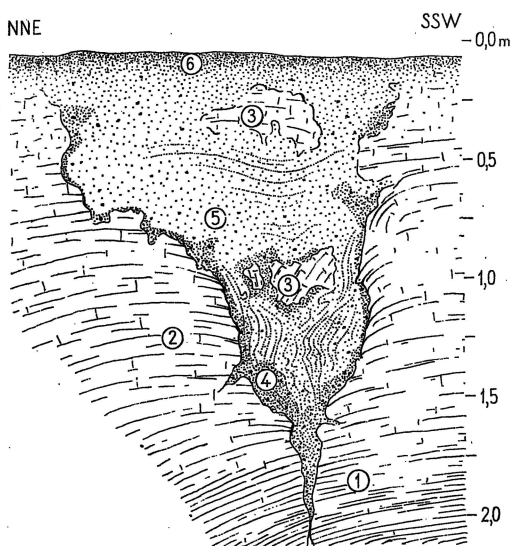


Fig. 2. Struktura szczelinowa nr 2  
Fissure structure no. 2

1 — łupki frańskie nieznacznie zwietrzałe; 2 — zwietrzela łupków frańskich; 3 — wciągnięte pakiety łupków frańskich; 4 — piasek głównie bezstrukturalny, silnie zorsztynizowany; 5 — piasek średnioziarnisty z domieszką gruboziarnistego i pyłu oraz okruchów dolomitów i łupków o strukturze pionowo-falistej (w spągu) i horyzontalno-wklęsłej (w stropie); 6 — poziom glebowy  
1 — slightly weathered Frasnian shales; 2 — waste of Frasnian shales; 3 — Frasnian shale packets pulled into the fissure; 4 — mainly structureless, strongly hard-pan sand; 5 — medium-grained sand with admixture of coarse-grained sand and silt and debris of dolomites and shales, with vertical-wavy structure at the base and horizontal-concave structure at the top; 6 — soil horizon

Ujawnienie regularnej sieci poligonalnej opisywanych struktur szczelinowych, zgodnie z ukształtowanymi w literaturze poglądami (A. L. Washburn, 1956; J. Dylík, 1963; J. Goździk, 1964, 1973 i inni), przemawia za ich kontrakcyjną genezą. Podobne układy poligonalne szczelin mogą również powstawać w szczególnych warunkach na drodze dehydracyjnej. Jednak, co wykazali J. T. Neal, A. M. Lauger, P. F. Kew (1968),

głębokość i szerokość szczelin dehydracyjnych może osiągnąć za-  
ledwie 1 m.

Mimo zróżnicowania rozmiarów i kształtu, obserwowane szczeliny mają wiele wspólnych cech. We wszystkich przypadkach wypełnia je materiał piaszczysty. Na uwagę zasługuje fakt, że ten materiał nie występuje w sąsiedztwie klinów; musiał więc być przywleczony ze znacznej odległości. W większości szczelin pośród osadu piaszczystego występują ponadto wkładki i drobne okruchy łupków. Inna wspólna cecha, to nieznaczne odchylenie ku dołowi warstw kontaktujących ze szczeliną. Jest to cecha istotna, jeżeli chodzi o ustalenie genezy tych struktur.

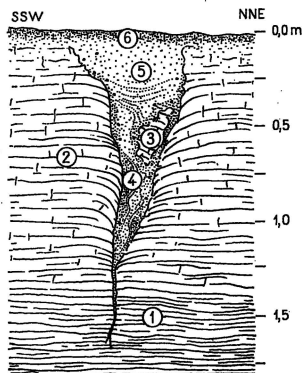


Fig. 3. Struktura szczelinowa nr 4; lokalizację przedstawionej struktury ilustruje fig. 1

Fissure structure no. 4; location of that structure as given in Fig. 1

Objaśnienia jak na fig. 2

Explanations as given in Fig. 2

W celu uzyskania pełniejszych podstaw do rozwiązania tego problemu, dokonano szczegółowej analizy sposobu zalegania materiału w jednej z najbardziej charakterystycznych szczelin pokazanej na fig. 2. Struktura ta (o dług. 2 m i szer. w górnej części 1,5 m) widoczna jest na powierzchni wschodniej ściany w orientacji prostopadłej do osi wykopu. Przekrój poprzeczny tej szczeliny w górnej części jest asymetryczny. Ściana o wystawie południowej została bardziej cofnięta niż ściana zwrócona na północ. Jak podaje A. Jahn (1970), za tego typu asymetrię współczesnych klinów Syberii odpowiedzialne są promienie słoneczne, które w cyklu dobowym powodują odmarzanie, a przez to prowadzą do intensywniejszej degradacji górnej części ściany zwróconej w kierunku słońca. Część środkowa szczeliny przyjęła formę odwróconego dzwonu o symetrycznie rozwiniętych ścianach, z którego na głęb. 1,5 m odchodzi wąska forma szczelinowa nie przekraczająca u nasady 30 cm szerokości. Być może, na co zwraca uwagę A. Jahn (1970) za W. Sorgelem, ta dzwonowata część szczeliny rozwijała się w poziomie czynnej zmarzliny. Jest to spostrzeżenie, które pozwala nam wnioskować, że w okolicy Kielc głębokość letniego odmarzania gruntu, podczas tworzenia się struktur szczelinowych, sięgała w głąb co najmniej 150 cm.

Wypełnienie szczeliny stanowią szarozółte, średnioziarniste piaski z nieznaczną domieszką gruboziarnistych ziarn piaszczystych oraz pyłu (fig. 4A). Tworzą one w dolnej części szczeliny pionowe warstewki, ale powyginane faliście (fig. 2). Ta falista struktura osadu nie jest pierwotna, powstała dopiero po wypełnieniu tej części szczeliny. Świadczy o tym wciągnięty w te osady pakiet materiału z jej ściany. Na kontakcie z tym pakietem ztraca się warstwowanie, piasek jest bezstrukturalny i silnie

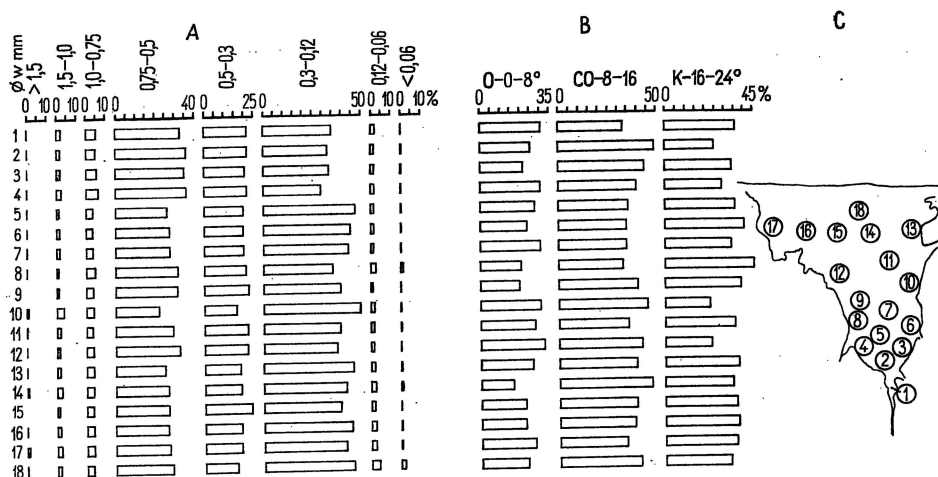


Fig. 4. Histogramy składu mechanicznego piasku (A) i obtoczenia ziarna kwarcowego frakcji 0,75—0,5 mm (B) ze szczeliny nr 2 oraz kontur struktury szczelinowej z zaznaczeniem miejsc pobrania próbek (C)

Histograms of mechanical composition of sand (A) and roundness of quartz grains of the 0.75-0.5 mm fraction (B) from fissure no. 2 and contour of fissure structure and sampled points (C)

O — ziarno obtoczone; CO — ziarno częściowo obtoczone; K — ziarno kanciaste; Uwaga: Liczby mianowane na stopnie w histogramie B obrazują nachylenie płyty granifromometru, przy którym w danej klasie kątowej uzyskano dany procent ziarna

O — rounded grain; CO — partly rounded grain; K — angular grain Note: numbers given in degrees in the histogram B show inclination of granifromometer plate at which grain percent-age was obtained for each angle class

zorsztynizowany. Nieco dalej od niego widać ślady zmięcia i porozrywania warstewek.

Warstwowanie pionowe wygasa ku górze i powyżej wspomnianego pakietu wyklinowuje się na ścianach szczeliny, ustępując miejsca warstewkom poziomym. Warstewki poziome w osi szczeliny są wyraźnie odgięte w dół, tworzą tu układ typowo wklęsło-horyzontalny. Również w tym przypadku w ich stropie znajduje się bryła materiału obsuniętego ze ściany, otulona bezstrukturalnym piaskiem ze śladami nieznacznego zorsztynizowania. Silnie zorsztynizowany piasek tworzy szeroką (4—10 cm) obwódkę dopiero na zewnętrznym konturze wypełnienia szczeliny.

W bezpośrednim sąsiedztwie omawianej szczeliny warstwy w łupkach są odgięte od pierwotnego położenia i wciągnięte w dół (fig. 2). Jest to szczególnie wyraźnie widoczne w części środkowej klina, mniej więcj 1 m od powierzchni. Ponadto w paru miejscach od zasadniczego klina odchodzą małe, nieregularnie wykształcone szczelinki, wypełnione zorsztynizowanym piaskiem.

W świetle przedstawionych obserwacji analizowane struktury szczelinowe są złożone, a więc nietypowe ze względu na sposób wypełnienia materiałem. Są one niewątpliwie związane z poziomem czynnej zmarzliny; sezonowe zamarzanie i odmarzanie podłoża. Kontrakcyjny ich charakter nie budzi zatem wątpliwości; pozostaje jednak do wyjaśnienia późniejszy ich rozwój.

Nie są to szczeliny wypełnienia pierwotnego, a więc bez udziału lodu w rozumieniu J. Dylíka (1963), A. Jahna (1970), J. Goźdzíka (1973), ale również nie mają typowych cech wypełnienia wtórnego, które następuje po wytopieniu żyły lodowej. Pierwszy rodzaj cechuje się materiałem wyłącznie piaszczystym, ale obcym, nie spotykanym w sąsiedztwie klina, drugi zaś — materiałem pochodzącym ze ścian i częściowo od góry szczeliny (T. L. Péwé, 1969; J. Goźdzík, 1973).

Przedstawiony opis strukturalny materiału w przykładowo wybranej szczelinie oraz zaburzenia pierwotnego warstwowania łupków na kontakcie ze szczeliną wskazują na obecność w niej żyły lodowej. Cechy te podaje N. I. Szamanowa (1969) przy rozpoznawaniu tego typu struktur lodowych na Syberii. W naszym przypadku, przy uwzględnieniu wkładek materiału miejscowego i wtórnych odkształceń struktury piasku, sądzić można, że zapełnianie omawianych szczelin materiałem nielodowym odbywało się zarówno od góry, jak i z boków, synchronicznie z rozwojem w nich lodu. Zbliżony przypadek zapełniania szczeliny w północnej Kanadzie obserwował A. Pissart (1968), a w Polsce — A. Filipiuk (1960) i J. Goźdzík (1973).

Uwzględniając całość obserwacji i przytoczone poglądy z literatury sądzić można, że struktury szczelinowe z Kielc rozwijały się na drodze sezonowego obtapiania żyły lodowej na kontakcie ze szczeliną. W powstałym prześwicie przedostawał się materiał z powierzchni oraz drobne okruchy łupków z boku, dając warstewki równoległe do ścian szczeliny. Zmniejszająca się objętość żyły lodowej i sezonowe wahania temperatury doprowadziły do powstania na ścianie szczeliny obrywu. Pakiet oberwanego materiału pogrzebał i odizolował już silnie zdegradowaną żyłę lodową. Wytapiający się wówczas powoli lód sprzyjał tworzeniu się w odsłoniętej bruździe, być może ze stagnującą sezonowo wodą, horyzontalnie warstwowanych piasków. Za ubywającym lodem przemieszczał się ku dołowi zgromadzony w szczelinie materiał. Struktury pionowe piasku dolnej części szczeliny uległy w ten sposób zafalowaniu, struktury horyzontalne w jej górnej części — przyjmowały układ wkłęsty.

#### ANALIZA PIASKÓW WYPEŁNIAJĄCYCH SZCELINY

Materiał piaszczysty wypełniający wszystkie obserwowane szczeliny makroskopowo jest identyczny. Są to średnio- i częściowo gruboziarniste piaski z niedużą domieszką frakcji pyłowej i drobnoziarnistego żwiru. W celu dokładniejszego poznania tego materiału i określenia jego pochodzenia, pobrano z reprezentatywnej szczeliny 18 próbek osadu. Miejsce pobrania materiału pokazuje fig. 4C. Materiał ten poddano analizie granulometrycznej metodą sitową oraz graniformometrycznej metodą B. Krygowskiego. Natomiast dla próbek nr 2, 9, 14 oznaczono pod mikroskopem stereoskopowym dodatkowo uproszczony skład mineralny.

Rozkład wielkości ziarna (fig. 4A) jest bimodalny, bardziej płaski od normalnego ( $K_G$  — około 0,86). We wszystkich badanych próbkach frakcja modalna grupuje się w klasach 0,75—0,05 mm (przeciętnie 30%) oraz 0,3—0,12 mm (przeciętnie 40%). Jest to więc materiał niejednorodny frakcjonalnie, umiarkowanie i źle wysortowany ( $\sigma_1 \approx 0,75$ ) z przewagą frakcji drobnoziarnistej, którą odzwierciedla wartość współczynnika

$Sk_f \approx 0,40$ . Średnia średnica ziarna ( $Mz$ ) tego materiału zamyka się dla wszystkich próbek w bardzo wąskim przedziale od 1,66 do 1,15 phi (0,42—0,30 mm), sugerując tym samym niezmienny sposób wypełniania szczeliny w całym jej profilu pionowym.

Obtroczenie ziarn kwarcowych frakcji 0,75—0,5 mm potwierdza przypuszczenia o złożonej genezie badanych piasków. Reprezentowane są w podobnych proporcjach ziarna dobrze obtoczone, częściowo obtoczone i kanciaste (fig. 4B). Ta złożoność genetyczna piasków ma również odbicie w wyliczonych wskaźnikach obróbki, których wartości dla poszczególnych próbek zamykają się w granicach:  $W_o$  — 1000—1250,  $N_m$  — 8—10.

Analizowany piasek w przeważającej masie jest kwarcowy (ok. 92%). Dopełnienie stanowią sporadycznie spotykane w grubszych frakcjach skalenie oraz minerały ciężkie z grupy amfiboli i granaty. Zidentyfikowano także drobne okruchy (3—1,5 mm) dolomitów, które odsłaniają się w stożku powyżej badanego stanowiska, oraz łupków, w których rozwinięte są szczeliny. Te ostatnie mają największy udział (do 70%) w próbkach pobranych wzdłuż ścian spągowej części szczeliny.

Przedstawione w tym rozdziale wyniki w sposób dostateczny określają genezę analizowanego materiału. Wydaje się, że dominuje materiał glacyfluwialny, którego izolowane płyty zalegają powyżej progu w obrębie spłaszczenia Szydłówka Górnego. Dostawał się on w cieplejszej porze roku do otwartych ku górze szczelin w wyniku powierzchniowego spłukiwania. Na drodze transportu wzbogacany był w okruchy dolomitów, a w samej szczelinie w okruchy i wkładki łupków frańskich. Większy odsetek ziarn kanciastych i częściowo obtoczonych, niż ma to miejsce w typowych osadach glacyfluwialnych, sugeruje, nawiązując do wyników A. Dylikowej (1956) i W. Laskowskiej (1960), mrozowe kruszenie ziarn grubszych, wcześniej dobrze obtoczonych.

## PODSUMOWANIE

Omawiane struktury szczelinowe powstały na drodze kontrakcji termicznej w czynnej strefie zmarzliny, obejmującej stropową część zwietrzałych łupków frańskich do głęb. 1,5 m.

Otwarte ku górze szczeliny z żyłami lodowymi zapełniane były od góry, głównie na drodze spłukiwania powierzchniowego, materiałem glacyfluwialnym i okruchami dolomitów, z boku zaś — okruchami i wkładkami łupków.

Struktura osadów wypełniających szczeliny jest zakłócona procesem osiadania i wciągania materiału w związku z powolnym wytapianiem się pogrzebanych w nich żył lodowych.

Ze względu na sposób zapełniania przestrzeni, omawiane struktury szczelinowe należy traktować jako złożone pseudomorfozy po żyłach lodowych, wypełniane synchronicznie z rozwojem, a potem wytapianiem w nich lodu.

Określenie wieku rozpoznanych struktur, ze względu na sytuację geologiczną uniemożliwiająca ustalenie ich stosunku do pokryw czwartorzędowych, jest na obecnym etapie niemożliwe. Sądzić można, jedynie

przez analogie do obszarów znanych z literatury i ze względu na sposób ich wypełnienia glacyfluwiałem, że rozwijały się w fazie zstępującej würmskiego okresu zimnego.

Pracownia Geologii i Gleboznawstwa  
Instytutu Geografii WSP  
Kielce, ul. Chęcińska 5  
Nadesłano dnia 8 listopada 1976 r.

#### PIŚMIENICTWO

- DYLIK J. (1963) Nowe problemy wiecznej zmarzliny plejstocenijskiej. Acta geogr. Lodz., 17. Łódź.
- DYLIKOWA A. (1956) — Kliny zmarzlinowe w Sławęcinie. Biul. perygl., 3, p. 47—59. Łódź.
- FILIPUK A. (1960) — Kliny zmarzlinowe w Podzamczu. Biul. perygl., 7, p. 39—47. Łódź.
- GOŹDZIK J. (1964) — L'étude de la repartition topographique des structures périglaciaires. Biul. perygl., 14, p. 217—249. Łódź.
- GOŹDZIK J. (1973) — Geneza i pozycja stratygraficzna struktur peryglacialnych w środkowej Polsce. Acta geogr. Lodz., 31. Łódź.
- JAHN A. (1970) — Zagadnienia strefy peryglacialnej. PWN, wyd. II. Warszawa.
- KLATKA T. (1956) — Plejstocenijskie żyły zmarzlinowe na górze Skała. Biul. perygl., 3, p. 65—72. Łódź.
- LASKOWSKA W. (1960) — Kopalne struktury poligonalne na glinach zwałowych. Biul. perygl., 7, p. 73—87. Łódź.
- NEAL J. T., LAUGER A. M., KEW P. F. (1968) — Gigant dessication polygons of Great Basin playas. Bull. Geol. Soc. Amer., 79, p. 69—90. New York.
- PÉWÉ T. L. (1959) — Sand — wedge polygons (tesselations) in the Mc Murdo Sound Region, Antarctica — a progress report. Amer. Jour. Sci., 257, p. 545—552.
- PISSART A. (1968) — Les polygones de fente de gel de l'île Prince Patrick. Biul. perygl., 17, p. 171—180. Łódź.
- WASHBURN A. L. (1956) — Classification of patterned ground and review of suggested origins. Bull. Geol. Soc. Amer., 69, p. 823—866. New York.
- ДОСТОВАЛОВ Б. Н. (1960) — Закономерности развития тетрагональных систем ледяных и грунтовых жил в дисперсных породах. Перигляциальные явления на территории СССР. Москва.
- ПАТАЛИБЕВ П. В. (1955) — Морозобойные трещины в грунтах. Природа, 12, стр. 84—85. Москва.
- ПОПОВ А. И. (1959) — Перигляциальные и другие зональные мерзлотные явления (современные и древние). Вест. Моск. Унив. Сер. Биол. Почв. Геол. и Геогр., 2, стр. 187—199. Москва.
- ШАМАНОВА Н. И. (1969) — Мерзлотные клиновидные образования в современном аллювии на п-ове Ямал. Изд. АН СССР, сер. геогр., 4, стр. 142—146. Москва.



Еугениуш ГРОМАДА, Болеслав КОВАЛЬСКИ

### ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНЫЕ ТРЕЩИННЫЕ СТРУКТУРЫ В ВЫХОДАХ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ПОРОД В КЕЛЬЦАХ

#### Резюме

Перигляциальные трещинные структуры в Кельцах распространены во франских сланцах, обнажающихся в сплюсненном виде, в основании денудационного порога Шидлувка Гурного (фиг. 1, 2, 3). Развитие этих структур происходило в зоне активной мерзлоты. Образовавшаяся в этой зоне сеть регулярных контракционных трещин глубиной 1,5—2,2 м и шириной в верхней части 0,5—1,5 м, диаметр полигона которых составлял 6—10 м, была заполнена ледяными жилами.

В настоящее время трещины заполнены среднезернистыми песками с примесью более крупных зерен и пылью (фиг. 4А). 92 % этого песка составляет кварцевый песок. Дополнением являются зерна полевых шпатов, амфиболов и гранатов, а из пород — обломки доломитов и сланцев. Во фракции 0,75—0,5 мм преобладают угловатые и частично окатанные зерна (фиг. 4В). Показатели зернистости и окатанности свидетельствуют о его сложном генезисе. Этот материал в большей своей части является гляциофлювиальным. Он подвергался сезонному смыву и во время транспортировки обогащался обломками доломитов, а в трещинах — обломками сланцев. На первом этапе он попал в промежутки между льдом и трещинами, позже, после погребения ледяных жил, заполнил их кровельную часть. Вытапливание погребенного льда привело к постепенному оседанию пород и нарушению их первичной структуры. В нижней части трещин она вертикально-волнистая, а в верхней — горизонтально-вогнутая.

Перигляциальные трещинные структуры в Кельцах являются сложными псевдоморфозами после ледяных жил. Они заполнялись синхронно с развитием, а позже с вытаиванием в них льда. Ввиду отсутствия четвертичного покрова можно предполагать, что они развивались в нисходящей фазе вюрмского периода холодов.

Eugeniusz GROMADA, Bolesław KOWALSKI

### PERIGLACIAL FISSURE STRUCTURES ON OUTCROPS OF PALEOZOIC ROCKS AT KIELCE

#### Summary

At Kielce periglacial fissure structures are developed in Frasnian shales cropping out at the base of Szydłówek Górny denudational threshold (Figs. 1—3). Their origin was related to zone of active permafrost. A network of regular contraction fissures 1.5—2.2 m deep, 0.5—1.5 m wide at the top and 6—10 m distant from one another in polygons has originated in this zone.

The fissures were originally infilled with ice veins. At present their infilling consists of medium-grained sands with admixture of coarser sandy and silty grains (Fig. 4A). The infilling mainly consists of quartz grains (92%) as well as of some feldspar, amphibole and garnet grains and dolomite and shale debris, angular and partly rounded grains predominate in the 0.75—0.5 mm fraction (Fig. 4B). The granulation and grain roundness indices evidence a complex genesis of the infilling. The material is mainly glacialfluvial, seasonally washed out and enriched in dolomite debris during the transportation and in shale debris in fissures. It initially penetrated a free space between ice and fissure walls and subsequently, after burial of ice veins, also top parts of the fissures. The melting of buried ice resulted in gradual subsidence of the material and disturbance of its original structure. The structure is vertical-wavy in lower part of the fissures and horizontal-concave in the upper part.

Periglacial fissure structures from Kielce represent complex pseudomorphoses after ice veins. They were infilled synchronously with their formation and later along with melting of ice. It may be assumed that they originated in the descending phase of the Würm cold period because of the lack of the Quaternary covers.