

Wojciech MORAWSKI

Zmarzlinowe struktury szczelinowe w osadach interglacjału eemskiego z Wawrzyszewa

WSTĘP

W wyniku wierceń i robót ziemnych przeprowadzonych w warszawskiej dzielnicy Wawrzyszew (fig. 1), w związku z budowanym tam osiedlem mieszkaniowym, rozpoznano serię osadów organicznych interglacjału eemskiego, wypełniającą zamkniętą nieckę jeziorną (W. Morawski, 1975). W wykonanym w poprzek zbiornika wykopie o 6-metrowej głębokości zarejestrowano szereg struktur szczelinowych rozcinających osady organiczne. Struktury te obserwowano na obu ścianach wykopu, o przebiegu

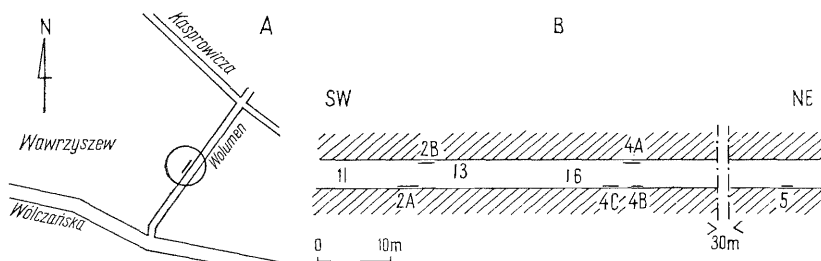


Fig. 1. Lokalizacja fragmentu wykopu, z którego opisano szczeliny zmarzlinowe (A) oraz rozmieszczenie szczelin zmarzlinowych na ścianach wykopu (B)

Showing the localization of that part of the trench from which frost fissures have been described (A) and the localization of frost fissures on the walls of the trench (B)

NE—SW (fig. 1), oraz na ścianach czołowych w miarę postępu robót. Znacznym utrudnieniem w prowadzeniu badań terenowych było natychmiastowe i systematyczne szalowanie ścian oraz pozostawianie w trakcie robót nie przekopanych odcinków na skrzyżowaniach bocznych ulic. Tego

typu technika prac uniemożliwiła obserwację struktur w pełnym profilu pionowym i poziomym oraz wykonanie dokumentacji fotograficznej.

Badania wykonano przy okazji szczegółowych prac geologiczno-zdjęciowych prowadzonych przez Zakład Zdjęć Geologicznych Niżu Instytutu Geologicznego.

OPIS STRUKTUR

Kompleks osadów organicznych, przeciętych szczelinami zmarzlinowymi, przykryty jest kilkumetrowej miąższości osadami piaszczystymi. Są to w górnej części nasypy antropogeniczne, pod którymi leżą piaski eoliczne oraz seria piasków rzecznych, miejscami z poziomem żwirów i otoczków w spągu. Strop osadów jeziornych ze szczelinami stanowi bądź to warstwa torfów o wyraźnej teksturze poziomej, wynikającej

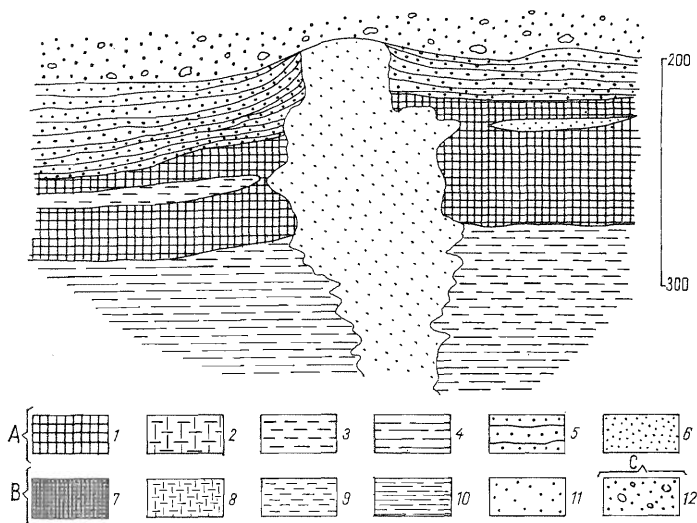


Fig. 2. Przekrój szczeliny zmarzlinowej nr 1

Section of frost fissure No. 1

A — osady jeziorne *in situ*: 1 — torf, 2 — gytia torfiasta, 3 — gytia gąbczasta brunatno-zielona, 4 — gytia łupkowata brunatna, 5 — piaski warstwowane torfem i brunatnym mulkiem humusowym, 6 — piaski w soczewkach i przewarstwieniach; B — osady wypełniające szczeliny zmarzlinowe: 7 — redeponowany torf bezstrukturalny, 8 — gytia przemieszana z torfem, 9 — redeponowana gytia gąbczasta, 10 — redeponowana gytia łupkowata, 11 — piaski drobnoziarniste żółte; C — osady pokrywowe: 12 — piaski ze żwirami i otoczkami, białe z odcieniem niebieskozielonym; skala pionowa równa poziomej podana w centymetrach; lokalizacja na fig. 1

A — lacustrine deposits *in situ*: 1 — peat, 2 — peaty gyttia, 3 — spongy, brown-green gyttia, 4 — brown, shaly gyttia, 5 — sands, interbedded with peat and brown, humus silt, 6 — sands in lenses and intercalations; B — sediments which fill up frost fissures: 7 — redeposited structureless peat, 8 — gyttia mixed with peat, 9 — redeposited spongy gyttia, 10 — redeposited shaly gyttia, 11 — fine-grained, yellow sands; C — covered deposits: 12 — sands with gravels and pebbles, white-coloured with a blue-green tint; vertical scale equal to horizontal scale, given in centimetres; localization in Fig. 1.

z ułożenia makroszczałków flory, bądź też miejscami leżące na torfie piaski cienko przewarstwione torfem lub beżowobrunatnymi mułkami humusowymi. Pod warstwą torfów występuje zróżnicowany litologicznie kompleks gytii. W górnej części występuje gytia bezstrukturalna, gąbczasta, nieraz przewarstwiona torfem lub gytia torfiastą, ku dołowi przechodzi ona w gytie zbitą z łupkami bitumicznymi w spągu.

Górne zakończenia struktur klinowych, pokrywające się w zasadzie ze stropem osadów organicznych, znajdują się na głębokości 2—3 m poniżej powierzchni terenu.

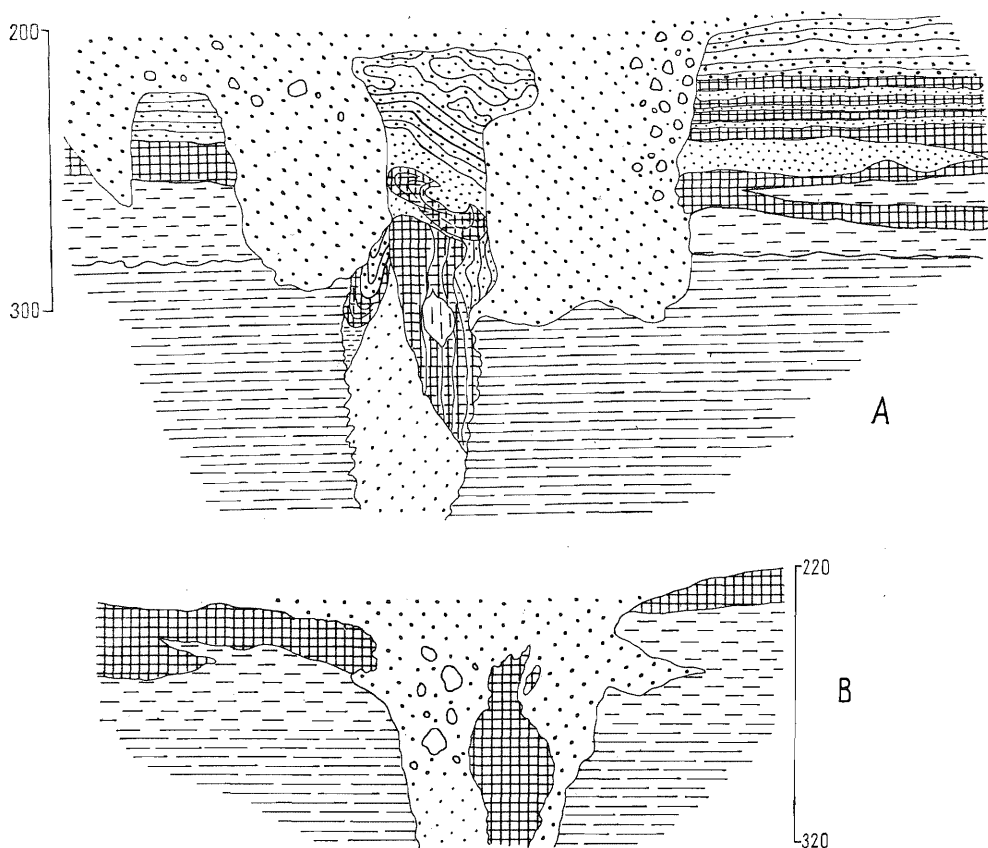


Fig. 3. Przekrój szczeliny zmarzlinowej nr 2 z SE ściany (A) i NW ściany wykopu (B)

Section of frost fissure No. 2 from SE (A) and NW (B) trench walls

Objaśnienia jak na fig. 2

Explanations as in Fig. 2

Głębokość szczelin wynosi od 2 do 4 metrów. Ich przekroje na ścianach wykopu mają bądź kształt klinów, o szerokości w górnej części dochodzącej do 2 m, szybko zwężających się ku dołowi w zaciśniętą szczelinę, bądź też wąskich szczelin, pochylonych lub schodowych, o szerokości kilkudziesięciu centymetrów w górnej części, zwężających się stopniowo ku dołowi.

Obserwacja szczelin prostopadłych lub skośnych do przebiegu wykopu na obu jego ścianach oraz szczelin w przybliżeniu równoległych do wykopu na ścianach czołowych, przesuwających się w miarę postępu robót, pozwala stwierdzić ich poligonalny układ. Średnicę poligonów można określić orientacyjnie na kilkanaście do kilkudziesięciu metrów.

Szczelina zmarzlinowa nr 1 ma przebieg w przybliżeniu zgodny z przebiegiem wykopu, obserwowano ją na jego ścianie czołowej na przestrzeni kilku metrów, w miarę postępu robót. Rozcina ona górną część serii osadów organicznych (fig. 2). Dolnej części szczeliny nie udało się zaobserwować. Przekrój poprzeczny szczeliny ma kształt zbliżony do klina o nieregularnych ścianach, zwężającego się ku dołowi, ale również z wyraźnym przewężeniem w części górnej.

Szczelina wypełniona jest bezstrukturalnym jasnożółtym piaskiem bez domieszki osadów organicznych ze ścian szczeliny. Osad ten jest kopolasto wypchnięty ku górze i wyraźnie odróżnia się od leżących wyżej piasków białych z odcieniem niebieskawozielonym, ze żwirem i otoczkami w spągu. Warstwy rozcięte szczeliną są na wysokości górnej części szczeliny wyraźnie podgięte ku górze.

Szczelina zmarzlinowa nr 2 ma przebieg nieco skośny do wykopu i była obserwowana zarówno na jego ścianie SE, jak i na ścianie NW (fig. 3). Przekrój poprzeczny szczeliny ma kształt klina zwężającego się ku dołowi, przy czym w górnej części została ona rozmyta erozyjnie i wypełniona osadem pokrywowym. Wypełnienie szczeliny stanowią w jej górnej części bryły osadów budujących strop serii organicznej. Dzięki ich warstwowaniu stwierdzono, że ustawione są pionowo lub silnie powyginane i zaburzone. W dolnej części szczelina wypełniona jest żółtym piaskiem drobnoziarnistym. Erozyjne rozmycia górnej części szczeliny, jak również podobne wcięcia w jej sąsiedztwie, wypełnione są piaskiem o barwie białozółtej z niebieskozielonym odcieniem. W piasku tym występują żwiry i otoczki w kieszeniowatych lub soczewkowatych skupieniach. Osady te stanowią spagową część kompleksu piasków przykrywających serię utworów jeziornych.

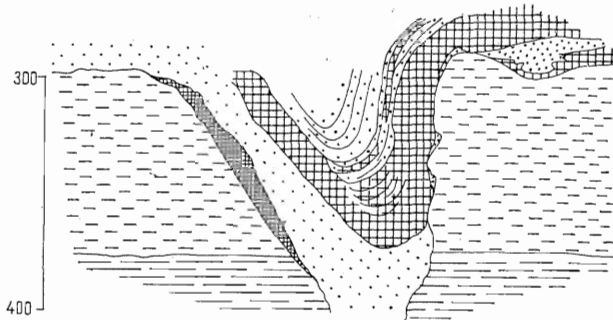


Fig. 4. Przekrój szczeliny zmarzlinowej nr 3
Section of frost fissure No. 3
Objaśnienia jak na fig. 2
Explanations as in Fig. 2

Szczelina zmarzlinowa nr 3 ma przebieg w przybliżeniu zgodny z przebiegiem wykopu i obserwowana była na jego ścianie czołowej. Przekrój

poprzeczny szczeliny (fig. 4) ma kształt asymetrycznego klina znacznie rozszerzonego ku górze.

Wypełnienie szczeliny jest złożone: lewa, połoga ściana wyścielona jest redeponowanym bezstrukturalnym torfem; dolną i centralną część szczeliny wypełniają żółte piaski drobnoziarniste; górną część stanowią warstwy torfu i nadległych piasków przeławiconych torfem i brunatno-beżowym mułkiem humusowym, silnie synklynalnie wygięte w kierunku dna szczeliny. Na uwagę zasługuje fakt, że wygięte warstwy zostały oderwane tylko po jednej stronie szczeliny, a z drugiej pozostają w ciągłości z warstwą leżącą poziomo na gtyiach rozciętych szczeliną.

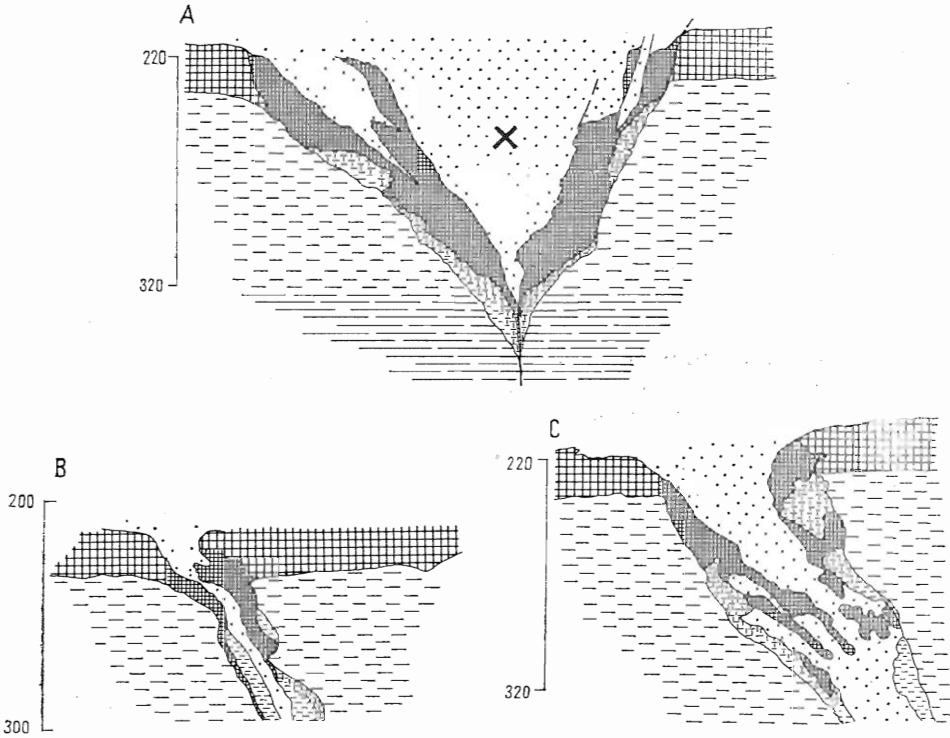


Fig. 5. Przekroje (A, B, C) rozwidłonej szczeliny zmarzlinowej nr 4

Sections (A, B, C) of the furcated frost fissure No. 4

Objaśnienia jak na fig. 2; krzyżykiem oznaczono miejsce pobrania próbek W-3

Explanation as in Fig. 2; cross shows the place where sample W-3 was collected

Szczelina zmarzlinowa nr 4. Obserwacja przekrojów szczeliny na obu ścianach wykopu pozwala przypuszczać, że wykop przecina tu rozwidlenie poligonalnego systemu szczelin. Na ścianie NW (fig. 5A, tabl. I.) przekrój szczeliny ma kształt regularnego klina, znacznie rozszerzonego w górnej części do prawie 2 m, szybko zwężającego się ku dołowi w zaciśniętą szczelinę. Na ścianie SE obserwowane są odgałęzienia szczeliny stopniowo zwężające się ku dołowi: jedno węższe (fig. 5B, tabl. II, fig. 11), niemal na wprost klina ze ściany przeciwnej, a drugie szersze

(fig. 5C, tabl. II., fig. 12), około 4 m ku SW. Obie odnogi szczeliny nie są pionowe, lecz pochylone pod kątem ok. 45° .

Wypełnienie szczeliny jest złożone: centralną część stanowią żółte piaski drobnoziarniste, zaś ściany wyścielone są redeponowanym, rozdrobnionym i częściowo przemieszczonym, osadem organicznym pochodzącym ze ścian, jest to bezstrukturalna masa gytii i torfu. Materiał ten tworzy również nieregularne smugi (fig. 5C) w piaskach wypełniających centralną część szczeliny.

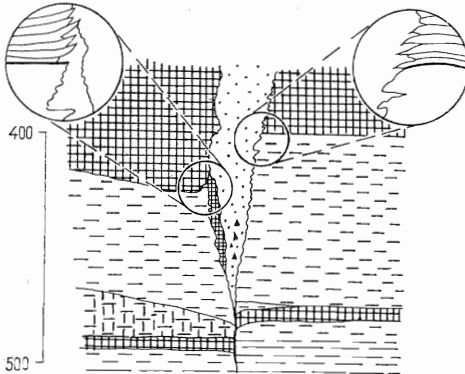


Fig. 6. Przekrój szczeliny zmarzlinowej nr 5

Section of frost fissure No. 5

Objaśnienia jak na fig. 2

Explanations as in Fig. 2

Szczelina zmarzlinowa nr 5 otwarta ku górze w kształcie wąskiego klina, ku dołowi przechodzi w zaciśniętą (fig. 6). Przekrój jej obserwowano na SE ścianie wykopu, do której była w przybliżeniu prostopadła. Szczelina przecina górną część serii osadów organicznych — dwa poziomy torfów przedzielonych gytią gąbczastą i soczewką gytii torfiastej.

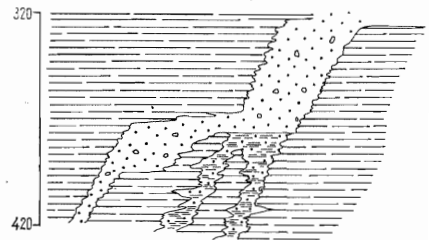


Fig. 7. Przekrój szczeliny zmarzlinowej nr 6

Section of frost fissure No. 6

Objaśnienia jak na fig. 2

Explanations as in Fig. 2

Wypełnienie szczeliny stanowią żółte piaski drobnoziarniste, w których w dolnej części stwierdzono kawałki gytii gąbczastej. Część wypełnienia szczeliny stanowi redeponowany torf, wyścielający cienką warstwą część jej lewej ściany. Przebieg szczeliny pokrywa się z pionowym uskokiem, czytelnym zarówno w różnicy poziomów poszczególnych warstw po obu stronach szczeliny, jak i w wygięciu warstewek torfu (fig. 6 — w kółkach); w górę — na skrzydle zrzuconym, a w dół — na skrzydle wiszącym. Wielkość zrzutu maleje ku dołowi od 40 cm, dla górnej warstwy torfu, do 20 cm, dla dolnej warstwy torfu.

Szczelina zmarzlinowa nr 6. Na fig. 7 przedstawiono jedną z kilku szczelin zaobserwowanych w głębszych partiach wykopu, przecinających

gynie łupkowate i sięgających do łupków bitumicznych w spągu serii osadów organicznych. Szczeliny te są pochylone lub schodowe, o odcinkach zbliżonych do pionowych i poziomych. Zwężają się one stopniowo ku dołowi, a charakteryzuje je nieregularny kształt ścian, co wiąże się z teksturą gytii dzielącej się na nieregularne kostki lub pakiety tabliczek. Miejscami ściany tego typu szczelin zacierają się, tworząc pionową lub pochyloną strefę znacznie rozluźnionych gytii impregnowanych piaskiem. Na brzegach tej strefy piasek wciśnięty jest w fugi łupkowo oddzielających się gytii.

Opisywane szczeliny wypełnione są piaskiem, nieraz ze żwirem i drobnymi otoczkami. Miejscami w piaskach tkwią rozdrobnione okruchy gytii ze ścian szczeliny.

DYSKUSJA PROCESÓW GENETYCZNYCH

Zmarzlinowe struktury szczelinowe występują dość powszechnie w różnych typach osadów i zwykle rozpoznanie ich dostarcza cennych wskazówek stratygraficznych. Nie były one jednak dotychczas opisane z interglacialnych osadów organicznych.

Struktury klinowe podobne do zmarzlinowych, występujące nawet w układach poligonalnych, były obserwowane w osadach jeziornych (J. Wolaniecki, 1958; W. Słowański, 1963; L. K. Königsson, 1968). Jednak określenie wieku tych osadów na postglacialny, pozwoliło wykluczyć ich zmarzlinową genezę. Pseudozmarzlinowe struktury tego typu są zapewne wynikiem gwałtownego wysychania osadów.

Struktury poligonalne tworzące się współcześnie w warunkach klimatu peryglacialnego obserwowane były wielokrotnie w osadach bagiennych i jeziornych — głównie torfach oraz piaskach i mułkach zatorfionych (D. M. Hopkins, 1949; B. I. Wtiurin, E. A. Wtiurina, 1960; E. G. Katsasonowa, 1963; W. R. Aleksiejew, G. N. Filosofow, 1963). Cechy morfologiczne struktur szczelinowych z Wawrzyszewa pozwalają sądzić, że są to szczeliny powstałe w wyniku kontrakcji termicznej w warunkach klimatu peryglacialnego. Podstawowym problemem genetycznym pozostaje mechanizm ich wypełnienia.

WYPEŁNIENIE SZCELIN

Zgodnie z systematyką szczelinowych struktur zmarzlinowych, podaną przez J. Goździka (1973) wraz z cechami morfologicznymi charakteryzującymi poszczególne typy, opisane struktury z Wawrzyszewa należałoby zaliczyć zarówno do typu „struktur szczelinowych pierwotnego wypełnienia”, jak i do „struktur szczelinowych wtórnego wypełnienia”.

Szczelina zmarzlinowa nr 1 (fig. 2) wypełniona jest piaskiem bez domieszki rozcinanych osadów organicznych i charakteryzuje się podgięciem ku górze warstw przylegających do szczeliny. Obie cechy mówią raczej o pierwotnym wypełnieniu szczeliny piaskiem.

Zjawisko występowania podgięć ku górze warstw rozciętych szczeliną obserwowano wielokrotnie w stanie kopalnym (J. P. Schafer, 1949; J. Dylik, 1956; J. Sekyra, 1956; J. Malinowski, J. E. Mojski, 1960; J. Olchowiak-Kolasińska, 1962; J. E. Mojski, 1965; J. Goździk, 1973), przy

czym przeważnie podgięcia te są silniejsze w górnej części szczelin. Niejednokrotnie obserwowano też jednak (np. J. E. Mojski, 1957) w tych samych szczelinach w dolnej ich części wyraźne wygięcie ku dołowi.

Podgięcie warstw ku górze uważane jest za jedną z podstawowych cech diagnostycznych, świadczących o kontrakcyjnej genezie tzw. klinów mrozowych (T. E. Berg, 1969; J. Goździk, 1973). Podgięcia takie, charakterystyczne dla szczelin powstających w wyniku kontrakcji termicznej, są niemal regułą w osadach przylegających do pionowych żył lodowych, tworzących się w warunkach wiecznej zmarzliny (T. L. Péwé, 1962; P. A. Szumski, 1960; B. I. Wtiurin, E. A. Wtiurina, 1960; E. G. Katasonowa, 1963). Możliwość utrwalenia w stanie kopalnym — po ustąpieniu klimatu peryglacjalnego — podgięć ku górze warstw przylegających do szczeliny wymagałoby, zgodnie z sugestią J. Malinowskiego i J. E. Mojskiego (1960), trwałego ich zamrożenia w trakcie wypełniania szczeliny lub bardzo powolnego, stopniowego zastępowania wytapiającego się lodu materiałem mineralnym (T. L. Péwé, *fide* J. Goździk, 1973), co dopuszcza przyjęcie wtórnego wypełnienia dla szczelin z podgięciami tego typu. T. L. Péwé (1959), opisując z Antarktydy wypełnione piaskiem szczeliny z przylegającymi do nich warstwami podgiętymi ku górze, uważa je za szczeliny powstałe w wyniku kontrakcji termicznej, wypełniane stopniowo — sezonowo — piaskiem wysypującym się od góry. Byłoby to więc pierwotne wypełnienie szczelin bez uprzedniej obecności lodu.

W górnej części szczeliny nr 1 z Wawrzyszewa obserwuje się wyraźną „kopułę” kontrastującą z wyżej leżącą warstwą dzięki różnicy osadu. Piaski wypełniające szczelinę są wyraźnie wyciśnięte ku górze wraz z przyległymi warstwami. Podobną „kopułę” przedstawia J. Goździk (1973) w odsłonięciu z Nowostawów Dolnych. Również wg obserwacji B. Wicika (1973) piaszczyste wypełnienie szczelin mrozowych wciśnięte jest wtórnie ku górze w pokrywową warstwę pylastą.

Podgięcie warstw przylegających do szczeliny zmarzlinowej można przyjąć za zaburzenie pierwotne, utrwalone w stanie kopalnym, lecz kopułowate zakończenie wypełnienia szczeliny trudno wytłumaczyć jako powstałe pierwotnie. Piaski wypełniające poligonalny system opisany z Antarktydy przez T. L. Péwého (1959) są w górnej części warstwowane synklinalnie, a w morfologii terenu poligony widoczne są jako stopniowo zasypywane bruzdy. J. E. Mojski (1957) zwraca uwagę na silnie synklinalne ułożenie warstwowanych piasków wypełniających kopalny klin mrozowy, co jego zdaniem świadczy o stopniowym wytapianiu się żyły lodowej i stopniowym wypełnianiu szczeliny piaskiem. Jest to cenna obserwacja, ponieważ materiał wypełniający szczeliny mrozowe jest z reguły bezstrukturalny, co nie pozwala na określenie sposobu jego ułożenia.

Wydaje się, że kopułowate zakończenia kopalnych szczelin zmarzlinowych są raczej wynikiem procesu wtórnego, przy czym ich regularne współwystępowanie z podgięciami ku górze warstw rozciętych szczeliną sugeruje, że powstały one w wyniku tego samego procesu.

Pewne światło — choćby w formie hipotetycznej — wydaje się rzucać na zarysowany wyżej problem wykształcenia szczeliny nr 5 (fig. 6). Zwraca tu uwagę kilka szczególnych faktów:

— Ciągła warstwa torfów o dobrze czytelnej teksturze poziomej, będącej wynikiem ułożenia makroszczałków flory, jest po obu stronach

szczeliny wyraźnie przesunięta w pionie, podobnie jak i niżej leżąca druga cienka warstwa torfu, z tym że wielkość zrzutu maleje ku dołowi;

— Na kontakcie z wypełnieniem szczeliny horyzontalna tekstura torfu wykazuje wyraźne wygięcia: na skrzydle wiszącym — ku dołowi, a w skrzydle zrzuconym — ku górze;

— Szczelina przecina zakończenie soczewki gytii torfiastej występującej w stropie dolnej warstwy torfu, a jej miąższość szybko rośnie po stronie skrzydła zrzuconego.

Mając na uwadze powyższe obserwacje należy przypuszczać, że w gąbczastym materiale, który niewątpliwie ulegał silnej kompaktacji, powstał — wykorzystując szczelinę mrozową — uskok kompakcyjny zainicjowany przez osiadanie soczewki gytii torfiastej. Proces ten zapewne miał miejsce po wypełnieniu szczeliny piaskiem i po rozmarznięciu osadów.

Analiza szczeliny nr 1 (fig. 2) pozwala zaobserwować jej asymetrię i pochylenie w lewo, z czym wiąże się silniejsze podgięcie warstw w górnej części, właśnie po tej stronie. Również z lewej strony występuje w torfach soczewka gytii. Podgięcie warstw obserwuje się jedynie w górnej części klina, powyżej warstwy torfów.

Przytoczone wyżej obserwacje nasuwają konieczność rozpatrzenia roli kompaktacji osadów w tworzeniu się obserwowanych w stanie kopalnym zaburzeń osadów przylegających do szczelin mrozowych. Opisana tu sytuacja jest, oczywiście, dość szczególna z powodu wyjątkowej podatności na osiadanie gąbczastych i nasiąkniętych wodą osadów jeziornych.

Wielu badaczy zajmujących się formami występowania lodu gruntowego w warunkach klimatu peryglacjalnego prócz klinów lodowych wypełniających poligonalne szczeliny pionowe obserwuje również formację lodu śródwarstwowego (S. Taber, 1943; D. M. Hopkins, 1949; T. L. Péwé, 1962; E. G. Katasonowa, 1963), występującego w postaci soczewek i warstewek horyzontalnych, wykorzystujących szczeliny międzywarstwowe, lub nieregularnych bloków i drobnych kawałków lodu tkwiących w luźnych osadach. Jednocześnie w wyniku permanentnych, sezonowych procesów mrozowych obserwowane jest bardzo drobne rozwarstwienie osadów i przewarstwienie ich lodem, w wyniku czego powstaje charakterystyczna wtórna tekstura osadów (L. S. Homiczewska, 1960). W okresie ocieplania się klimatu lód gruntowy stopniowo wytapia się. Procesowi temu w pierwszym rzędzie podlegają żyły lodowe wypełniające szczeliny pionowe, co następuje szybciej, jeśli szczeliny są otwarte ku górze, a żyły lodowe nie są przykryte osadem. Następuje wtórne wypełnienie szczelin osadem mineralnym, a równocześnie — jednak z pewnym opóźnieniem — wytapia się lód śródwarstwowy. Wynikiem tego procesu jest osiadanie osadów, przy czym zależnie od wielkości wytopionych mas lodu następuje mniejsze lub większe ich zaburzenie.

Nie można wykluczyć możliwości powstania w trakcie tego procesu wtórnych podgięć warstw ku górze na kontakcie z wypełnioną już materiałem mineralnym szczeliną mrozową. Proces ten może się odbywać już pod przykryciem osadów nadległych, co umożliwia zachowanie kopuły w górnym zakończeniu osadów wypełniających szczelinę, przy czym zarówno kopuła jak i podgięcia warstw powstaną równocześnie, jako wynik osiadania osadów przylegających do szczeliny, a nie wypychania materiału wypełniającego szczelinę ku górze.

Tak więc proces osiadania osadów, mogący doprowadzić do zaburzenia warstw przylegających do szczeliny, może być wynikiem zarówno różnicy w zdolności osiadania między osadami rozciętymi szczeliną a osadami ją wypełniającymi, jak również opóźnionego wytapiania się lodu śródwarstwowego podczas stopniowego ustępowania klimatu peryglacjalnego.

*

Rozgałęziona szczelina nr 4 (fig. 5, tabl. I, II) jest wypełniona w sposób charakterystyczny dla „struktur szczelinowych wtórnego wypełnienia” wg nomenklatury J. Goździka (1973). Na kontakcie ze szczeliną warstwy przylegające są charakterystycznie wyciągnięte ku dołowi i stanowią część wypełnienia szczeliny przy jej ścianach. Taki układ warstw, powszechnie obserwowany w kopalnych klinach mrozowych (L. Sawicki, 1952; J. Dylík, M. Chmielewska, W. Chmielewski, 1954; J. J. Donner, V. Lappalainen, R. G. West, 1968; J. Goździk, 1973 i in.), uważany jest za wynik sezonowego, częściowego rozmarzania kontaktu żyły lodowej z przylegającymi osadami. Rozmarznięte zakończenia warstw rozciętych szczeliną bądź to ulegają plastycznemu ugięciu ku dołowi, bądź też materiał ze ścian zostaje redeponowany w głąb szczeliny, ulegając rozdrobnieniu i tracąc pierwotną teksturę.

Proces ten jest doskonale czytelny w opisywanych strukturach z Wawrzyszewa, gdzie szczeliny są wyścielone bezstrukturalną masą torfową, różniącą się wyraźnie od sprasowanego torfu zawierającego dużą ilość makroszczałków roślinnych, tworzącego ciągłą warstwę rozciętą szczelinami. Mechanizm powolnego spływania materiału ze ścian w głąb szczeliny jest dobrze czytelny dzięki zróżnicowaniu warstwy wyścielającej ściany szczeliny. Przy samej ścianie, głównie w dolnej części szczelin, są to przeważnie redeponowane gytie, które przykrywa masa gytiiowo-torfowa pokryta redeponowanym torfem. Górną część warstwy wyścielającej szczelinę stanowi już tylko masa torfowa.

Podobna do opisywanej „wykładzina” ścian klinów mrozowych była wielokrotnie obserwowana w stanie kopalnym (T. T. Paterson, 1941; J. Dylík, 1952; H. Sadłowska, J. Jersak, 1954; A. Filipiuk, 1960) i z reguły stanowił ją bardzo drobny materiał — mułkowy lub ilasty.

Grawitacyjne spływanie osadów w szczelinę podkreśla występowanie w ścianach klinów niewielkich uskoków schodowych (J. Dylík, 1956; J. Goździk, 1973). Uskoki takie są dobrze widoczne po prawej stronie górnej części szczeliny nr 4 z Wawrzyszewa (fig. 5, tabl. I).

Proces stopniowego zapełniania otwartych szczelin osadami ze ścian i nanoszonymi z góry, w trakcie którego powstawały nowe szczeliny już w osadach wypełniających, dał w efekcie ząbienie się osadów wypełniających pochodzących z różnych źródeł (patrz fig. 5).

*

Dość specyficzny typ reprezentują szczeliny nr 2 i 3 (fig. 3 i 4), których wypełnienie stanowią częściowo bryły osadów przylegających w górnej części do szczeliny, a właściwie osadów nadległych. Dzięki występowaniu warstwy torfów z ich charakterystyczną teksturą poziomą można je do-

skonale odróżnić od redeponowanej masy torfowej wyścielającej ściany szczelin. Mamy tu do czynienia z bryłami zafałdowanymi lub ustawionymi pionowo w szczelinie, co mogło nastąpić w wyniku ugięcia (fig. 4) lub zawalenia się stropu szczeliny. Wydaje się, że proces ten miał miejsce wskutek wytopienia się klinów lodowych przykrytych warstwą osadów.

Takie pokryte osadami żyły lodowe obserwowane są powszechnie w obszarach o klimacie peryglacjalnym (S. Taber, 1943; B. I. Wtiurin, E. A. Wtiurina, 1960; T. L. Péwé, 1962; W. R. Aleksiejew, G. N. Filosofow, 1963; N. N. Romanowski, O. G. Bojarski, 1966), gdzie zachowują się poniżej granicy sezonowego odmarzania gruntu, a pokryte zostały szybko przyrastającymi osadami, bardzo często torfem. Osady przykrywające żyłę lodową często przecięte są pionowymi wąskimi szczelinami sięgającymi aż do powierzchni terenu. Szczeliny te w okresie wytapiania się żyły lodowej mogą stanowić drogę dopływu materiału mineralnego z góry, który stopniowo zapełnia miejsce po lodzie. Gwałtowne wymarzanie lodu i odprowadzenie wody może, jak się wydaje, doprowadzić do zawalenia się warstw nadległych lub ich ugięcia w szczelinę.

*

W głębszych partiach wykopu z Wawrzyszewa obserwowano kilkakrotnie szczeliny wypełnione piaskiem lub piaskiem ze żwirem o przebiegu nie pionowym, lecz pochylonym lub schodowym (fig. 7).

Kopalne żyły zmarzlinowe o podobnym wykształceniu obserwowano zwykle w osadach wyraźnie warstwowych, charakteryzujących się poziomą oddzielnością lub spękaniem horyzontalnym (J. P. Schafer, 1949; T. Klatka, 1956; Ł. Pierzchałko, 1956; J. Sekyra, 1956; N. G. Bobow, 1960).

W organicznych osadach Wawrzyszewa w ten sposób wykształcone są prawdopodobnie dolne odcinki głębokich szczelin, które w górnej części mają przeważnie kształt zbliżony do klina. Ta różnica w kształcie szczeliny w przekroju pionowym wiąże się zapewne z typem osadów występujących w dolnej części profilu. Są to gytie silnie sprasowane, o doskonałej oddzielności płytkowej lub łupkowej, przechodzące ku spągowi w typowe łupki bitumiczne. Pozioma oddzielność tych osadów prawdopodobnie musiała się już zaznaczać w okresie tworzenia się żył lodowych i ułatwiała rozprzestrzenienie się lodu w kierunkach horyzontalnych.

TOPOGRAFICZNE POŁOŻENIE SZCELIN

Badania współcześnie tworzących się formacji lodu gruntowego w warunkach klimatu peryglacjalnego wskazują na pewne prawidłowości w topograficznym rozmieszczeniu szczelin wypełnionych lodem bądź materiałem mineralnym. Szczeliny wypełnione pierwotnie materiałem mineralnym tworzą się z reguły na obszarach dobrze odwadnianych, w warunkach klimatu suchego (T. L. Péwé, 1959; N. S. Daniłowa, 1963; J. Goździk, 1973). Współcześnie tworzące się żyły lodowe zapełniające poligonalny układ szczelin obserwowane są przeważnie na obszarach nisko leżących,

silnie nawodnionych, o wysoko położonym zwierciadle wód gruntowych. Są to dna dolin, tarasy zalewowe, dna jezior wyschniętych i obszary bezodpływowych bagnisk i torfowisk (S. Taber, 1943; D. M. Hopkins, 1949; D. M. Hopkins i in., 1955; W. R. Aleksiejew, G. N. Filosofow, 1963; E. G. Katasonowa, 1963; N. N. Romanowski, O. G. Bojarski, 1966).

Na podstawie regionalnej analizy topograficznego rozmieszczenia kopalnych szczelinowych struktur zmarzlinowych, przeprowadzonej na obszarze środkowej Polski, J. Goździk (1973) stwierdził prawidłowości w występowaniu szczelin wypełnionych pierwotnie materiałem mineralnym i pseudomorfoz po żyłach lodowych. Stwierdza on, że znaczna większość tego typu struktur powstała na obszarach dobrze odwodnionych i dominują wśród nich szczeliny pierwotnego wypełnienia, a „... w miejscach najlepiej odwodnionych obserwowano wyłącznie ten rodzaj kopalnych szczelin”. Natomiast w miejscach dobrze nawodnionych, bardzo rzadko napotykaną strukturę szczelinową „... posiadają cechy wskazujące na zapełnienie miejsc po klinach lodowych przez materiał otaczający szczeliny”.

Odnosnie do stanowiska osadów interglacjalnych na terenie Wawrzyszewa nasuwa się wyraźna zbieżność następujących faktów:

- kompleks osadów organicznych powstał w zamkniętym, stosunkowo niewielkim jeziorze;
- zagłębienie to jest wyraźnie widoczne jeszcze współcześnie w morfologii terenu, podkreślone zarastającymi i zasypywanymi sztucznie podmokłościami i bajorkami;
- w okresie tworzenia się szczelin mrozowych był to obszar zarastającego i wysychającego jeziora, w którego brzeżnych partiach utworzyła się aureola torfowa;
- w profilu poprzecznym przez zbiornik jeziorny struktury klinowe obserwowano na odcinku brzegowym, gdzie w stropie osadów występują torfy (w centralnej części zbiornika, gdzie profil kończy kreda jeziorna, struktur tego typu nie stwierdzono);
- torfy i występujące pod nimi bezstrukturalne gąbczaste gytie były niewątpliwie silnie nawodnione;
- występujące głębiej zbite gytie o teksturze łupkowej oraz leżące w spągu serii organicznej łupki bitumiczne, podścielone ilami, mułkami lub gliną zwałową utrudniały odprowadzanie wód ze zbiornika.

Powyższe fakty wydają się sugerować, że powstające w okresie panowania na tym obszarze klimatu peryglacjalnego szczeliny zmarzlinowe były natychmiast zapełniane lodem rozwijającym się w poligonalne żyły lodowe. Wydaje się więc mało prawdopodobne, by powstające w zbliżonym czasie i w bezpośrednim sąsiedztwie szczeliny mogły być zapełniane w diametralnie różny sposób: bądź lodem, bądź też od razu materiałem mineralnym. Wobec tego należałoby przyjąć, że wszystkie opisane szczeliny zmarzlinowe na terenie Wawrzyszewa są pseudomorfozami po żyłach lodowych, a więc zapełnienie ich jest wtórne. A zatem niektóre cechy morfologiczne zaakcentowane przy opisie struktur, a powszechnie uważane raczej za wskaźniki pierwotnego wypełnienia szczelin mrozowych, należy w tym wypadku interpretować jako wynik procesów wtórnych, związanych prawdopodobnie z kompakcyjnym osiadaniami utworów.

ANALIZA PIASKÓW WYPEŁNIAJĄCYCH SZCZELINY

Analizie (wykonanej w Pracowni Badań Czwartorzędu Zakładu Zdjęć Geologicznych Niżu IG pod kierunkiem J. Rzechowskiego) poddano trzy próbki piasków pobranych ze ścian wykopu, oznaczone symbolami: W-1, W-2, W-3. Próbkę W-1 i W-2 pobrane zostały z profilu piasków przykrywających serię osadów jeziornych rozciętych szczelinami zmarzlinowymi. Próbkę W-1 pobrano z głęb. ok. 1,5 m z żółtobezowych piasków, stanowiących prawdopodobnie młodą pokrywę eoliczną, przykrytych warstwą nasypu antropogenicznego o miąższości 60 cm. Próbkę W-2 pobrano z głęb. ok. 3,3 m, z środkowej części piasków warstwowanych typowo dla osadów rzecznych. Próbka W-3 została pobrana ze środkowej części piaszczystego wypełnienia szczeliny nr 4 (fig. 5). Makroskopowa identyczność charakterystycznych, żółtych, drobnoziarnistych piasków wypełniających wszystkie opisywane szczeliny mrozowe z Wawrzyszewa pozwala traktować badaną pojedynczą próbkę jako orientacyjnie reprezentatywną dla materiału wypełniającego szczeliny. Dla wymienionych próbek wykonane zostały następujące analizy: uziarnienia, obtoczenia i zmatowienia ziarn kwarcu, frekwencji minerałów ciężkich.

Analiza uziarnienia, scharakteryzowana wskaźnikami uziarnienia (tab. 1), wykazała odmienny charakter piasku wypełniającego szczelinę w stosunku do piasków przykrywających. Jest to materiał niejednorodny, rozkład uziarnienia jest bimodalny (fig. 8), przy czym główna moda (61,3%) jest we frakcji grubopyłowej (0,1 ÷ 0,05 mm), a druga (23,0%) we frakcji 0,5 ÷ 0,25 mm. W porównaniu z pozostałymi dwiema próbkami, które wykazują jednomodalny rozkład uziarnienia (przy czym analizy

Tabela 1

Wskaźniki uziarnienia piasków z klina mrozowego (W-1) i warstw przykrywających (W-2, W-3)

Symbol próbki	Wskaźniki uziarnienia (Folk i Ward)					
	Md	Mz	σ_I	Sk_I	K_G	$K_{G'}$
W-1	2,40	2,47	0,72	0,16	0,84	0,46
W-2	1,65	1,90	0,96	0,34	1,43	0,59
W-3	3,55	3,17	1,04	-0,47	0,96	0,49

Dane wg J. Rzechowskiego

próbki W-2 w pełni potwierdzają rzeczny charakter tych osadów), piasek stanowiący wypełnienie szczeliny zmarzlinowej jest znacznie słabiej wysortowany.

Porównanie uziarnienia piasków wypełniających kliny mrozowe z piaskami rzeczными, wykonane przez J. Gołęba (1956), dało bardzo zbliżone wyniki.

Obtroczenie ziarn kwarcu (fig. 9) w piasku wypełniającym szczelinę (próbka W-3), zróżnicowane w poszczególnych frakcjach, jest zbliżone do występującego w typowych osadach rzecznych (próbka W-2). Grubsze ziarna są dobrze obtoczone, ziarna drobniejsze natomiast wy-

raźnie wykazują obtoczenie gorsze. Charakterystyczna jest jednak w próbce W-3 obecność dużej ilości ziarn kanciastych wspólnie z licznymi ziarnami dobrze obtoczonymi.

Analiza zmatowienia ziarn i ich morfoskopii wykazuje odmienne cechy, charakterystyczne dla poszczególnych frakcji. Ziarna grube ($1,0 \div 0,5$ mm), przeważnie dobrze obtoczone, są w przewodzie matowe, o charakterze eolicznym, przy bardzo niewielkiej ilości ziarn błyszczących. Ziarna drobniejsze ($0,5 \div 0,25$ mm) wykazują znaczną przewagę błyszczących z niewielką ilością ziarn typowo eolicznych, jednocześnie we frakcji tej występuje duża ilość (12,6%) ziarn kanciastych. Dużą ilość ziarn kanciastych (24,3%) obserwuje się również we frakcji $0,25 \div 0,5$ mm próbki W-1, przy czym zdecydowaną przewagę mają tu ziarna błyszczące.

Próbka W-3 charakteryzuje się bardzo małą frekwencją minerałów ciężkich. W porównaniu z pozostałymi próbkami, w których dominuje granat i amfibole, tu zdecydowanie dominują amfibole, a skład minerałów ciężkich charakterystyczny jest raczej dla osadów glacialnych.

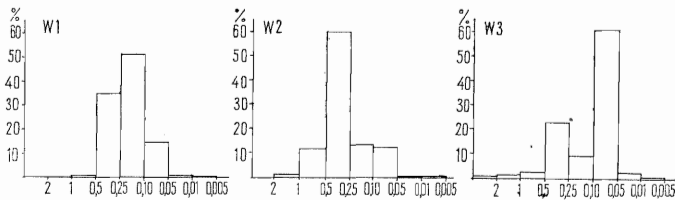


Fig. 8. Histogramy uziarnienia piasków

Histogram showing granulation of sands

W-1 — piaski pokrywowe z głęb. 1,5 m od powierzchni terenu; W-2 — piaski pokrywowe z głęb. 3,3 m od powierzchni terenu; W-3 — piaski z wypełnienia szczeliny nr 4

W-1 — cover sands from a depth of 1.5 m from the surface; W-2 — cover sands from a depth of 3.3 m from the surface; W-3 — sands filling up fissure No. 4

Przedstawiony powyżej materiał analityczny pozwala jedynie na porównanie z wynikami podobnych analiz, podawanymi przez autorów zajmujących się zagadnieniem genezy materiału wypełniającego szczeliny mrozowe. A. Dylikowa (1956) zwraca uwagę na załamanie krzywej granulometrycznej na linii 0,3 mm, podobne załamanie zaobserwować można na krzywej przedstawionej przez J. Gołęba (1956) na linii nieco poniżej 0,2 mm. Jest to wg A. Dylikowej (1956) frakcja graniczna między ziarnami większymi — dobrze obtoczonymi a ziarnami mniejszymi — kanciastymi, powstałymi na drodze wietrzenia mrozowego w warunkach klimatu peryglacialnego. Również W. Laskowska (1960) zwraca uwagę, że morfologia kanciastych ziarn drobnych sugeruje ich powstanie na drodze mrozowego pękania ziarn grubszych, poprzednio dobrze obtoczonych.

Wyniki analiz próbki W-3 pozwalają przypuszczać, że mamy tu do czynienia z materiałem, który został poddany kilku różnym procesom, świadczy o tym zarówno bimodalny rozkład uziarnienia, jak również zróżnicowany stopień obtoczenia ziarn kwarcu w poszczególnych frakcjach oraz charakter ich morfoskopii. Wydaje się, że piaski wypełniające szcze-

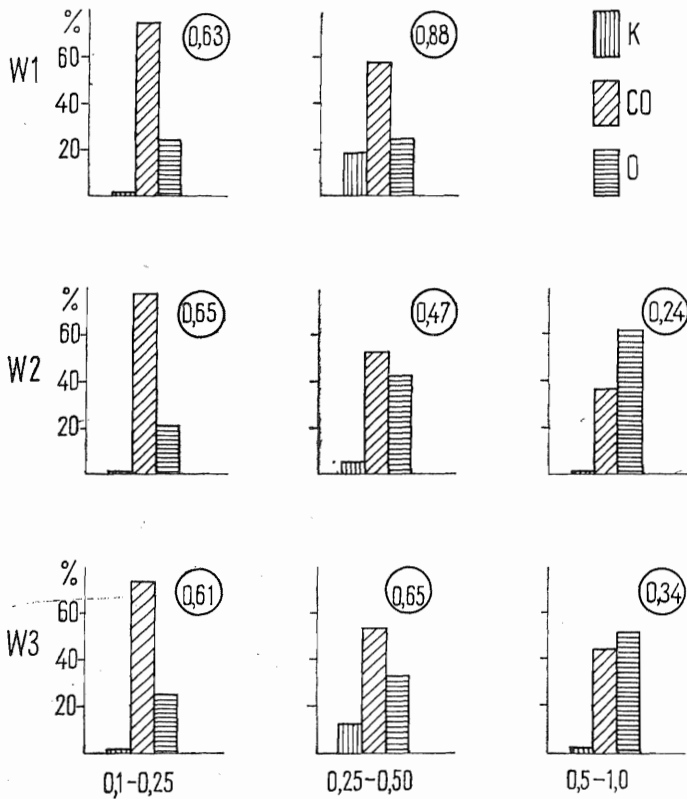


Fig. 9. Histogramy obtoczenia ziarn kwarcu

Histogram showing the roundness of quartz grains

K — ziarna kanciaste; CO — ziarna częściowo obtoczone; O — ziarna obtoczone; w kółkach wartości współczynników obtoczenia
 K — sharp-edged grains; CO — partly rounded grains; O — rounded grains; roundness coefficient given in circles

liny zmarzlinowe na terenie Wawrzyszewa są osadem rzeczny lub jeziornym, który uległ silnym procesom eolicznym, a następnie mrozowemu pokruszeniu ziarn kwarcu.

WNIOSKI OGÓLNE

1. Jeziorne osady interglacjałne Wawrzyszewa w brzeżnej części zbiornika są rozcięte szeregiem szczelin zmarzlinowych. Wypełnienie tych szczelin stanowi bądź to wyłącznie piasek doprowadzony z góry, bądź też tenże piasek wraz z materiałem pochodzącym z warstw przylegających do szczelin.

2. Piaski wypełniające szczeliny zmarzlinowe różnią się wyraźnie od piasków rzecznych przykrywających serię osadów jeziornych. Noszą one piętno kilkakrotnej przeróbki zakończonej mrozowym pokruszeniem ziarn kwarcu.

3. Specyficzne cechy osadów rozciętych szczelinami zmarzlinowymi wskazują na udział procesów kompakcyjnych w tworzeniu struktur towarzyszących szczelinom.

4. Topograficzna sytuacja opisanych struktur szczelinowych wydaje się wskazywać, że są one pseudomorfozami po żyłach lodowych, a wypełnienie ich jest wtórne.

Zakład Zdjęć Geologicznych Niżu
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 17 lutego 1975 r.

PIŚMIENICTWO

- BERG T. E. (1969) — Fossil sand wedges at Edmonton, Alberta, Canada. *Biul. peryglac.*, **19**, p. 324—333. Łódź.
- DONNER J. J., LAPPALAINEN V., WEST R. G. (1968) — Ice wedges in south-eastern Finland. *Geologiska Fören. Förhand.*, **90**, part 1, no 532, p. 112—116. Stockholm.
- DYLIK J. (1952) — Peryglacjalne struktury w plejstocenie środkowej Polski. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **66**, p. 53—113. Warszawa.
- DYLIK J. (1956) — Coup d'oeil sur la Pologne périglaciare. *Biul. peryglac.*, **4**, p. 195—238. Łódź.
- DYLIK J., CHMIELEWSKA M., CHMIELEWSKI W. (1954) — Badanie osadów jaskiniowych w Dziadowej Skale. *Biul. peryglac.*, **1**, p. 52—62. Łódź.
- DYLIKOWA A. (1956) — Kliny zmarzlinowe w Sławęcinie. *Biul. peryglac.*, **3**, p. 47—59. Łódź.
- FILIPIUK A. (1960) — Kliny zmarzlinowe w Podzamczu. *Biul. peryglac.*, **7**, p. 39—47. Łódź.
- GOŁĄB J. (1956) — Kliny zmarzlinowe jako drogi przewodzące wód gruntowych. *Biul. peryglac.*, **3**, p. 61—64. Łódź.
- GOŹDZIK J. (1973) — Geneza i pozycja stratygraficzna struktur peryglacjalnych w środkowej Polsce. *Acta geograph. Lodziensia*, **31**. Łódź.
- HOPKINS D. M. (1949) — Thaw lakes and thaw sinks in the Imuruk Lake area, Seward Peninsula, Alaska. *Jour. Geol.*, **57**, p. 119, nr 2. Chicago.
- HOPKINS D. M. et al. (1955) — Permafrost and Ground Water in Alaska. *Geol. Surv. Prof. Pap.*, **264—F**, p. 113—146. Washington.
- KLATKA T. (1956) — Plejstocenijskie żyły zmarzlinowe na górze Skała. *Biul. peryglac.*, **3**, p. 65—72. Łódź.
- KÖNIGSSON L.—K. (1968) — The ancyclus transgression in the Skede Mose area, Öland. *Geologiska Fören. Förhand.*, **90**, part 1, no 532, p. 5—36. Stockholm.
- LASKOWSKA W. (1960) — Kopalne struktury poligonalne na glinach zwałowych. *Biul. peryglac.*, **7**, p. 73—87. Łódź.
- MALINOWSKI J., MOJSKI J. E. (1960) — Przekrój lessu w Sąsiadce koło Szcebrzeszyna na Roztoczu. *Biul. Inst. Geol.*, **150**, p. 217—244. Warszawa.
- MOJSKI J. E. (1957) — Struktury krioturbacyjne i utwory pokrywowe w okolicy Piasków Luterskich. *Biul. Inst. Geol.*, **118**, p. 419—487. Warszawa.

- MOJSKI J. E. (1965) — Stratygrafia lessów w dorzeczu dolnej Huczwy na Wyżynie Lubelskiej. *Biul. Inst. Geol.*, **187**, p. 145—216. Warszawa.
- MORAWSKI W. (1975) — Nowe stanowisko osadów intergiasjalnych w Warszawie. *Prz. geol.*, **23**, nr 7, p. 361—362. Warszawa.
- OLCHOWIAK-KOLASIŃSKA J. (1962) — Genetyczne typy struktur czynnej strefy zmarzliny. *Acta geogr. Univ. Lodziensis*, **10**. Łódź.
- PATERSON T. T. (1941) — The effects of frost and solifluxion around Baffin Bay and in the Cambridge District. *Quarterly Journal Geol., Soc. London*, **94**, p. 99—130. London.
- PÉWÉ T. L. (1959) — Sand—wedge polygons (tessellations) in the McMurdo Sound Region, Antarctica — a progress report. *Amer. Jour. Sci.*, **257**, p. 545—552, no 8. Washington.
- PÉWÉ T. L. (1962) — Ice wedges in permafrost, Lower Yugon River area near Galena, Alaska. *Biul. peryglac.*, **11**, p. 65—76. Łódź.
- PIERZCHAŁKO Ł. (1956) — Periglacial phenomena in Northern Poland. *Biul. peryglac.*, **4**, p. 415—427. Łódź.
- SADŁOWSKA H., JERSAK J. (1954) — Struktury peryglacialne w epoce kredowej w Mogilnie. *Biul. peryglac.*, **1**, p. 82—89. Łódź.
- SAWICKI L. (1952) — Warunki klimatyczne akumulacji lessu młodszego w świetle wyników badań stratygraficznych stanowiska paleolitycznego lessowego na Zwierzyńcu w Krakowie. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **66**, p. 5—52. Warszawa.
- SCHAFFER J. P. (1949) — Some periglacial features in Central Montana. *Jour. Geol.*, **57**, p. 154—174, no 2. Chicago.
- SEKYRA J. (1956) — The development of cryopedology in Czechoslovakia. *Biul. peryglac.*, **4**, p. 351—369. Łódź.
- SŁOWAŃSKI W. (1963) — Pseudozmarzlinowe formy szczelinowe w kredzie jeziornej okolic Laski koło Brus. *Biul. peryglac.*, **12**, p. 165—170. Łódź.
- TABER S. (1943) — Perennially frozen ground in Alaska: its origin and history. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, **54**, p. 1433—1548, no 10. Washington.
- WICIK B. (1973) — Gawroniec. W: Przewodnik Zjazdu Naukowego pod hasłem: „Geneza gleb wytworzonych z utworów przekształconych peryglacialnie na Niziu Polski”, p. 51—54. Warszawa.
- WOLANIECKI J. (1958) — Formy szczelinowe w kredzie jeziornej okolic Piecków pod Mrągowem. *Prz. geogr.*, **30**, p. 131—137, nr 1. Warszawa.
- АЛЕКСЕЕВ В. Р., ФИЛОСОВ Г. Н. (1963) — Современные повторно-жильные льды в южной Якутии. Условия и особенности развития мёрзлых толщ в Сибири и на Северо-Востоке. Изд. АН СССР, стр. 72—75. Москва.
- БОБОВ Н. Г. (1960) — Современное образование грунтовых жил и мелкополигонального рельефа на Лено-Виллоиском междуречье. Труды Инст. Мерзл. им. В. А. Обручева, **16**, стр. 24—29. Москва.
- ВТЮРИН Б. И., ВТЮРИНА Е. А. (1960) — Зимние наблюдения за образованием и поведением морозобойной трещины в ледяной жиле. Труды Инст. Мерзл. им. В. А. Обручева, **16**, стр. 98—105. Москва.
- ДАНИЛОВА Н. С. (1963) — Первично-грунтовые жилы в четвертичных отложениях, р. Виллоя. Условия и особенности развития мёрзлых толщ в Сибири и на Северо-Востоке. Изд. АН СССР, стр. 25—40. Москва.
- КАТАСОНОВА Е. Г. (1963) — Современные многолетнемерзлые отложения и их более древние аналоги в северо-восточной части Лено-Виллоиского междуречья. Условия и особенности развития мёрзлых толщ в Сибири и на Северо-Востоке. Изд. АН СССР, стр. 41—60. Москва.

- РОМАНОВСКИЙ Н. Н., БОЯРСКИЙ О. Г. (1966) — Полигонально-жильные льды и грунтовые жилы в северо-восточной части Витимо-Патомского нагорья. Мёрзлотные исследования, 6, стр. 124—143. Москва.
- ХОМИЧЕВСКАЯ Л. С. (1960) — Опыт определения глубины сезонного протаивания по текстуре мёрзлых горных пород в районе Игарки. Труды Инст. Мерзл. им. В. А. Обручева, 16, стр. 111—115. Москва.
- ШУМСКИЙ П. А. (1960) — К вопросу о происхождении жильного подземного льда. Труды Инст. Мёрзл. им. В. А. Обручева, 16, стр. 81—97. Москва.

Войцех МОРАВСКИ

МОРОЗОБОЙНЫЕ ТРЕЩИНОВЫЕ СТРУКТУРЫ В ОТЛОЖЕНИЯХ ЭЭМСКОГО МЕЖЛЕДНИКОВЬЯ В ВАВЖИШЕВЕ

Резюме

В работе рассмотрена траншея, выкопанная в Вавжишеве (район Варшавы — фиг. 1) пересекающая чашеобразную впадину, оставшуюся от бывшего озера, заполненную ээмскими органическими отложениями. На стенках траншеи наблюдается ряд трещин, образующих полигональную сеть, образовавшуюся вероятно в условиях периглациального климата.

Геологический разрез изучаемых пород выглядит следующим образом: сверху антропогенные насыпи, ниже пески частично золотые, а главным образом речные, под ними залегает слой торфа, ниже губчатая и торфянистая гиттия, переходящая вниз по разрезу в сланцеватую гиттию с битуминозными гиттиями в подошве. Трещиновые структуры распространяются вниз по разрезу от торфа на глубину 2—4 м.

Морозобойная трещина № 1 (фиг. 2) характеризуется подвертыванием рассеченных пластов и куполообразным высаживанием вверх песчаного материала, заполняющего трещину, что вероятно является результатом вторичных процессов — таяния пластового льда и уплотнения пород. Верхняя часть морозобойной трещины № 2 (фиг. 3) частично заполнена глыбами торфа, вертикально торчащими в трещине. Морозобойная трещина № 3 (фиг. 4) в верхней части заполнена синклинально изогнутым слоем торфа. Предполагается, что в результате быстрого вымерзания ледяных жил произошел обвал, покрывающих их пород, заполнивших часть трещины. Нижние части трещин 2 и 3 заполнены мелкозернистыми песками.

Траншея пересекает виллообразную трещину № 4 (фиг. 5, таб. I и II). Стенки трещины покрыты бесструктурным, перенесенным торфом и гиттией. Эта „облицовка” стен трещины образовалась в результате сезонного частичного размораживания контакта ледяной жилы с прилегающими породами, которые сплывали вглубь трещины. Центральная часть трещины заполнена мелкозернистым песком, который был изучен с точки зрения зернистости (фиг. 8, таб. I), окатанности (фиг. 9) и матовости зерен кварца, а также с точки зрения наличия тяжелых минералов. Такой же анализ проведен в отношении покрывающих песков. Установлено, что песок, заполняющий трещины, испытывал воздействие различных процессов: перенос водой, золизация и растрескивание зерен кварца под воздействием мороза.

Морозобойная трещина № 5 (фиг. 6) была использована компакционным сбросом, произошедшим в результате неравномерного оседания пород. Морозобойная трещина № 6

(фиг. 7) является фрагментом нижней части морозобойной ступенчатой трещины, образовавшейся в сильно спрессованных сланцеватых гиттиях. Вероятно, горизонтальная текстура отложений способствовала образованию горизонтальных отрезков такого типа трещин.

Описанные трещиновые структуры образовались во впадине, оставшейся от озера, и в настоящее время также представляющей собой углубление в рельефе. Озерные отложения, подстилаемые непроницаемым слоем глинистых суглинков и валунной глиной, в процессе образования трещин вероятно были сильно насыщены водой. Вероятно поэтому в трещинах образовались ледяные жилы, а заполнение их минеральными отложениями произошло после таяния льда.

Wojciech MORAWSKI

FROST FISSURE STRUCTURES IN SEDIMENTS OF THE EEMIAN INTERGLACIAL AT WAWRZYSZEW

Summary

The present study is based on materials from a trench made in Wawrzyszew, a suburban district of Warsaw (Fig. 1). The trench, six metres deep, intersects a post-lacustrine basin filled with organic Eemian deposits. A number of fissure structures, observed on the walls of this trench, make up a polygonal net which was probably formed in a periglacial climate.

The geological section of these deposits shows the following sequence: anthropogenic banks at the top are underlain by partly aeolian and mainly fluvial sands, overlying a peat layer which rests on spongy and peat gyttias; these pass downwards into shaly gyttias with bituminous shales at the bottom. Fissure structures extend downwards from the peat layer, to a depth of two to four metres.

Frost fissure No. 1 (Fig. 2) shows a characteristic curving of the intersected beds, while the sandy filling of the fissure is pushed upwards in a dome-like form; this seems to be due to secondary processes — the melting of ice situated between the layers and the compaction of sediments. The upper part of frost fissure No. 2 (Fig. 3) is filled partly with clods of peat, which are inserted vertically in the fissure. Frost fissure No. 3 (Fig. 4) is filled, in its upper part, with synclinally bent peat layers. One may assume that as a result of a fast melting of ice veins, the overlying layers collapsed and thus form part of the present filling of the fissure. The lower parts of the fissures described above are filled with fine-grained sand.

The trench is intersected by the furcated frost fissure No. 4 (Fig. 5, Plates I and II). The walls of the fissure are covered with structureless loess, peat-redeposited from the walls — and gyttia. This "lining" of the walls of the fissure resulted from a seasonal, partial melting of that part of the ice vein which was in contact with the adjacent sediments, the latter flowing down inside the fissure. The central part of the fissure is filled with fine-grained sand, which was subjected to the analyses of size-grain (Fig. 8; Table 1), roundness (Fig. 9) and dullness of quartz grains and of the frequency of heavy minerals. The same analyses were made in the case of cover sands. The author finds that the sand which fills up the fissures described here went through the following processes: water transport,

aeolization, and frost disintegration of quartz grains. Frost fissure No. 5 (Fig. 6) was utilized by a compaction fault which had been caused by a nonuniform sedimentation process. Fissure No. 6 (Fig. 7) represents a fragment of the lower part of a frost fissure, forming a step-like pattern in the strongly pressed shaly gyttias. It seems that the horizontal structure of the sediments facilitated the development of the horizontal parts of fissures of that type.

The fissure structures described here were formed in a postlacustrine basin, which still occurs in the form of a lowering of the area. Lacustrine sediments, underlain by an impermeable layer of clayey silts and till, were probably strongly hydrated when the fissures were being formed. Thus it seems that the fissures were first filled with ice veins and then — when the ice had melted — mineral sediments were deposited there.

TABLICA I

Fig. 10. Przekrój rozwidlonej szczeliny zmarzlinowej nr 4 z północno-zachodniej ściany wykopu z Wawrzyszewa

Section of furnicated frost fissure No. 4 from the north-western wall of the trench in Wawrzyszew

TABLICA II

Fig. 11 i 12. Przekroje rozwidlonej szczeliny zmarzlinowej nr 4 z południowo-wschodniej ściany wykopu z Wawrzyszewa

Sections of furnicated frost fissure No. 4 from the south-eastern wall of the trench in Wawrzyszew

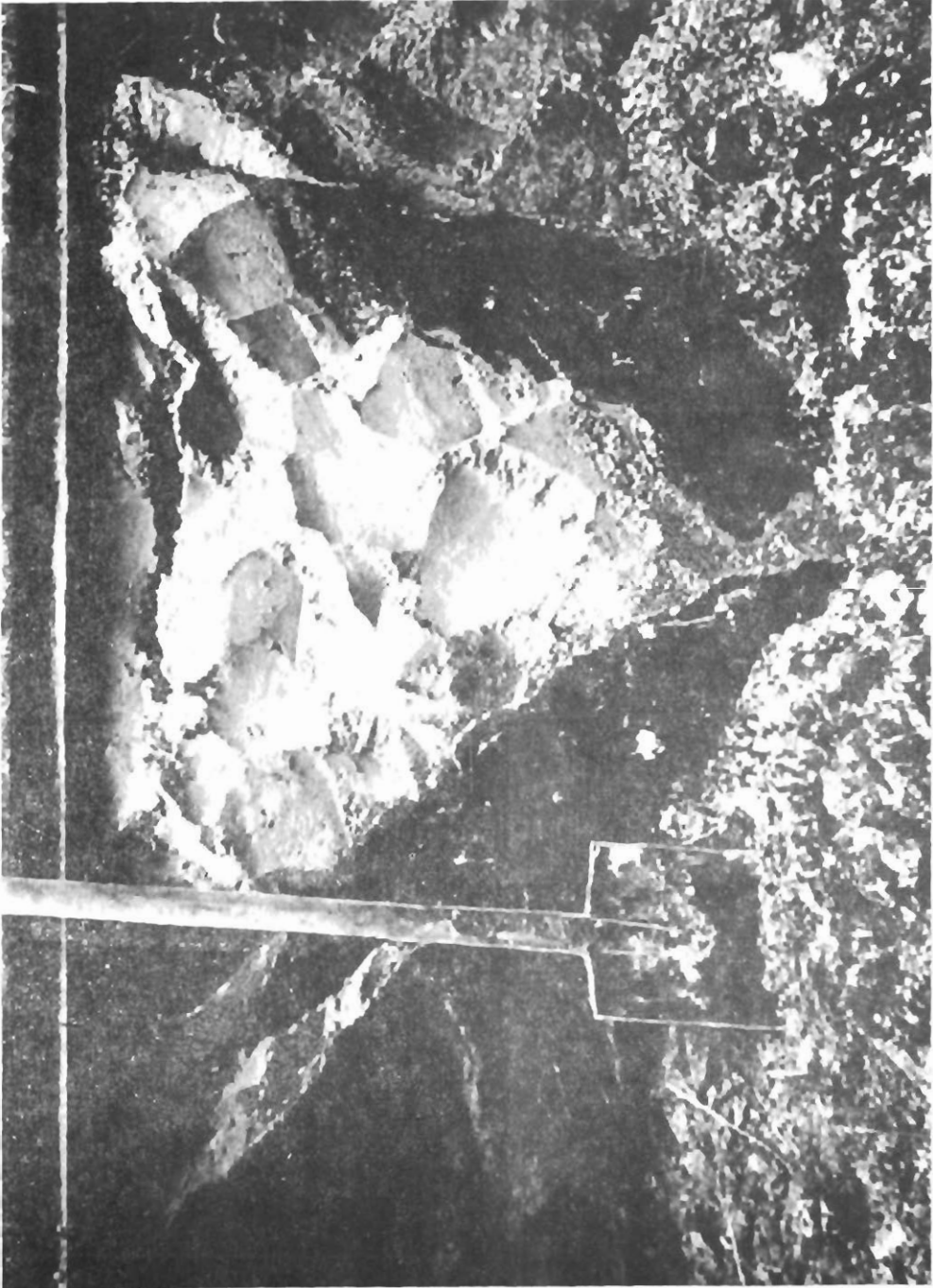


Fig. 10

Wojciech MORAWSKI — Zmarzlinowe struktury szczelinowe w osadach interglacjału eemskiego z Wawrzyszewa



Fig. 11



Fig. 12

Wojciech MORAWSKI — Zmarzlinowe struktury szczelinowe w osadach interglacjalu eemskiego z Wawrzyszewa