

Andrzej Jerzy NOWICKI i Krzysztof RADLICZ

O występowaniu i genezie zlepieńca czwartorzędowego

WSTĘP

Podczas wykonywania w 1958 r. zdjęcia geologicznego w okolicach Białowieży (w ramach prac nad Mapą Geologiczną Polski w skali 1 : 200 000) pierwszy z autorów napotkał w rozkopanym pagórku piaszczysto-żwirowym, bloki zlepieńca, przypominające na pierwszy rzut oka odłamy betonu. Dokładniejsza obserwacja pozwoliła stwierdzić, że zlepieńca jest utworem naturalnym. Kształty zlepieńca oraz jego występowanie wśród osadów sypkich wzbudziły zainteresowanie i zachęciły do bardziej szczegółowych badań.

W dostępnej literaturze znaleziono kilka krótkich na ogół wzmianek o występowaniu zlepieńców czwartorzędowych (R. Fleszarowa-Danysz, 1923; H. Gąsiorowski, 1924; B. Zaborski, 1927; P. Paschke, 1930; K. Kowalski, 1954).

Wymienieni autorzy, prócz B. Zaborskiego, opisują jaskinie piaszczyste w Mechowie i Połchowie pod Puckiem. P. Paschke i H. Gąsiorowski zwracają uwagę na genezę opisywanych form. B. Zaborski (1927), opisując tzw. morenę Czerwonego Boru, wspomina krótko o występowaniu zlepieńca plejstocenijskiego na Górze Zarębskiej koło Szumowa. Niedawno ukazało się opracowanie Z. Wójcika (1960) traktujące o piaszczystych naciekach w jaskini Studnisko, w którym autor nazywa opisane przez H. Gąsiorowskiego kolumny naciekowe z Mechowa konkrekcjami piasku fluwio-glacialnego. Znajdujemy w tejże pracy również wzmiankę o piaszczystych naciekach odkrytych przez pracowników Muzeum Ziemi w Jaskiniach Piaszczystych w Domaniewicach nad Pilicą.

W Muzeum Instytutu Geologicznego znajdują się okazy zlepieńca czwartorzędowego z miejscowości Siółko — arkusz Grodno oraz z Domaniewic nad Pilicą — arkusz Nowe Miasto, zebrane przez E. Rühlego w 1947 r.

W niniejszym opracowaniu podano opis zlepieńca czwartorzędowego z czterech stanowisk: Góra Zarębska, Zadworzany, Białowieża oraz Zambrzyce-Króle. Badania terenowe uzupełniono analizą petrograficzną ma-

teriału skalnego pobranego z trzech pierwszych stanowisk. Badania petrograficzne wykonał mgr K. Radlicz. W oparciu o te badania autorzy podjęli próbę wyjaśnienia genezy zlepieńca czwartorzędowego.

OPIS STANOWISK

Opisywane niżej stanowiska grupują się w północno-wschodniej Polsce na obszarze leżącym poza zasięgiem zlodowacenia północnopolskiego. Trzy z nich występują w obrębie stadiału Warty (E. Rühle, M. Sokółowska, 1957), a najbardziej wysunięte na północ stanowisko w Zadworzanych — w zasięgu zlodowacenia V według B. Halickiego (B. Halicki, 1951; A. J. Nowicki, praca w przygotowaniu do druku).

GÓRA ZARĘBSKA

Opisane stanowisko znajduje się na kulminacji dość stromego piaszczysto-żwirowego wzgórza zwanego Górą Zarębską (około 2 km na zachód od Szumowa), leżącego w obrębie tzw. moreny Czerwonego Boru w okolicy Zambrowa. Wysokość bezwzględna stanowiska wynosi około 170 m n.p.m.

Głębokość żwirowni założonej na wschodnim zboczu wzgórza sięga miejscami do 6 m. Długość jej wynosi około 80 m, szerokość około 40 m.

W ścianach żwirowni odsłaniają się leżące na przemian piaski i żwiry ze znaczną domieszką większych otoczków. Obserwuje się tutaj doskonałą segregację przede wszystkim grubszego materiału oraz krzyżowe i przekątne warstwowanie charakterystyczne dla osadów wodnolodowcowych. Miąższość poszczególnych krzyżujących się warstewek dochodzi do 20 cm.

Wyraźne warstwowanie oraz segregacja materiału zanikają stopniowo ku górze. W górnej partii ściany osad stają się bardziej piaszczyste, nie wykazuje warstwowania, a nieliczne tu głaziki są rozmieszczone chaotycznie.

W niektórych miejscach wśród żwirów i piasków występują ławice o miąższości do 0,5 m, złożone z doskonałe obtoczonych (o kształcie dyskoïdalnym), kierunkowo zgodnie z warstwowaniem ułożonych otoczków o średnicy nie przekraczającej 10 cm. Otoczki o większej średnicy są słabiej obtoczone i nie tworzą wyraźniejszych poziomów. Wśród otoczków wyróżniono makroskopowo: granity, gnejsy, kwarcie mleczne i szare, kwarcyty oraz różne odmiany wapieni. Spotyka się poza tym nieliczne odłamki czarnego krzemienia.

Z zachodniej części ściany wynurza się blok zlepieńca żwirowo-piaszczystego, silnie scementowanego węglanem wapnia (tabl. I, fig. 1). Materiał żwirowo-piaszczysty w zlepieńcu wykazuje warstwowanie krzyżowe.

W sąsiedztwie opisanego bloku, znajdującego się niewątpliwie w położeniu pierwotnym, występują również bloki zlepieńca i piaskowca oberwane w czasie eksploatacji żwiru. Piaskowce utworzone są z piasku wykazującego doskonałą segregację w poszczególnych frakcjach, poziomo lub krzyżowo warstwowanego, spojonego węglanem wapnia. Obserwuje się tu silniejszą cementację osadu o grubszym ziarnie; najslabiej scementowany jest piasek drobnoziarnisty.

Zlepieniec odznacza się dużą porowatością. Występujące w nim otoczaki ułożone są dość luźno. Spojone są one masą wypełniającą, złożoną z rozdrobnionego materiału detrytycznego mającego ten sam charakter co otoczaki i żwiru oraz ze spoiwa właściwego — kalcytowego, drobno- lub średnioziarnistego o typie inkrustacyjnym (kalcyt krystaliczny pokrywający materiał detrytyczny zlepieńców zazębia się w miejscach blisko położonych ziarn; luki międzyziarnowe są pokryte kalcytem krystalicznym — skała jest porowata) lub krustyfikacyjnym — kalcyt drobno- lub średnioziarnisty całkowicie wypełnia luki międzyziarnowe. W zewnętrznych partiach zlepieńca, poddanych bezpośrednio wpływowi atmosferycznym, masa wypełniająca ulega wyplukaniu i wówczas substancją cementującą staje się wtórnie wytracony z roztworu kalcyt, który występuje w postaci naskorupień na zorientowanych ku górze powierzchniach otoczków (tabl. III, fig. 5) tworzących się również współcześnie.

W płytkach cienkich masa wypełniająca zlepieńca ujawnia strukturę nierównościarnistą, psamitowo-psefitową, teksturę bezładną, zbitą, miejscami porowatą. Wśród składników wyróżniono: kwarc, skalenie kwaśne i zasadowe, glaukonit oraz okruchy skalne o bardzo urozmaiconym składzie. Występujące w zlepieniu otoczaki zostały poddane szczegółowemu przeglądowi w celu ustalenia ich charakteru petrograficznego i lokalizacji skał na terenie Fennoskandii. Wśród skał plutonicznych stwierdzono granity i dioryty kwarcowe, ze skał wulkanicznych diabazy, bazalty i porfiryty, wśród skał metamorficznych gnejsy biotytowe i amfibolowe, skałaklazowane skały o charakterze pegmatytu oraz kwarcyty. Spośród tych otoczków oś długa największego wynosi około 12 cm. Wszystkie skały wykazują dobry stopień obtoczenia.

Z grupy skał osadowych najliczniej reprezentowane są wapienie, poza tym mniej licznie występują margle, piaskowce wapniste lub margliste oraz piaskowce kwarcytowe. Ich stopień obtoczenia jest również dobry, rozmiary ich są takie same lub większe od otoczków skał magmowych i metamorficznych, przy czym wielkość największego okazu wynosi około 20 cm.

Charakter petrograficzny skał magmowych i metamorficznych przedstawia się następująco:

Granity wykazują strukturę średnio- lub gruboziarnistą i bardzo urozmaicone zabarwienie. Wśród nich występują granity średnioziarniste o barwie szaro-czarnej z grupy granitów Wexiö (Szwecja), różowo-czarnej z grupy Upsala (Szwecja) oraz czerwone granity z Wysp Alandzkich. Obok nich stwierdzono granity rapakiwi z owoidami o średnicy do 4 cm, z obwódkami szarozielonawymi oligoklazami opisywanymi przez J. Korna (1927) z Wysp Alandzkich oraz rapakiwi ze słabo widocznymi makroskopowo oligoklazami należącymi do grupy granitów południowo-wschodniej i południowo-zachodniej Finlandii.

Dioryty kwarcowe mają zabarwienie ciemnoszare lub prawie czarne. Wykazują strukturę hipautomorfowoziarnistą. Złożone są z tabliczek plagioklazów, hornblendy zielonej z polami pleochroicznymi dookoła licznych wrostków, biotyty przeobrażającego się w chloryt, również zawierającego wrostki z polami pleochroicznymi, oraz w drobnych ilościach występującego kwarcu, tytanitu i magnetytu. Hornblendy wykazuje budowę sitową i występuje w postaci słupków lub strzępów. Widoczne jest

w niej wyraźne przejście w biotyt. Plagioklasy, niekiedy o budowie pasowej i składzie andezynu (An_{33}), są przeważnie zbliżone polisyntetycznie według prawa albitowego lub albitowo-peryklinowego. Niektóre tabliczki są w mniejszym lub większym stopniu rozłożone, głównie zserycytizowane, rzadziej skalcytizowane. Nie dało się ściślej zlokalizować opisanego diorytu, lecz J. Korn (1927) lokalizuje te skały w południowej Szwecji w Wexiö. Poza tym dioryty kwarcowe amfibolowo-biotytowe występują również w południowej Finlandii (*vide* I. Kardymowicz, 1958), lecz różnią się one od wyżej opisanych obecnością mikroklinu, którego w badanych diorytach nie stwierdzono.

Diabazy o barwie ciemnozielonej wykazują strukturę grubokryształiczną, ofitową. Złożone są z automorficznych tabliczek plagioklazów, niekiedy o budowie pasowej i składzie labradoru (An_{60}), zbliżonych polisyntetycznie według prawa albitowego, augitu tytanowego wypełniającego luki między tabliczkami plagioklazów oraz magnetytu rozsiamego w całej skale. W bardzo drobnych ilościach występują biotyt oraz amfibol. Podobne diabazy J. Korn (1927) opisuje z dna Bałtyku

Skały typu bazaltów, znajdowane jedynie w postaci drobnych okruchów o zabarwieniu czarnym i strukturze intersertalnej, złożone są z listewek plagioklazu-labradoru oraz znajdujących się między listewkami plagioklazów minerałów nieprzezroczystych.

Porfiryty czarne lub ciemnoszare z licznymi szaroróżowymi prakryształami labradoru wykazują strukturę porfirową. Obok labradoru występują pakiety biotyту z licznym magnetytem oraz mniej lub bardziej rozłożone kryształy hornblendy. Ciasto skalne jest drobnokryształiczne. Porfiryty J. Korn (1927) opisuje z Venjan w środkowej Szwecji, A. Klyszyńska-Halicka (1938) z dna Bałtyku, jako gład narzutowy na wyspie Gotland.

Gnejsy hornblendowe są czarne o strukturze nierównoziarnistej. W partiach drobnoziarnistych występują hornblenda zielona i pył magnetytowy, w partiach grubiej ziarnistych — plagioklaz-andezyn, kwarc i biotyt wraz z magnetytem. Tego rodzaju gnejsy J. Korn (1927) opisuje z północnej Szwecji.

Gnejsy i łupki krystaliczne wykazują zabarwienie różowe, czarne lub ciemnoszare i strukturę drobno- lub średnioziarnistą. Złożone są z kwarcu, oligoklazu An_{14} i biotyту. Niekiedy występuje trochę magnetytu. W biotytach występują liczne wrostki z silnymi polami pleochroicznymi. Gnejsy lub łupki krystaliczne mogą pochodzić z południowej części Szwecji.

Kwarcyty i piaskowce kwarcytowe wykazują zabarwienie brudnobiałe lub czerwone. Są to skały o strukturze drobno- lub średnioziarnistej, psamitowej, teksturze bezładnej. Złożone są z żarn kwarcu doskonale obtoczonych i w mniejszym lub większym stopniu skorodowanych, chlorytu i tlenków żelaza. Spoiwo jest regeneracyjne — kwarcowe lub chlorytowe typu stykowego. Kwarcyty i piaskowce brudnobiałe mogą pochodzić z erodowanego podłoża z kambriu, kwarcyty i piaskowce kwarcytowe czerwone z południowej i środkowej części Finlandii i są wieku jotnickiego.

Skataklazowane skały o charakterze pegmatytów o barwie wiśniowoszarej wykazują strukturę średnio- lub drobno-

ziarnistą i porfiroblastyczną. W drobnoziarnistej lub średnioziarnistej granoblastycznej masie kwarcowej występują duże porfiroblasty andezynu (An_{34}), w mniejszym lub większym stopniu mechanicznie zdeformowane. Szczeliny i strzaskania w plagioklazach są zabliznione kwarcem.

Podobne skały J. Korn (1927) opisuje jako „eutaxitbreccie“. Opisane otoczaki skał magmowych nawiązane zostały do wymienionych przy ich opisie miejsc występowania na obszarze Fennoskandii. Trudność ściślejszego zaklasyfikowania do pewnych grup tego obszaru wynika z faktu, że na badanym obszarze naszego kraju krzyżują się zasięgi przytransportowanych przez lodowce materiałów skalnych z południowo-zachodniej Szwecji, południowej Finlandii, jak i z Wysp Alandzkich oraz z dna morza Bałtyckiego (J. Korn, 1927).

Skały węglanowe występujące w osadzie sypkim w postaci otoczków, ziarn piasku i pelitu są głównym źródłem kalcytu, stanowiącego spoiwo właściwe zlepieńców i piaskowców. Odgrywają one zasadniczą rolę w genezie zlepieńca i piaskowca.

Charakterystyka petrograficzna tych skał przedstawia się następująco:

a. Wapienie pelityczne są jasnoszare lub beżowe i wykazują teksturę zbitą. W pelitycznej masie kalcytowej widoczne są miejscami bardzo drobne okruchy fauny oraz grudki pirytu. Skały te pochodzą z zerodowanego podłoża osadowego malmu oraz permu.

b. Wapienie pelityczno-organodetrytyczne i wapienie organodetrytyczne o zabarwieniu jasnoszarym lub szarym wykazują teksturę zbitą, a spoiwo i detryt fauny są w nich w mniejszym lub większym stopniu przekryształizowane (górnny paleozoik).

Wapienie organodetrytyczne wykazują często strukturę reliktową — drobnoziarnistą. Niekiedy widoczne są w nich grudki pirytu z rdzawymi obwódkami wodorotlenków żelaza. Podobne wapienie obserwuje się w północnej Polsce w keloweju.

c. Wapienie rafowe wykazują strukturę drobno- lub średnioziarnistą, reliktową, organogeniczną. Podobne skały zostały opisane z północnej Polski w keloweju i malmie. Budowa organiczna widoczna jest tylko przy jednym nikolu, między dwoma nikolami zaś widoczna jest tylko ziarnistość wapieni. Ziarna kalcytu wykształcone są allotriomorficznie i zabierają się wzajemnie.

d. Margle o zabarwieniu szarym lub beżowym odznaczają się strukturą organodetrytyczną lub pelityczną, teksturą kierunkową lub bezładną. W przypadku margli organodetrytycznych głównym składnikiem skały są ułożone kierunkowo okruchy fauny skorupowej. Obok nich występują ziarna kwarcu we frakcji aleurytowej oraz nieco muskowitu. Spoiwo miejscami jest pelityczne, margliste, miejscami zaś kalcytowe, przekryształizowane. Obok wyżej opisanych skał osadowych stwierdzono wapienie oolitowe wieku górnójurajskiego, opoki i piaskowce glaukonitowe wieku kredowego oraz krzemienie szare, brunatne lub czarne wieku jurajskiego lub kredowego. Wszystkie skały osadowe znane są z obszaru Republiki Litewskiej i Łotewskiej.

ZADWORZANY

W odległości około 6 km od Sokółki w wykopie po prawej stronie szosy prowadzącej do Kuźnicy odsłaniają się bloki zlepieńca czwartorzędego

wego. Informacji o występowaniu w tym miejscu zlepieńca udzielił autorom uprzejmie mgr Z. Gajewski.

Opisane stanowisko znajduje się w obrębie strefy czołowomorenowej na wzgórzu piaszczysto-żwirowym. Wysokość bezwzględna stanowiska wynosi około 200 m n.p.m. Materiał, z którego zbudowane jest wzgórze, nie wykazuje warstwowania ani jakiegokolwiek segregacji. Osad jest nie przemyty i zawiera dużą domieszkę materiału pylastego. Piaski różnoziarniste, żwiry, otoczaki i glaziki o średnicy do 20 cm są bezładnie przemieszane, co nadaje osadowi charakter zwałowy.

W ścianie wykopu wysokości około 5 m, przecinającego północno-zachodnie zbocze wzgórza, odsłania się kilka bloków zlepieńca. Zlepienieć występuje w środkowej i górnej części ściany. Rozmiary odsłoniętych partii zlepieńca wahają się od 5 do 9 m³.

Z uzyskanych na miejscu informacji wynika, że tego rodzaju zlepienieć jest utworem dość często spotykanym w pagórkach strefy czołowo-morenowej zarówno na zboczach wzgórz, jak i w obniżeniach między pagórkami. Występuje tu w utworach piaszczysto-żwirowych na głębokości 2÷3 m, tworząc lokalnie pokłady o zmiennej miąższości, nie przekraczającej na ogół 1,5 m.

Materiał okrucowy w zlepieńcu zadworzańskim wykazuje dosyć dobre obtoczenie i reprezentowany jest przez granity i gnejsy, stosunkowo dużą ilość różnorodnych wapieni, liczne odłamki krzemieni czekoladowych, czarnych i niebieskich, kwarc mleczny i przezroczysty, kwarcyty oraz piaskowce. Występują tu pojedyncze buły krzemienia czarnego z białymi otoczkami. Glaziki, otoczaki i żwiry tkwią bezładnie w piaszczysto-pylastej masie wypełniającej zlepienieć.

W próżniach powstałych po wyflukaniu masy wypełniającej na powierzchniach otoczków zwróconych ku dołowi tworzą się kalcytowo-pylaste nacieki w postaci drobnych, połączonych stykowo gruzelków (tabl. III, fig. 6).

Spoivo zlepieńca ma charakter masy wypełniającej piaszczysto-pylastej, zawierającej dużą domieszkę kalcytu stanowiącego tu spoivo właściwe.

W płytkach cienkich masa wypełniająca ujawnia strukturę nierównościarnistą, aleurytowo-psamitowo-psefitową, teksturę zbitą, miejscami porowatą, i reprezentowana jest przez kwarc, biotyt, skalenie, granat, okrucy gnejsów, kwarcytów, granitów, diabazów, amfibolitów, kataklazytów, odłamki krzemieni, okrucy fosforytów, mułowców i piaskowców oraz skał węglanowych — wapieni, margli i dolomitów. Spoivo właściwe zlepieńca występujące w masie wypełniającej jest kalcytowe, średnio- lub gruboziarniste, typu inkrustacyjnego lub krustyfikacyjnego.

Otoczaki skał krystalicznych z Zadworzan są podobne do opisanych otoczków z Góry Zarebskiej. Ponadto napotkano łupki krystaliczne amfibolowo-andezynowe i biotytowo-oligoklazowe.

Łupki krystaliczne amfibolowo-andezynowe mają zabarwienie ciemnoszare i wykazują strukturę hipautomorfowoblastyczną, a teksturę kierunkową. Złożone są z hornblendy zielonej wykształconej w słupkach auto- lub hipautomorficznych oraz ksenomorficznego andezynu i ksenomorficznego kwarcu. Andezyn w partiach

zewnątrznych otoczków jest silnie skaolinityzowany, w wewnętrznych zaś jest zupełnie świeży.

Łupki krystaliczne biotytowo-oligoklazowe są drobno laminowane, złożone głównie z drobnych ksenomorficznych kryształów biotyту, oligoklazu i kwarcu. Miejscami obserwuje się pył magnetytowy. Łupki są poczęte cienkimi żyłkami wypełnionymi kwarcem i kalcytem.

Skały węglanowe występują w osadzie sypkim w postaci otoczków, ziarn piasku i pelitu. Charakterystyka mikroskopowa tych skał węglanowych przedstawia się następująco:

a. Wapienie pelityczne mają teksturę zbitą lub słabo porowatą. W pelitycznej, kalcytowej masie miejscami występują drobne okruchy fauny. Obok nich widoczne są pojedyncze utwory sekrecyjne, występujące przeważnie w postaci soczewek złożonych z drobno- lub średnioziarnistego kalcytu.

b. Wapienie pelityczno-organodetrytyczne. W pelitycznej masie węglanowej występują skalcytyzowane okruchy fauny, częściowo przekrystalizowane, o zatartej strukturze wewnętrznej. Obok okruchów zawierających gruby detryt fauny są również okruchy z drobnym detrytem. W wielu okruchach występują licznie soczewkowate utwory sekrecyjne, złożone z drobno- lub średnioziarnistego kalcytu.

c. Wapienie rafowe o zabarwieniu kremowym lub jasnoszarym wykazują wyraźną strukturę organogeniczną. Są one przeważnie w mniejszym lub większym stopniu przekrystalizowane.

d. Margle są szare, wykazują strukturę pelityczną. W pelitycznej masie występują skalcytyzowane skorupki mikroorganizmów, glaukonit zielony i pojedyncze ziarna kwarcu.

e. Piaszkowce i mulowce wapniste mają strukturę psamitową lub aleurytowo-psamitową, teksturę bezładną. Złożone są głównie z kwarcu. Rzadko występują skalenie lub muskowitz. Spółwo jest kalcytowe, typu bazalno-poikilitowego (w jednorodnym kryształach kalcytu znajdują się luźno rozsiane ziarna piasku).

f. Dolomity mają zabarwienie szare lub różowe, wykazują strukturę drobno- lub średnioziarnistą. Złożone są z idiomorficznych lub hipidiomorficznie wykształconych kryształów dolomitu z wrostkami wodorotlenków żelaza i substancji ilastej, ułożonymi strefowo lub rozsiانymi bezładnie. Kryształy zazębiają się wzajemnie lub tkwią gęsto ułożone w pelitycznej masie kalcytowej. Prawdopodobnie dolomity są wieku ordowickiego.

Obok wyżej opisanych skał osadowych znaleziono margle gąbkowe pochodzące z podłoża z malmu. Wapienie kremowe i piaszkowce glaukonitowe są wieku kredowego.

BIAŁOWIEŻA

Stanowisko znajduje się w przekopie kolejki leśnej, 3 km na południe od Białowieży przy drodze prowadzącej z miejscowości Podolany ku granicy państwowej. Bezwzględna wysokość stanowiska położonego na północnym stoku niewielkiego, płaskiego wzgórza wynosi około 170 m n.p.m. Przekop w opisywanym miejscu przecina wzgórze w kierunku równoleżnikowym. Ściany przekopu osiągnęły wysokość 3,5 m.

Pagórek zbudowany jest z piasków oraz piasków i żwirów. Zboczowe partie wzgórza zbudowane są z osadu piaszczystego różnoziarnistego, z przewagą ziarn drobnych i średnich, z cienkimi soczewkami piasku bardzo drobnoziarnistego mułkowatego, krzyżowo warstwowanego. Część centralna utworzona jest z osadu piaszczysto-żwirowego bezładnie ułożonego, przechodzącego ku dołowi w piasek podobny do piasku występującego w zboczowych partiach. W osadzie piaszczysto-żwirowym obserwuje się nieregularne kieszeniowate skupienia złożone z żwirów, otoczków, a nawet głazików o średnicy do 20 cm. Przeważa materiał o średnicy do 5 cm.

Zlepianiec odslania się po obu stronach wykopu, w jego środkowej części (4 bloki w ścianie północnej i 2 w ścianie południowej). Materiał okruchowy w zlepiancu, w zależności od otaczającego osadu, jest mniej lub bardziej różnoziarnisty i nie wykazuje wyraźniejszego warstwowania.

Głaziki, otoczki i żwiry rozmieszczone są bezładnie w piaszczystej masie wypełniającej zlepianca. Żwiry i otoczki w różnym stopniu obtoczone, na ogół dobrze, reprezentowane są przez gnejsy, granity, kwarcy, skały wylewne typu bazaltów oraz wapienie. Ponadto w niewielkich ilościach występują odłupki krzemieni czarnych i jasnobrązowych. Niektóre otoczki — zwłaszcza gnejsów — są silnie zwietrzałe. Otoczki wapienne wykazują wyraźne ślady ługowania.

Wśród skał węglanowych występujących w postaci otoczków, piasku i pelitu stwierdzono wapienie pelityczne, pelityczno-organodetrytyczne, organodetrytyczne oraz organogeniczne.

Charakterystyka mikroskopowa tych skał węglanowych przedstawia się następująco:

a. Wapienie pelityczne wykazują teksturę zbitą. Niekiedy obserwuje się w nich kalcytowe utwory sekrecyjne i drobne skupienia pirytu.

b. Wapienie organodetrytyczne wykazują strukturę organodetrytyczną i drobnoziarnistą, teksturę zbitą. W drobnoziarnistej lub pelitycznej masie występują okruchy szkarłupni i małży. Kanaliki szkarłupni są niekiedy impregnowane wodorotlenkami żelaza lub glaukonitem (jura). W niektórych okruchach obserwuje się rekrytalizację masy podstawowej pelitycznej — wytworzyła się mikro- lub drobnoziarnista masa ze skupieniami średnioziarnistego kalcytu. Obok okruchów skał znajdują się wy-preparowane okruchy fauny skorupowej.

c. Wapienie rafowe wykazują przeważnie struktury gruzłowe, relikto-owe, organogeniczne, rzadziej wyraźnie organogeniczne. W przypadku struktury wyraźnie organogenicznej ścianki organizmu złożone są z mikroziarnistego kalcytu, komory zaś wypełnione kalcytem pelitycznym lub drobnoziarnistym. Niektóre komory wypełnione są zielonym glaukonitem (jura).

Obok okruchów o wyraźnej strukturze rafowej występują okruchy o strukturze reliktowej rafowej, drobnoziarnistej. Przy skrzyżowanych niołach widoczna jest jedynie masa kalcytowa nierównoziarnista.

Obok wymienionych wapieni występują okruchy margli gąbkowych (malm), często zawierających glaukonit oraz igły gąbek, złożone przeważnie ze sferolitycznego chalcedonu. Spotyka się również odłupki krzemieni (malm lub kreda) i okruchy piaskowców (jura) o spoiwie marglistym.

Przy rozkopywaniu ściany poniżej jednego z odsłaniających się bloków zlepieńca natrafiono na partie piasku silnie scementowanego węglanem wapnia.

Scementowane partie tworzą zespół krótszych lub dłuższych słupów stojących pojedynczo, tworzących amfilady (tabl. I, fig. 2) lub łączących się w bliźniaki (tabl. III, fig. 7). Średnica słupów jest różna — waha się w granicach 12–25 cm. Ponadto grubość każdego słupa jest różna w poszczególnych jego częściach. Obserwuje się zgrubienia w formie czap (tabl. III, fig. 8) lub jakby zaczątki bocznych rozgałęzień (tabl. III, fig. 8).

Miejscami od partii scementowanych w postaci słupów odchodzą niewielkie poziome „pólecзки“ o grubości 3–5 cm, utworzone z silnie scementowanego, bardzo drobnoziarnistego, mułkowatego piasku.

Piaskowce występujące bezpośrednio pod blokiem zlepieńca stanowią jego naturalne przedłużenie w głąb osadu sypkiego — jak gdyby „korzenie“.

Opisywany zespół „wyrasta“ z podłoża utworzonego z ławicy piaskowcowej, posiadającej ograniczone rozprzestrzenienie (około 4 m długości). Materiał zarówno w słupach, jak i w podłożu, wykazuje warstwowanie, stanowiące przedłużenie warstwowania obserwowanego w osadzie sypkim.

W płytkach cienkich piaskowiec wykazuje strukturę psefitowo-psamitową, teksturę porowatą lub zbitą. Tekstura zbita ujawnia się w częściach wewnętrznych słupów, w zewnętrznych jest porowata. Piaskowce złożone są z następujących składników: kwarc, plagioklasy zasadowe i kwaśne, mikroklin, biotyt, muskowit, epidot zwyczajny, hornblenda zielona, granat, apatyt, cyrkon, glaukonit, kalcyt oraz okrucy gnejsów, kwarcytów, piaskowców, wapieni i skupienia kaolinitu. Ziarna mają przeważnie formy wydłużone, wykazujące dobre obtoczenie.

Wymiary ziarn wahają się w granicach 0,08–1,20 mm, przy przewadze ziarn 0,3–0,4 mm.

Ziarna kwarcu wykazują faliste, normalne lub smużyste wygaszenie światła. Często spotyka się w nich liczne wrostki turmalinu, apatyty, biotyty, cyrkonu, igieł sagenitowych.

Plagioklasy zasadowe są w dużym stopniu rozłożone — zepidotyzowane lub zserycytызowane. Skalenie alkaliczne są zmętniałe i zawierają wrostki wodorotlenków żelaza.

Biotyt jest przeważnie w mniejszym lub większym stopniu schlorytызowany.

Spoivo piaskowców o typie inkrustacyjnym utworzone jest z drobnoziarnistego kalcytu.

Średnia zawartość ziarn materiału detrytycznego, skał węglanowych i spojwa, obliczona na podstawie pomiarów planimetrycznych trzech płytek cienkich, przedstawia się następująco:

materiał detrytyczny	71,3% obj.
okrucy skał węglanowych	6,0 „
spoivo kalcytowe	22,7 „

W południowej ścianie przekopu, mniej więcej naprzeciwko opisanej odkrywki, odsłania się blok piaskowca o średnicy około 1 m, w środku z otworem o średnicy około 40 cm skierowanym ku dołowi. Blok utwo-

rzony jest z piasku różnoziarnistego, z pojedynczymi drobnymi otoczkami, niewarstwowanego, silnie scementowanego węglaniem wapnia. Blok ten odkopano, odsłaniając formę „maczugi“ z dużą głowicą (tabl. II, fig. 3). Trzon maczugi utworzony jest z piaskowca, wykazującego miejscami niewyraźne warstwowanie. Otwór obserwowany w górnej partii piaskowca przebiega przez całą długość głowicy, znajdując wylot w jej spodniej części.

ZAMBRZYCE-KRÓLE

Stanowisko położone jest w obrębie niewielkiej zwirowni przy szosie Warszawa—Białystok, 3 km na wschód od Mężenin, w pobliżu wsi Zambrzyce-Króle. Wysokość bezwzględna stanowiska wynosi około 130 m n.p.m.

W ścianie o wysokości do 3,00 m odsłaniają się piaski ze żwirem ukośnie i poziomo warstwowane, z różnej grubości przewarstwieniami żwirów i otoczek. Średnica ich nie przekracza 10 cm. Spotyka się nieliczne gładziki, głównie skał krystalicznych, o średnicy do 20 cm. Żwiry i otoczki wykazują dosyć dobre obtoczenie. Wśród nich wyróżniono makroskopowo: granity, gnejsy, kwarcyty, piaskowce, kwarcie szare i młeczne oraz wapnie szare i białe. Spotyka się ponadto nieliczne odłupki krzemieni czarnych.

Zlepience występują w postaci różnej wielkości (3–6 m³) bloków, grupujących się w brzeżnej partii zwirowni (tabl. III, fig. 3). Jeden z bloków ma charakterystyczny kształt grzyba z przebijającym go na całej długości otworem (tabl. I, fig. 2).

Materiał żwirowo-piaszczysty w zlepieniu jest mniej lub bardziej wyraźnie warstwowany. Żwiry i otoczki, o średnicy nie przekraczającej 8 cm, tkwią w piaszczysto-pylastej, silnie skalcytyzowanej masie wypełniającej zlepienia.

Ilością i jakością masy wypełniającej opisywane zlepienie upodabniają się do zlepienia z Zadworzan.

* * *

Badania petrograficzne zlepieńców i piaskowców występujących w Górze Zarebskiej, Zadworzanach i Białowieży wykazały, co następuje:

1. Materiał okrucowy zlepieńców przedstawia urozmaicony skład petrograficzny, przy czym niepoślednią rolę odgrywają skały węglanowe. Najbogatszy pod względem ilości, jak i różnorodności skał węglanowych, jest zlepieniec z Zadworzan. W zlepieniu tym obserwuje się ponadto nie spotykaną w innych zlepieniach ilość i różnorodność krzemieni.

2. Stosunek materiału okrucowego do spoiwa o charakterze masy wypełniającej zlepienia jest różny w zlepieniach z poszczególnych stanowisk.

Zlepieniec z Góry Zarebskiej charakteryzuje się znacznie mniejszą ilością masy wypełniającej niż zlepieniec z Białowieży czy Zadworzan. W tym ostatnim zresztą ilość masy wypełniającej dorównuje miejscami ilości grubszego materiału okrucowego.

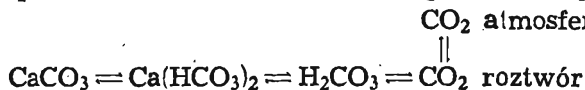
3. Spoiwo właściwe, zarówno w zlepieńcach, jak i w piaskowcach, jest kalcytowe, średnio- lub gruboziarniste, typu inkrustacyjnego lub krustyfikacyjnego. Typ spoiwa właściwego wskazuje na jego genezę — powstało ono drogą krystalizacji węglanu wapnia z roztworu.

PETROGENEZA

Z opisów stanowisk zlepieńca i piaskowca czwartorzędowego wynika, że powstał on w miejscu swego występowania w wyniku cementacji węglanem wapnia części sypkich osadów piaszczysto-żwirowych i piaszczystych. Procesy cementacji mogły zachodzić jedynie w pewnych określonych warunkach fizyczno-chemicznych. Węglan wapnia tworzący spoiwo właściwe w zlepieńcach i piaskowcach pochodzi z rozpuszczenia występujących w skale macierzystej mniejszych lub większych okruchów skał węglanowych. Świadczyłyby o tym fakt, że osady, w których występuje zlepieniec i piaskowiec, są pozbawione ziarn węglanowych, pojawiających się dopiero w bezpośrednim sąsiedztwie osadu scementowanego.

Obserwacje mikroskopowe wykazały, że spośród okruchów wapieni występujących w opisywanych stanowiskach najbardziej podatne na działanie roztworów wodnych są wapienie pelityczno-organodetrytyczne oraz piaskowce margliste, a ściślej ich spoiwo kalcytowe. Niemniej jednak z ilościowego występowania okruchów różnych skał węglanowych należy sądzić, że głównym źródłem węglanu dla spoiwa osadów scementowanych były wapienie pelityczne, najliczniej reprezentowane wśród obserwowanych tu skał węglanowych.

Teoretyczne wywody według N. Strachowa (1957) na temat przejść węglanu wapnia do roztworu i odwrotnie przedstawiają się następująco:



Ze wzrostem ciśnienia w roztworze wodnym, tj. ze wzrostem zawartości w nim CO_2 , coraz więcej CaCO_3 przechodzi do roztworu w postaci $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Przy tej reakcji ogólna koncentracja węglanów w roztworze wzrasta, pH roztworu zaś maleje. Odwrotnie, przy zmniejszaniu się ciśnienia, to jest zmniejszaniu koncentracji CO_2 , zawartość $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ spada i z roztworu wytrąca się CaCO_3 . Oznacza to, że przy spadku koncentracji $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ w roztworze wodnym wzrasta pH roztworu, a więc środowisko staje się bardziej alkaliczne. Z powyższego wynika, że decydującą rolę w tych reakcjach odgrywa czynnik regulujący zawartość CO_2 w roztworze. Czynnikiem tym może być dyfuzja CO_2 do roztworu i odwrotnie. Dyfuzja CO_2 do roztworu wodnego zachodzi powoli.

Jak wynika z obserwacji mikroskopowych, wiele ziarn i okruchów węglanowych o spoiwie kalcytowym zawiera kalcyt przekrystalizowany, a struktury w wapieniach często są reliktove. Dowodzi to, że działały tu roztwory z CO_2 sprzyjające rozpuszczaniu CaCO_3 . Podwyższone stężenie węglanu wapnia w roztworach w piaskach w sąsiedztwie zlepieńców utrudniało rozpuszczanie ziarn skał węglanowych.

Przy wytrącaniu się węglanu wapnia z roztworu poważną rolę odgrywa porowatość skały i parowanie roztworu. Porowatość skał luźnych

zależy od zawartości materiału we frakcji pylastej, piaszczystej i żwirowej. Im więcej jest materiału we frakcji drobniejszej, tym porowatość osadu jest mniejsza i odwrotnie. Parowanie z kolei zależy od porowatości skały oraz zmian temperatury otoczenia. Porowatość skały, jej uławicenie, warunkują szybkość krążenia roztworów oraz wpływają na intensywność parowania, wówczas zwłaszcza, gdy skała występuje blisko powierzchni i podlega bezpośrednio wahaniom temperatury. Parowanie powoduje, że roztwór staje się nasycony, z $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ uwalnia się CO_2 i następuje wytrącenie się węglanu wapnia.

Obserwacje geologiczne pozwalają przypuszczać, że w opisanych wyżej stanowiskach procesy cementacji zachodziły w strefie aeracji, powyżej poziomu wód gruntowych. Wodą biorącą udział w rozpuszczaniu węglanu wapnia, przenoszeniu go, a następnie koncentracji i wytrącaniu była przede wszystkim woda pochodzenia atmosferycznego.

Nawiązując do obserwacji terenowych zlepieńców i otaczających je piasków, autorzy wysunęli następującą hipotezę tworzenia się scementowanych utworów.

W obrębie piasków warstwowanych poziomo lub krzyżowo znajdują się wkładki, przewarstwienia lub kieszenie żwirów. W piaskach, jak i w żwirach, znajduje się detryt skał węglanowych.

Wody deszczowe wsiąkając w glebę najszybciej przechodzą przez partie żwirowe, w piaskach zaś wskutek mniejszej porowatości utrzymują się dłużej. Równocześnie z krążeniem wód działa parowanie roztworów, które w piaskach w związku z mniejszą porowatością odbywa się powoli, w żwirach zaś, dzięki większej porowatości, odbywa się o wiele szybciej. W żwirach wytwarza się pewnego rodzaju lej depresyjny, który działa na wody otaczające jak pompa ssąca. Wędrowkę roztworów w piaskach warstwowanych ułatwiają warstewki wzbogacone w żwirek lub gruby piasek. Wody z węglanem wapnia dostają się z piasków do żwirów. Intensywne parowanie w żwirach powoduje zwiększenie stężenia węglanu wapnia w roztworach, ucieczkę CO_2 i wytrącanie CaCO_3 . Część wód przedostaje się w głąb żwirów, powodując zwiększenie ługowania drobniejszych ziarn skał węglanowych. Ssące działanie „leja depresyjnego“ oraz parowanie prowadzi do zwiększenia stężenia węglanu wapnia w roztworach w sąsiedztwie żwirów i zmniejszenia ich aktywności. Może to spowodować zachowanie się nawet drobniejszych ziarn skał węglanowych w piaskach otaczających partie żwirowe. Po wytrąceniu się węglanu wapnia nastąpiła cementacja osadów luźnych.

Wraz z procesem budującym postępuje stopniowo proces niszczący i proces wtórnie budujący. Powodują go wody deszczowe z CO_2 , a być może zawierające HCO_3^- , — tzw. CO_2 agresywne. Wody dostają się do porowatego zlepieńca, część z nich paruje, część atakuje węglan wapnia. Z wystających na dół części zlepieńca spływają w głąb roztwory bogate w węglan wapnia, nasycając stopniowo osad luźny podścielający zlepieniec. Wskutek wzrastającego stężenia roztworu, przy jednoczesnym parowaniu, następuje wytrącanie się węglanu wapnia. Powoduje to zwiększanie grubości partii piasku scementowanego, a następnie narastanie na niej słupów piaskowca o genezie podobnej do genezy jaskiniowych stalagmitów i stalaktytów (tabl. II, fig. 3 i 4; tabl. III, fig. 7 i 8).

W wyniku opisanych wyżej procesów w zależności od warunków lokalnych powstawały różne formy zlepieńców. I tak w Górze Zarebskiej, gdzie doskonała segregacja i warstwowanie osadów umożliwiły kierunkowe, zgodne z warstwowaniem rozprzestrzenienie się roztworów, zlepieńce przybierają okazałe formy. Występujący tu obok zlepieńca piaszkowca zawiązająca, swe powstanie ulawiceniu i stosunkowo dużej porowatości związanej z równoziaźmistością osadu.

W Zadworzanach, Białowieży i Zambrzykach wyraźnie inny charakter osadu zdecydował o powstaniu znacznie mniejszych form. Tutaj w pierwszym rzędzie uległy cementacji nie mające szerszego rozprzestrzenienia partie osadu żwirowo-piaszczystego, gromadzące wodę infiltrującą przez osady piaszczyste. Takie skupienia żwirowo-piaszczyste po scementowaniu stanowią pewnego rodzaju magazyny, dostarczające węglanu wapnia dla rozwijającego się w dalszym ciągu procesu cementacji. Powstają wówczas takie formy, jak opisany z Białowieży zespół słupów piaszkowcowych oraz trzon „maczugi”. Proces powstawania tych form jest w istocie swej podobny do procesów powodujących tworzenie się stalagmitów i stalaktytów w jaskiniach. Formy takie Z. Wójcik (1960) nazywa piaszczystymi konkrecjami naciekowymi.

H. Gąsiorowski (1924) uzależnia powstawanie zlepieńca czwartorzędowego od obecności gliny zwałowej w nadległym osadzie. Przytoczone w niniejszym opracowaniu wyniki badań wskazują, że warunek ten nie jest niezbędny, tam gdzie syпки osad plejstoceniński zawiera odpowiednią ilość okruchów skał węglanowych.

WNIOSKI

Opisane wyżej stanowiska zlepieńca czwartorzędowego grupują się w północno-wschodniej Polsce, poza zasięgiem zlodowacenia bałtyckiego. Znane z literatury zlepieńce z Mechowa i Połchowa oraz zlepieńce ze Starogrodu koło Chełmna (informacje o nim uzyskano od dr J. Bażyńskiego) występują w obrębie zlodowacenia bałtyckiego. J. Oberc (1956) omawiając utwory czwartorzędowe Sudetów na północ od Kłodzka, pisze o odsłaniającej się przy szosie Bardo-Opolnica brekcji scementowanej węglanem wapnia i określa jej wiek jako czwartorzęd.

Zlepieńce różniące się od wyżej opisanych formą i wykształceniem znane są z krawędzi brzegu Wisły między Smoszowem a Mochtami oraz z Izbicy nad Narwią, gdzie opisał je J. Samsonowicz (J. Lewiński i in., 1927). Tworzą one w stropie piasków bezpośrednio pod ilami wstęgowymi pokład o miąższości nie przekraczającej na ogół 10 cm. Występowanie podobnych utworów w piaskach pod różnowiekowymi glinami zwałowymi rejestruje B. Halicki (1951) nad Niemnem.

Z przytoczonego tu rozmieszczenia stanowisk zlepieńca czwartorzędowego wynika, że utwór ten nie jest związany ściśle z jakimś poziomem stratygraficznym w obrębie czwartorzędu. Występowanie jego i forma zależne są od środowiska ze ściśle określonym zespołem warunków fizyczno-chemicznych.

PIŚMIENNICTWO

- FLESZAROWA-DANYSZ R. (1923) — Z mało znanych szlaków turystycznych na północnym Pomorzu. *Ziemia*, 8, p. 218—220, nr 12. Warszawa.
- GAŚSIOROWSKI H. (1924) — Formy zlepieńca dyluwialnego w Mechowie pod Puckiem. *Prz. geogr.*, 4, p. 161—164. Warszawa.
- HALICKI B. (1951) — Podstawowe profile czwartorzędu w dorzeczu Niemna. *Acta geol. pol.*, 2, p. 5—101, nr 1—2. Warszawa.
- KARDYMOWICZ I. (1958) — Przejawy granityzacji amfibolitu. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 27, p. 121—129. Kraków.
- KŁYSZYŃSKA-HALICKA A. (1938) — O utworach morenowych Lysej Góry pod Wilnem. *Staraunia*, 15, p. 1—46. Kraków.
- KORN J. (1927) — Die wichtigsten Leitgeschiebe der nordlichen kristallinen Gesteine im norddeutschen Flachlande. *Vertr. preuss. geol. L.—A.* Berlin.
- KOWALSKI K. (1954) — Jaskinie Polski. 3, p. 161—164. Państwowe Muzeum Archeologiczne. Warszawa.
- LEWIŃSKI J., LUNIEWSKI A., MAŁKOWSKI S., SAMSONOWICZ J. (1927) — Przewodnik geologiczny po Warszawie i okolicy. Warszawa.
- NOWICKI A. J. — Czwartorzęd okolic Sokółki (w przygotowaniu do druku).
- OBERC J. (1956) — Przyczynek do znajomości utworów czwartorzędowych i morfologii Sudetów na północ od Kłodzka. *Biul. Inst. Geol.*, 100, p. 395—412. Warszawa.
- PASCHKE P. (1930) — Uenechte Tropfsteinhöhlen im norddeutschen Flachlande. *Kosmos*, 27, p. 55—62. Stuttgart.
- RÜHLE E., SOKOŁOWSKA M. (1957) — Mapa utworów czwartorzędowych Polski 1 : 1 000 000. *Atlas Geologiczny Polski*, tabl. 2. Inst. Geol. Warszawa.
- СТРАХОВ Н. М. (1957) — Методы изучения осадочных пород, 2. Химическое изучение осадочных пород в генетических и корреляционных целях. *Госгеолтехиздат.* Москва.
- WÓJCIK Z. (1960) — Piaszczyste nacieki jaskini Studnisko w Sokolich Górach (Jura Krakowsko-Częstochowska). *Zbiór prac i komunikatów treści geologicznej.* Muzeum Ziemi. Warszawa.
- ZABORSKI B. (1927) — Studia nad morfologią dyluwium Podlasia i terenów sąsiednich. *Prz. geogr.*, 7, p. 1—52, nr 1—2. Warszawa.

Андрей Ежи НОВИЦКИ, Кршиштоф РАДЛИЧ

О ПОЯВЛЕНИИ И ГЕНЕЗИСЕ ЧЕТВЕРТИЧНОГО КОНГЛОМЕРАТА

Резюме

Описаны и исследованы четвертичные конгломераты и песчаники из четырех местонахождений в северо-восточной Польше. Авторы установили их происхождение, учитывая физико-химические условия. Констатируется, что

процессы цементации происходили в зоне аэрации. Углекислый кальций, принимающий участие в цементации, возникает в результате растворения рассеянных в сыпучих осадках обломков карбонатных пород. Водой, принимающей участие в растворению CaCO_3 , его переносе, а затем в концентрации и выпаданию осадка, была атмосферная вода. В процессе выщелачивания и осаждения углекислого кальция основную роль играет изменчивость pH раствора, пористость осадка и испарение.

Установлено, что прежде всего образовался конгломерат, как скопление CaCO_3 для дальнейших процессов цементации. В результате в валуновых отложениях образовался комплекс столбов песчаника, подобным образом как образования сталактитов и сталагмитов в пещерах.

Четвертичные конгломераты и песчаники не связаны с определенным стратиграфически четвертичным горизонтом, но их появление зависит от среды с определенными физико-химическими условиями.

Andrzej Jerzy NOWICKI, Krzysztof RADLICZ

ON OCCURRENCE AND ORIGIN OF QUATERNARY CONGLOMERATE

Summary

The authors have investigated and described Quaternary conglomerates and sandstones from 4 localities grouped in Northeastern Poland. On the basis of detailed examinations they determined the origin of these deposits with due consideration of physico-chemical conditions. Thus they ascertained that cementation has gone forth in the zone of aeration. The calcium carbonate participating in this cementation is derived from dissolved fragments of calcareous rocks scattered in the loosely accumulated material. The water which took part in dissolving CaCO_3 , in transferring this solution, in concentrating it and precipitating, has been atmospheric water. In leaching and precipitating the calcium carbonate, an important role was played by the variableness of the pH value of the solution, the porosity of the deposit, and evaporation.

The author determined that initially a conglomerate was formed representing a reservoir of CaCO_3 for further cementation processes. As a result of these latter processes, a group of columnar sandstone deposits were formed. The origin of the sandstone forms resembles the manner in which stalactites and stalagmites are built in caves.

The Quaternary conglomerates and sandstones are not connected with any stratigraphical horizon within the Quaternary. Their occurrence depends on an environment possessing an appropriate assemblage of physico-chemical conditions.

TABLICA I

- Fig. 1.** Blok zlepieńca czwartorzędowego z Góry Zarebskiej. Widoczne krzyżowe utawiczenie scementowanego osadu (długość młotka 40 cm)
Block of Quaternary conglomerate from Góra Zarebska. Visible is the cross-bedded cemented deposit (length of hammer 40 cm.)
- Fig. 2.** Fragment odsłonięcia Zambrzyce-Króle. Na pierwszym planie blok zlepieńca w formie grzyba z przebijającym go otworem
Fragment of outcrop at Zambrzyce-Króle. In foreground, a block of conglomerate in the shape of a mushroom, with an opening passing through it



Fig. 1



Fig. 2

Andrzej Jerzy NOWICKI, Krzysztof RADLIĆZ -- O występowaniu i genezie zlepieńca czwartorzędowego

TABLICA II

Fig. 3. Blok piaskowca z otworem po odsłonięciu. Fragment górny „maczugi“ piaskowcowej. Dolny wylot otworu znajduje się w sąsiedztwie trzonu maczugi.
Sandstone block, with hole visible after exposure. Upper fragment of sandstone “club”. The lower outlet of the hole is situated near the mace trunk

Fig. 4. Zespół odkopanych form naciekowych piaszczystych. Białowieża
Group of unearthed forms of sandy sinter. Białowieża.

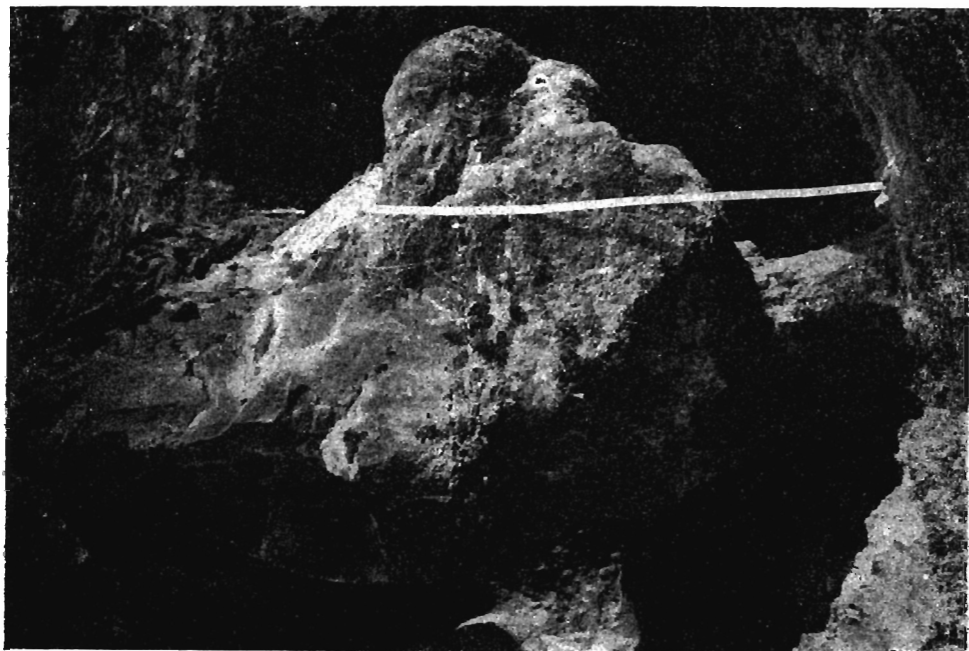


Fig. 3



Fig. 4

Andrzej Jerzy NOWICKI, Krzysztof RADLICZ — O występowaniu i genezie zlepieńca czwartorzędowego

TABLICA III

- Fig. 5. Naskorupienia kalcytowe na otoczaku z Góry Zarebskiej
Calcite incrustations on a pebble from Góra Zarebska
- Fig. 6. Nacieki kalcytowo-pylaste na otoczaku z Zadworzan
Calcite pelitic sinter on a pebble from Zadworzany
- Fig. 7. Fragment słupów bliźniaczych z wyraźnie zaznaczonym warstwowaniem.
Wysokość okazu 45 cm
Fragment of twinned columns with distinctly noticeable stratification.
Height of specimen 45 cm.
- Fig. 8. Fragment nacieku piaszczystego w formie słupa z czapą. Wysokość okazu 30 cm
Fragment of sandy sinter in the shape of a column with cap. Height of
specimen 30 cm.



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8