

KRYSTYNA KOPCZYŃSKA-ZANDARSKA

## Ukształtowanie i geneza powierzchni podłoża osadów czwartorzędu północno-zachodniego Pomorza

### THE ORIGIN OF RELIEF OF THE QUATERNARY SUBSTRATUM IN NORTH-WESTERN POMERANIA

**STRESZCZENIE:** Opracowanie rzeźby i genezy podłoża czwartorzędu na obszarze północno-zachodniego Pomorza wskazuje, że rzeźba ta jest bardzo zróżnicowana pod względem charakteru i wieku poszczególnych jej elementów. Stanowi ona rezultat złożonego nakładania się działalności procesów denudacyjnych, erozyjnych i tektonicznych. Poszczególne elementy tej rzeźby utworzone zostały we wczesnym paleogenie, w pliocenie i wczesnym plejstocenie (do zlodowacenia krakowskiego — Mindel) oraz w interglacjalach wielkim (Mindel/Riss) i eemskim (Riss/Würm).

#### WSTĘP

Wnioski dotyczące ukształtowania i genezy podłoża osadów czwartorzędu północno-zachodniego Pomorza są wynikiem szczegółowego opracowania stratygraficznego i paleogeomorfologicznego wszystkich dostępnych materiałów geologicznych z dotychczasowych wierceń (Kopczyńska-Zandarska 1970). Opracowanie to objęło obszar najbardziej zachodniej części antyklinalium pomorskiego, począwszy od okolic Czaplinka, oraz częściowo obszary otaczających synklinoriów (fig. 1 i 2). Praca wykonana została w Instytucie Geologii (Podstawowej Uniwersytecie Warszawskiego pod kierunkiem prof. dr S. Z. Różyckiego, któremu autorka pragnie złożyć podziękowanie za cenne wskazówki przy stosowaniu opracowanej przez niego metody paleogeomorfologicznego odtwarzania kopalnej rzeźby.

Dotychczasowy stan znajomości ukształtowania podłoża czwartorzędu dla całości opracowanego obszaru północno-zachodniego Pomorza ogranicza się głównie do opracowań dających ogólny zarys rzeźby tego

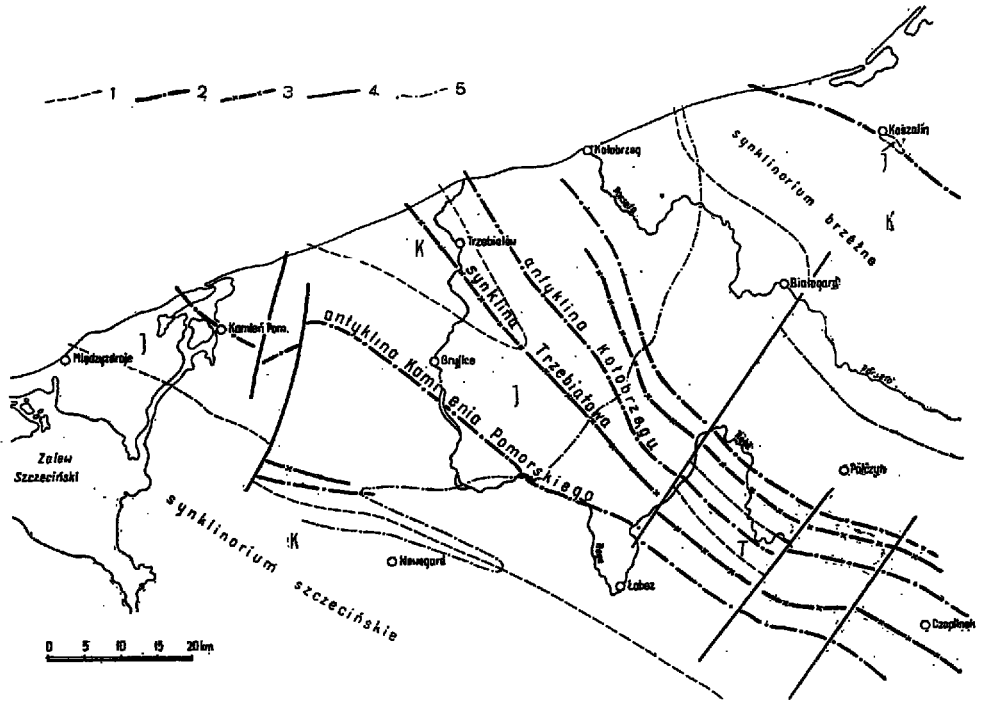


Fig. 1

## Szkic sytuacyjny badanego obszaru

1 granice geologiczne między osadami kredy (K), jury (J) i triasu (T); 2 osie antyklinalne w osadach mezozoiku; 3 osie synklin w osadach mezozoiku; 4 uskoki w osadach mezozoiku (1-4 wg Dadleza & Dembowskiej, 1963); 5 północno-zachodnia (zgeneralizowana) granica osadów trzeciorzędu

## Geological sketch map of the investigated area

1 geological boundaries between Cretaceous (K), Jurassic (J) and Triassic (T) deposits; 2 anticline axes in the Mesozoic deposits; 3 syncline axes in the Mesozoic deposits; 4 faults in the Mesozoic deposits (1-4 after Dadlez & Dembowska 1963); 5 generalized, NW boundary of the Tertiary deposits

podłoża. Jedynie regionalne prace R. Dadleza (1958), A. Kowalskiej (1960) i K. Schoeneicha (1962) mają charakter bardziej szczegółowy, choć obejmują one opracowany obszar fragmentarycznie.

Zagadnienie genezy rzeźby podłoża osadów czwartorzędu badanego obszaru rozpatrywane było przez wielu badaczy. Jako procesy, które wywarły decydujący wpływ na ukształtowanie podłoża czwartorzędu, przyjmowano zarówno ruchy tektoniczne, jak i procesy erozyjne oraz procesy egzaracyjnej działalności lodowców skandynawskich. Procesom tym nadawano jednak różną rangę, a także różny wiek. Obszerny przegląd starszej literatury z zakresu tego zagadnienia podaje A. Kowalska (1960). Autorka ta stwierdza, że w ogólnych zarysach rzeźba podłoża

wykazuje zależność od głównych jednostek strukturalnych, które jeszcze w plejstocenie podlegały ruchom pionowym. Przyjmuje ona również obecność w podłożu osadów czwartorzędu procesów erozji przedplejstoceńskiej i interglacialnej, oraz w pewnym stopniu także egzaracyjnej i glacialtektonicznej działalności lodolodów plejstoceńskich. Zbliżone stanowisko zajął K. Schoeneich (1962), który uważa, że w głównych zarysach rzeźba podłoża czwartorzędu rozważanego obszaru jest pochodzenia tektonicznego, a drugorzędne szczegóły tej rzeźby (głęboko wcięte doliny) są wynikiem procesów denudacyjnych. Natomiast wcześniej R. Dadlez (1958) rzeźbę podłoża przypisywał głównie procesom erozyjnym.

### SKŁAD I STRUKTURA PODŁOŻA OSADÓW CZWARTORZĘDU

Osady czwartorzędu spoczywają w badanym obszarze bezpośrednio na utworach jury, kredy lub trzeciorzędu. Osady mezozoiku występują pod czwartorzędem północno-zachodniej i centralnej części terenu, a na pozostałym obszarze przykryte są osadami trzeciorzędu (fig. 1). Zarówno charakter jak i struktury tektoniczne utworów mezozoiku (por. Pożaryski 1960; Dadlez & Dembowska 1962, 1963, 1964) mają tutaj istotne znaczenie dla odtworzenia ukształtowania i genezy powierzchni spągowej osadów czwartorzędowych.

Opracowany obszar obejmuje zachodnią część antyklinorium pomorskiego, które rozpada się tutaj na dwie antykliny (Kołobrzegu i Kamienia Pomorskiego) rozdzielone synkliną Trzebiatowa. Antykliny te dzielą się zresztą na szereg mniejszych form antyklinalnych i synklinalnych, a całe antyklinorium pomorskie poprzecinane jest szeregiem uskózków poprzecznych. Na uwagę zasługuje ponadto tzw. struktura Koszalińska. Większość z wymienionych struktur, a zwłaszcza te, które wykazywały zapewne większą względną i pozytywną ruchliwość tektoniczną, znajdują wyraźny oddźwięk w ukształtowaniu podłoża czwartorzędowego.

Obszar antyklinorium pomorskiego, poza strefą występowania osadów trzeciorzędu w podłożu czwartorzędowego, zbudowany jest z osadów jury — głównie liasu oraz w jego brzeżnych częściach doggeru i malmu. Osady kredy w podłożu czwartorzędowego występują w synklinorium szczecińskim, synklinie Trzebiatowa oraz niewielkim fragmentem na wschód od Kołobrzegu na wschodnim skłonie antyklinorium. Porównanie skał jury i kredy z formami rzeźby, które na nich się wykształciły, pozwoliło na podział tych skał na mniej i bardziej odporne na czynniki denudacyjne. Do bardziej odpornych można zaliczyć zlepieńce i piaskowce gruboziarniste niektórych partii liasu oraz wapienie górnego malmu i niektórych ogniw kredy. Na wychodniach tych skał sytuują się kuesty lub krańdździe denudacyjne. Natomiast obniżenia przypadają na strefy wychodni skał mniej odpornych na denudację tzn. na piaski, piaskowce drobno-

i średnioziarniste oraz skały mułowo-ilaste, które występują w liasie, doggerze, dolnym malmie i kredzie.

Osady trzeciorzędu leżą niezgodnie na osadach mezozoiku. Składają się na nie prawdopodobnie lądowe osady eocenu, występujące sporadycznie, oraz niewątpliwie morskie osady oligocenu i lądowe osady miocenu. Osadów pliocenu w badanym terenie nie stwierdzono. Granica występowania osadów trzeciorzędu została zresztą nieco zmodyfikowana w stosunku do przyjmowanej w dotychczasowych opracowaniach (Różycki & Tyski 1954, Areń 1957, Łyczewska 1958, Dadlez 1958, Dadlez & Dembowska 1962, Różycki 1967). W większości obszaru granicę tę wyznaczają osady oligocenu, a jedynie w północnej części terenu na odcinku na NW od Białogardu stanowią ją osady miocenu, które leżą tu przekraczając w stosunku do oligocenu. Granica występowania osadów trzeciorzędu rozdziela obszar powierzchni podłoża czwartorzędu na dwie jednostki geomorfologiczne, charakteryzujące się różnymi genetycznie i wiekowo elementami rzeźby.

#### UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI PODŁOŻA OSADÓW CZWARTORZĘDU

W rzeźbie powierzchni podłoża osadów czwartorzędu występują dwie zasadnicze jednostki geomorfologiczne: obszar wysoczyzny oraz skomplikowany system głębokich, wąskich, niejednokrotnie krzyżujących się dolin o wysokich i stromych krawędziach (fig. 2).

Obszar wysoczyzny ogólnie pochyla się wzdłuż głównej osi antyklinorium pomorskiego z SE ku NW. Największa kulminacja tej powierzchni (42,5 m n.p.m.) znajduje się na południe od Białogardu, natomiast powierzchnia ta obniża się w strefach antyklin Kołobrzegu (46,0 m p.p.m.) i Kamienia Pomorskiego (37,0 m p.p.m.). Powierzchnia wysoczyzny obniża się również w ogólnych zarysach dość konsekwentnie od głównej osi antyklinorium ku synklinorium brzeźnemu (poniżej 47,0 m p.p.m. na NE od Koszalina) i synklinorium szczecińskiemu (poniżej 30 m p.p.m. na SW od Nowogardu). Maksymalna deniwelacja głównych wyniesień i obniżen powierzchni wysoczyzny dla całego obszaru wynosi powyżej 85,9 m. A zatem rozmieszczenie głównych form rzeźby wykazuje wyraźny związek z przebiegiem głównych struktur mezozoiku.

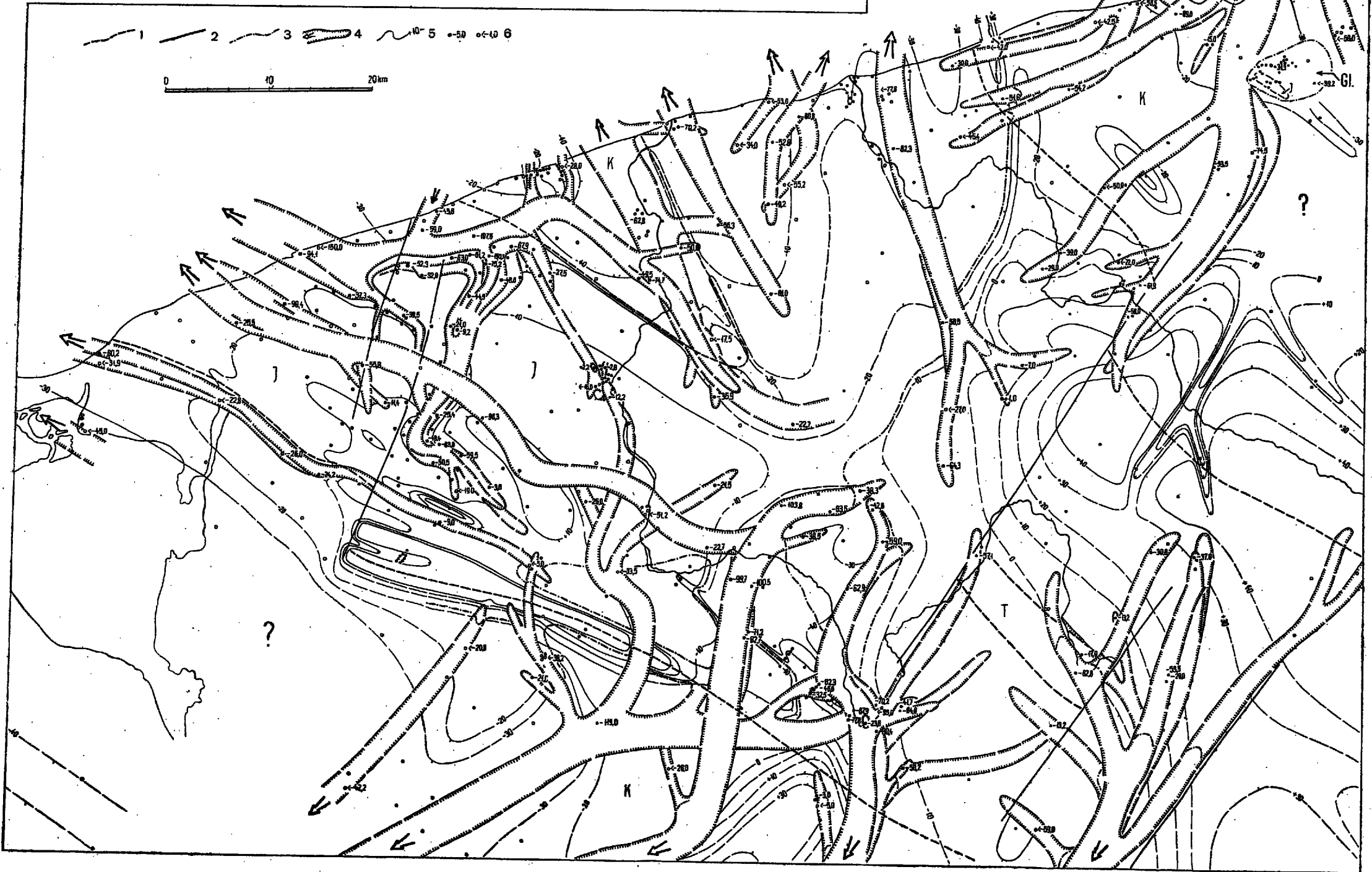
Szczegóły rzeźby wysoczyzny wykazują również zależność od podłoża. Zależność ta związana jest jednak z podrzędnymi strukturami mezozoiku oraz ze zróżnicowaniem odpornościowym skał jury i kredy na niszczenie. W obszarze podłoża czwartorzędu, zbudowanym ze skał mezozoiku, zaznaczają się bowiem w powierzchni wysoczyznowej formy rzeźby strukturalno-denudacyjnej. Na wydzielenie ich tutaj pozwoliła szczegółowa analiza form powierzchni mezozoiku we wschodniej części opra-

Ukształtowanie podłoża osadów czwartorzędowych

1 granice geologiczne między osadami kredy (K), jury (J) i triasu (T); 2 uskoki w osadach mezozoiku; 3 północno-zachodnia granica osadów trzeciorzędowych; 4 krawędzie dolin erozyjnych i kierunek spadku dolin; 5 izohipsy dla powierzchni wysoczyznowej (w metrach w stosunku do poziomu morza); 6 dokumentowany spąg osadów czwartorzędowych (w metrach w stosunku do poziomu morza); GI obszar zaburzeń glaciektonicznych

Morphology of the Quaternary substratum

1 geological boundaries between Cretaceous (K), Jurassic (J) and Triassic (T) deposits; 2 faults in the Mesozoic deposits; 3 NW boundary of the Tertiary deposits, 4 margins of valleys and direction of valley slope, 5 isohypses for the upland surface (meters in relation to sea level); 6 documented bottom of the Quaternary deposits (meters in relation to sea level); GI area of glaciectonic disturbances



cowanego obszaru, gdzie takie same formy są lepiej zachowane, gdyż do dziś przykryte są osadami trzeciorzędu (Kopczyńska-Zandarska 1970). Wśród tych form na uwagę zasługują garby, krawędzie denudacyjne i kuesty. Szereg garbów podłoża występuje pomiędzy Nowogardem a Kamieniem Pomorskim. Rozciągłość ich zgodna jest z biegiem wychodni wapieni kredy dolnej i malmu. Wysokość względna tych form dochodzi do 30 m. Podobny garb występuje na północny wschód od Gryfic, ale tutaj utworzył się on w strefie schodzenia się skrzydeł synkliny Trzebiatowa, a więc rozciągłość jego zgodna jest z upadem wychodni kredy, malmu i częściowo doggeru. Na północ od tej formy wzdłuż obrzeżenia synkliny Trzebiatowa rozciąga się również garb podłoża zbudowany z wapieni malmu. Omówione garby podkreślane są bądź krawędziami denudacyjnymi, bądź kuestami, które uzależnione są od wychodni bardziej odpornych na niszczenie wapieni kredy lub malmu. Krawędzie te dobrze podkreślają również skłon antykliny Kołobrzegu ku synklinie Trzebiatowa oraz antykliny Kamienia Pomorskiego od strony synkliny Trzebiatowa i od synklinorium szczecińskiego. Poza tym krawędź denudacyjną wyróżniono na linii uskoku koplńskiego — na północny zachód od Nowogardu, gdzie względna jej wysokość wynosi około 30 m. Poza kuestami wykształconymi w wapieniach kredy lub malmu na NW od Łobezu występuje dobrze udokumentowana kuesta zbudowana z gruboziarnistych piaskowców i zlepieńców liasu. Tak więc drugorzędne elementy rzeźby wysoczyzny podłoża czwartorzędu, zbudowanej z osadów mezozoiku, wykazują wyraźną zależność od drugorzędnych jednostek strukturalnych mezozoiku i od zróżnicowania odpornościowego wychodni mezozoiku. Natomiast w obszarze wysoczyznowym podłoża zbudowanym z osadów trzeciorzędu zależność ta już nie istnieje. Śladów tej zależności można się ewentualnie dopatrzeć w wyniesieniu (ok. 10 m wysokości), którego rozciągłość zgodna jest z osią struktury Koszalina. Z drugorzędnych szczegółów tej części powierzchni wysoczyzny należy jeszcze zwrócić uwagę na wyniesienie (ok. 20 m wysokości) pomiędzy Białogardem a Koszalinem, którego geneza nie jest jasna, oraz na obszar szeregu wąskich fałdów i synklin glacytektonicznych we wschodniej części struktury Koszalina i na wschód od niej. Deniwelacja powierzchni osadów trzeciorzędu w tym ostatnim obszarze dochodzi do 80 m, co nie zostało jednak pokazane na mapie podłoża czwartorzędu, gdyż nie mieści się w skali tej mapy.

Jako drugą zasadniczą jednostkę geomorfologiczną w rzeźbie podłoża osadów czwartorzędu wydzielono skomplikowany system dolin rzecznych, który jest wynikiem różnego wieku poszczególnych dolin lub ich odcinków. Tworzenie się kolejnych systemów dolinnych, rozcinających w mniejszym lub większym stopniu osady podłoża czwartorzędu, rozdzielane było bowiem okresami glacialnymi. Stąd też układ dolin występujących w podłożu czwartorzędu nie może stanowić jednolitego systemu rzecznoego, a składa się z szeregu różnych dolin, które nakładają się wza-

jemnie na siebie, zawieszane są jedne w stosunku do drugich, lub nawet wzajemnie się krzyżują. Układ dolin erozyjnych, tak samo jak powierzchnia wysoczyznowa i jej drugorzędne elementy rzeźby, wykazuje wyraźny związek ze strukturami tektonicznymi mezozoiku. Wyraża się to rozwojem dolin (konsekwentnych oraz subsekwentnych w stosunku do głównej osi antyklinorium pomorskiego. Doliny konsekwentne rozwinięte są przede wszystkim w południowo-wschodniej części terenu, a subsekwentne przypadają głównie na północno-zachodnią część antyklinorium. W synklinie Trzebiatowa pojawia się ponadto dolina usytuowana w osi tej synkliny. Tak więc doliny te odprowadzały wody z obszaru antyklinorium pomorskiego na południowy zachód do obniżenia na obszarze synklinorium szczecińskiego oraz na północny zachód w kierunku obszaru zajętego dziś przez Bałtyk. Taki rozkład sieci dolinnej predysponowany był zróżnicowanymi ruchami tektonicznymi wynoszącymi obszar antyklinorium pomorskiego. Ruchy te zachodziły podczas całego czwartorzędu, co pozwoliło na wielokrotne wcinanie się coraz to nowych systemów rzecznych w osady podłoża czwartorzędu. Charakter dolin erozyjnych przemawia również za tym, że wcinały się one w osady podłoża czwartorzędu w wyniku wynoszenia tego podłoża. Są to bowiem doliny bardzo głębokie i stosunkowo wąskie. Najpełniej elementy te udokumentowane są w rejonie Kamienia Pomorskiego (Kopczyńska-Zandarska 1968). Maksymalna głębokość doliny rozcinającej osady jury wynosi tam około 160 m licząc od powierzchni wysoczyznowej podłoża czwartorzędu. Dno doliny w tym miejscu znajduje się na poziomie 187,5 m p.p.m., a powierzchnia wysoczyzny na około 30 m p.p.m. Nieco na południe od tego punktu głębokość doliny wynosi około 130 m, a szerokość prawie 1 km. Niewiele płytsze i prawdopodobnie równie wąskie doliny występują także na pozostałym obszarze opracowanego terenu.

Jako drugorzędne elementy morfologiczne w obrębie dolin można wydzielić stopnie erozyjne i ostańce erozyjne obniżonej wysoczyzny. Stopnie erozyjne, podobnie jak i cały układ dolin rozcinających podłoże czwartorzędu, są wynikiem kilkakrotnego rozcinania podłoża podczas powstawania kolejnych systemów odwadniania obszaru północno-zachodniego Pomorza. Występują one w dolinach, które czasami nawet dwukrotnie były odpreparowywane, przy czym doliny młodsze nie powtórzyły całkowicie dolin starszych i zostały w stosunku do nich nieco przesunięte. W wyniku tego pozostała z jednej strony doliny wyższa krawędź doliny starszej, wypełnionej starszymi osadami czwartorzędowymi, a z drugiej strony doliny krawędź ta została obniżona — ścięta dnem młodszej doliny rozcinającej tutaj podłoże czwartorzędu. Przykładem takiego stopnia erozyjnego może być odcinek doliny na wschód od Białogardu (fig. 3A). Przykładem dwu stopni erozyjnych może być wschodnie zbocze doliny na południe od Łobezu (fig. 3B). W obu tych przypadkach w istniejącej obecnie dolinie notuje się niezgodność wieku poszczególnych stopni z nor-

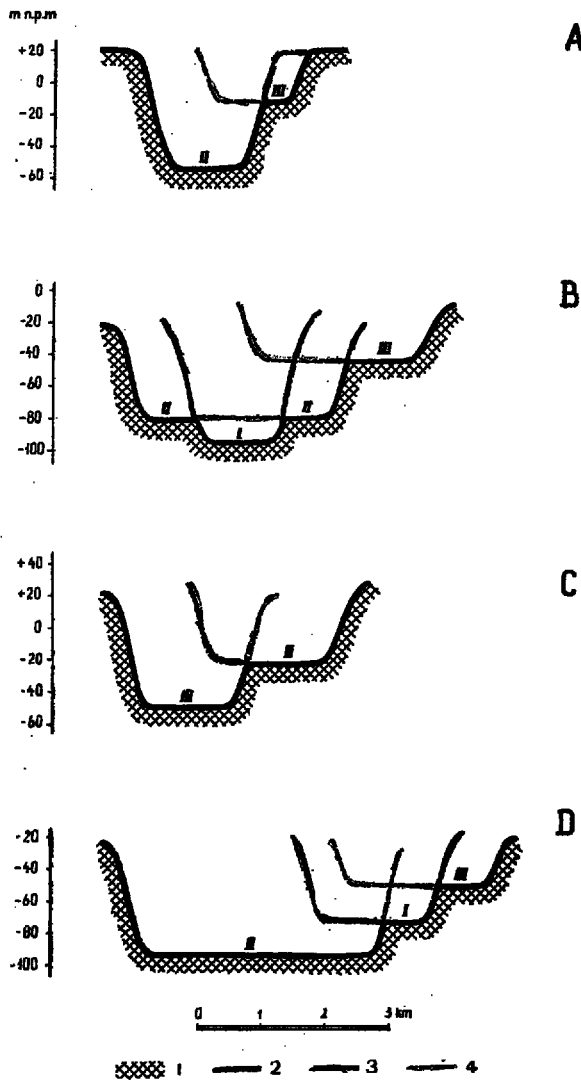


Fig. 3

Stopnie erozyjne w dolinach podłoża osadów czwartorzędu: A — na SE od Białogardu, B — na S od Łobezu, C — na S od Połczyna, D — na S od Koszalina.

1 osady podłoża czwartorzędu; 2 obecnie zachowane powierzchnie erozyjne w podłożu osadów czwartorzędu; 3 pierwotne (obecnie nie zachowane) powierzchnie erozyjne w podłożu osadów czwartorzędu; 4 powierzchnie erozyjne w osadach czwartorzędu. Wiek dna doliny i stopni erozyjnych: I pliocen i wczesny plejstocen, II interglacjał wielki, III interglacjał eemski.

Erosion steps in the valleys of the Quaternary substratum: A — SE of Białogard, B—S of Łobez, C—S of Połczyn, D—S of Koszalin

1 deposits of the Quaternary substratum; 2 preserved erosion surfaces in the Quaternary substratum; 3 primary (actually not preserved) erosion surfaces in the Quaternary substratum; 4 erosion surfaces in the Quaternary deposits. Age of the valley floor and of erosion steps: I Pliocene and early Pleistocene, II Great interglacial, III Eemian interglacial



malną kolejnością ich powstawania, kiedy to wyższe stopnie są starsze, a niższe młodsze. Tutaj bowiem, w wyniku nakładania się elementów erozyjnych z różnych okresów rzeźbotwórczych oraz ich kolejno coraz mniejszego wcinania się w podłoże czwartorzędu, stopnie wyższe są młodsze, a stopnie niższe starsze. Sytuacja ta nie jest jednak regułą dla całego obszaru badań. W przypadku bowiem, kiedy młodsze doliny wcinały się głębiej w osady podłoża czwartorzędu niż doliny starsze, istnieje normalna kolejność stratygraficzna stopni erozyjnych. Takie przypadki zanotowano np. w odcinkach doliny na południe od Kołobrzegu, na południe od Połczyna (fig. 3C), na wschód od Gryfic. Bardziej skomplikowana sytuacja ma miejsce w dolinie na południe od Koszalina (fig. 3D), gdzie najmłodszy jest stopień wyższy, starsze od niego jest dno doliny, a najstarszy stopień niższy. Poza stopniami erozyjnymi różnego wieku, w okolicy Kamienia Pomorskiego występują dwa tarasy erozyjne, które powstały w jednym okresie rzeźbotwórczym (Kopczyńska-Zandarska 1968). Ostańce erozyjne wysoczyzny, występujące w dolinach, udokumentowane są znacznie słabiej niż erozyjne stopnie i tarasy; można je było wyodrębnić jedynie w Łobezie i na wschód od Kamienia Pomorskiego. Do form tych można by jeszcze zaliczyć niewielkie fragmenty wysoczyzny obcięte krawędziami różnych dolin, np. na zachód od Łobezu i na zachód od Nowogardu.

Na podstawie przedstawionych danych stwierdzić należy, że ukształtowanie powierzchni podłoża osadów czwartorzędu badanego obszaru zdecydowanie odbiega swym charakterem od krajobrazów typowych dla obszarów nizu. Posiada ono raczej charakter wyżynny i zbliżone jest najbardziej do krajobrazu Wyżyn Środkowopolskich.

#### GENEZA I WIEK POWIERZCHNI PODŁOŻA OSADÓW CZWARTORZĘDU

Przedstawiona mapa ukształtowania podłoża osadów czwartorzędu (fig. 2) różni się znacznie od dotychczasowych opracowań (Dadlez 1958, Kowalska 1960, Schoeneich 1962). W dotychczasowych opracowaniach, mimo że przyjmowano poligeniczność rzeźby oraz różnowiekowość rozcięć erozyjnych podłoża czwartorzędu, wszystkim punktom dokumentującym nadawano jednakową rangę genetyczną i wiekową. Stąd mapy te przedstawiają rzeźbę podłoża jako jednolity obraz powierzchni, która mogła utworzyć się — zwłaszcza w elementach erozyjnych — w jednym okresie rzeźbotwórczym. Szczegółowa analiza stratygraficzna i paleogeomorfologiczna osadów i rzeźby, rozwijających się w trzeciorzędzie i plejstocenie północno-zachodniego Pomorza (Kopczyńska-Zandarska 1970), pozwoliła zróżnicować genetycznie i wiekowo punkty, na których oparta jest mapa ukształtowania podłoża czwartorzędu, oraz pokazać w sposób graficzny poligeniczność ukształtowania tego podłoża.

W wyniku analizy stratygraficznej i paleogeomorfologicznej można było wydzielić szereg okresów rzeźbotwórczych o przewadze działania procesów erozji i denudacji oraz wykonać dla większości z nich mapy paleogeomorfologiczne. We wszystkich tych okresach podłoże osadów czwartorzędu było w większym lub mniejszym stopniu modyfikowane. Tak więc kształtowanie się rzeźby podłoża czwartorzędu przypada głównie na:

- wczesny paleogen,
- pliocen i wczesny plejstocen,
- interglacjał wielki,
- interglacjał eemski.

Najstarsze elementy rzeźby podłoża czwartorzędu, występujące wyłącznie w obszarze zbudowanym z osadów mezozoiku, to powierzchnia wysoczyznowa wraz z drobniejszymi formami (garby, krawędzie denudacyjne i kuesty). Formowana ona być mogła podczas lub wkrótce po ukształtowaniu antyklinorium pomorskiego. Szereg badaczy mezozoiku przyjmuje, że całkowite wyniesienie antyklinorium miało miejsce na przełomie kredy i trzeciorzędu (por. np. Samsonowicz 1952; Tyski 1958; Pożaryski 1957, 1960; Pietrenko 1961; Dadlez, Dayczak-Calikowska & Dembowska 1964). Jednocześnie analiza paleogeomorfologiczna podłoża osadów trzeciorzędu pozwala sądzić, że na obszarze tym po oligocen wyłącznie brak akumulacji jakichkolwiek osadów. Tak więc rzeźba strukturalno-denudacyjna, nawiązująca do głównych i podrzędnych struktur mezozoiku oraz do zróżnicowania odpornościowego skał jury i kredy, mogła ukształtować się zapewne już we wczesnym paleogenie. Miała ona charakter prawie wyłącznie denudacyjny, gdyż nawet w obszarze, gdzie „konserwowana” jest obecnie w zachodniej części terenu osadami trzeciorzędu, nie stwierdza się pod nimi dolin erozyjnych. Podczas akumulacji oligocenińskiej powierzchnia północno-zachodniej części antyklinorium pomorskiego mogła w dalszym ciągu podlegać procesom denudacyjnym. Nie dały one jednak nowych form, gdyż nie różnią się one od form, które występują pod osadami oligocenu.

Miocen dla badanego terenu jest okresem przerwy w formowaniu się denudacyjno-erozyjnej rzeźby podłoża czwartorzędu. Akumulacja miocenińska objęła bowiem prawdopodobnie obszar całego antyklinorium pomorskiego. Zahamowała ona działalność procesów rzeźbotwórczych i tym samym zamknęła pierwszy denudacyjny okres rzeźbotwórczy dla obszaru podłoża czwartorzędu pozbawionego obecnie osadów miocenu. Natomiast dla obszaru podłoża, gdzie osady miocenu występują, jest to okres powstania powierzchni o charakterze akumulacyjnym, dziś już tektonicznie poważnie zmienionej.

Następny okres rzeźbotwórczy podłoża czwartorzędu przypada na pliocen i wczesny plejstocen, aż po zlodowacenie krakowskie. Jest to okres, w którym nastąpiła wyraźna zmiana warunków klimatycznych.

Efektom jej jest przewaga działalności procesów erozyjnych, które dają zupełnie odmienne formy rzeźby. Są to przede wszystkim głębokie i wąskie doliny erozyjne. Znaczne głębokości dolin, usytuowanie głównego działu wodnego mniej więcej wzdłuż osi antyklinorium pomorskiego oraz rozkładanie się dolin konsekwentne i subsekwentne w stosunku do struktur tektonicznych mezozoiku (fig. 4) wskazują na zależność rozwoju sieci rzecznej od struktur podłoża czwartorzędu. Zależność ta spowodowana być musiała ruchami tektonicznymi wynoszącymi antyklinorium pomorskie, a obniżającymi otaczające je synklinoria i synklinę Trzebiatowa. Występowanie w zachodniej części antyklinorium pomorskiego głównie dolin subsekwentnych, a w zachodniej konsekwentnych zależne być musiało również od zróżnicowania pozytywnego ruchu tektonicznego wzdłuż antyklinorium. Zachodnia część antyklinorium w początkowym okresie formowania się sieci rzecznej zapewne podlegała powolniejszym ruchom wznoszącym niż część wschodnia. Wobec tego jednak, że największe głębokości wcięć dolinnych występują w dolinach subsekwentnych między Trzebiatowem a Kamieniem Pomorskim, można sądzić, iż w końcowej części rozważanego okresu rzeźbotwórczego intensywniej wznoszona być musiała zachodnia część antyklinorium. W czasie tworzenia się systemu dolin, z ówczesnej powierzchni wysoczyznowej w zachodniej części badanego obszaru usunięte zostały osady miocenu i odsłonięte formy rzeźby denudacyjnej z wczesnego paleogenu, które prawdopodobnie zostały nieco zmodyfikowane. Formy te zostały ponadto wówczas poważnie rozcięte, na ogół poprzecznie, nowym systemem dolin rzecznych i wobec tego niejednokrotnie zachowały się jedynie we fragmentach. We wschodniej części terenu ówczesna wysoczyzna (powierzchnia akumulacyjna mioceńska) uległa również poważnym zmianom. Poza rozcięciem jej szeregiem dolin rzecznych, musiała również podlegać ona procesom denudacyjnym. Poważniejsze znaczenie dla obecnego ukształtowania tej powierzchni miały jednak ruchy tektoniczne, które spowodowały powstanie nierówności w pierwotnie płaskiej powierzchni sedymentacyjnej osadów mioceńskich; kulminacje jej przypadają bowiem na antyklinorium pomorskie, a obniżenia na synklinorium brzeżne.

W następnych okresach rzeźbotwórczych, które przypadają na interglacjalny — wielki i eemski, rozwój rzeźby ma podobny charakter jak w pliocenie i wczesnym plejstocenie. W obydwu interglacjalach rozwijają się systemy głębokich i wąskich dolin rzecznych wykazujące również zależność od ruchów tektonicznych podłoża czwartorzędu. Rzeki w tych okresach początkowo rozcinały osady czwartorzędu, a w końcowych etapach dochodziły do osadów podłoża czwartorzędu, a nawet poważnie je rozcinały (fig. 5 i 6). Sieci dolin z obydwu interglacjalów nie wykazują jednak zgodności, co wynika ze zróżnicowania pozytywnego ruchu tektonicznego antyklinorium pomorskiego, wzdłuż którego ciągle sytuuje się główny dział wodny.

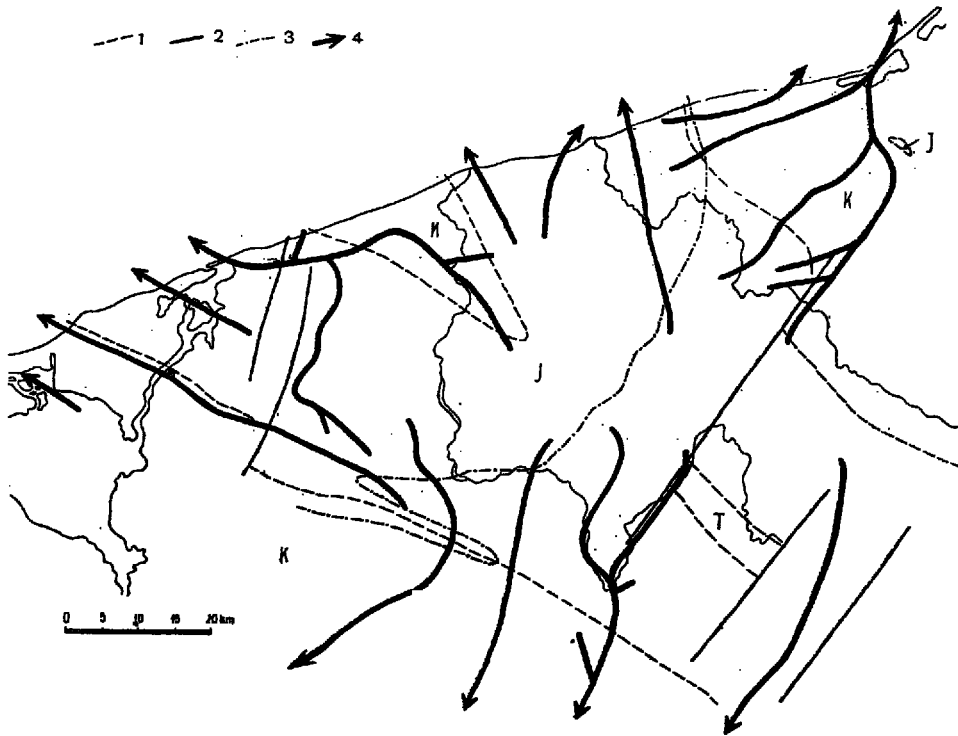


Fig. 4

**Rozcinanie podłoża osadów czwartorzędu w pliocenie i wczesnym plejstocenie**

1 granice geologiczne między osadami kredy (K), jury (J) i triasu (T); 2 uskoki w osadach mezozoiku; 3 północno-zachodnia (zgeneralizowana) granica osadów trzeciorzędu; 4 doliny rzeczne rozcinające podłoże czwartorzędu

**Erosion of the Quaternary substratum during the Pliocene and early Pleistocene**

1 geological boundaries between Cretaceous (K), Jurassic (J) and Triassic (T) deposits; 2 faults in the Mesozoic deposits; 3 generalized, NW boundary of the Tertiary deposits; 4 valleys cutting the Quaternary substratum

W interglacjale wielkim sieć dolin w dużym stopniu powtarza układ dolin z pliocenu i wczesnego plejstocenu. Zależy to od predyspozycji powierzchni akumulacyjnej gliny zwałowej zlodowacenia krakowskiego, która zapewne nie zapełniła całkowicie dolin z wcześniejszego okresu, oraz zależy także od zróżnicowania (analogicznego jak poprzednio) ruchów tektonicznych. W okresie tym nastąpiło odpreparowanie starszych dolin i to w większości przypadków całkowite (fig. 5). Jedynie na północ od Kamienia Pomorskiego rzeka interglacjalna tylko częściowo usunęła gliny zwałowe zlodowacenia krakowskiego, wypełniające starszą dolinę, którą też znacznie poszerzyła (fig. 2). Utworzyły się wtedy dwa tarasy erozyjne, które wycięte są już w osadach mezozoiku. Analogiczne tarasy erozyjne występują również w dolinie na wschód od Kamienia Pomorskiego. Poza dolinami odpreparowanymi starsze doliny występują też doliny, które po raz pierwszy dotarły do osadów podłoża czwartorzędu. Są to głównie górne odcinki dolin odpreparowują-



Fig. 5

#### Rozcinanie podłoża osadów czwartorzędowych w interglacjale wielkim

1 granice geologiczne między osadami kredy (K), jury (J) i triasu (T); 2 uskoki w osadach mezozoiku; 3 północno-zachodnia (zgeneralizowana) granica osadów trzeciorzędowych; 4-7 doliny rzeczne lub ich odcinki w podłożu osadów czwartorzędowych: 4 nowego układu, 5 odprępowujące i głównie pogłębiające doliny z pliocenu i wczesnego plejstocenu, 6 odprępowujące i głównie poszerzające doliny z pliocenu i wczesnego plejstocenu, 7 wykształcone w osadach czwartorzędowych na liniach dolin z pliocenu i wczesnego plejstocenu; 8 obszar wysoczyzny połodowcowej, gdzie odsłonięte zostało podłożo czwartorzędowe

#### Erosion of the Quaternary substratum during the Great interglacial

1 geological boundaries between Cretaceous (K), Jurassic (J) and Triassic (T) deposits; 2 faults in the Mesozoic deposits; 3 generalized, NW boundary of the Tertiary deposits; 4-7 valleys or their sectors in the Quaternary substratum: 4 of a new pattern, 5 renewed and chiefly deepening valleys of Pliocene and early Pleistocene age, 6 renewed and broadening valleys of Pliocene and early Pleistocene age, 7 formed in Quaternary deposits on lines of Pliocene and early Pleistocene valleys; 8 postglacial upland area in which the deposits of the Quaternary substratum have been exposed

cych doliny starsze, co zdaje się wynikać z intensywniejszego w tym czasie wzniesienia antyklinorium pomorskiego.

Układ dolin z interglacjalu eemskiego różni się od systemu dolin interglacjalu wielkiego przesunięciem dolin subsekwentnych w głąb antyklinorium pomorskiego (fig. 6). Brak było już zapewne wtedy predyspozycji dla kształtowania się pierwotnego odpływu w powierzchni akumulacyjnej osadów zlodowacenia środko-



Fig. 6

**Rozcinanie podłoża osadów czwartorzędu w interglacjale eemskim**

1 granice geologiczne między osadami kredy (K), jury (J) i triasu (T); 2 uskoki w osadach mezozoiku; 3 północno-zachodnia (zgeneralizowana) granica osadów trzeciorzędu; 4-7 doliny rzeczne lub ich odcinki w podłożu osadów czwartorzędu: 4 nowego układu, 5 odpreparowujące i głównie pogłębiające doliny z pliocenu i wczesnego plejstocenu oraz z interglacjału wielkiego, 6 odpreparowujące i głównie poszerzające doliny z pliocenu i wczesnego plejstocenu oraz z interglacjału wielkiego, 7 odcinki dolin rzecznych wykształcone w osadach czwartorzędu na liniach dolin z pliocenu i wczesnego plejstocenu oraz z interglacjału wielkiego; 8 obszar wysoczyzny polodowcowej, gdzie odsłonięte zostało podłoże czwartorzędu

**Erosion of the Quaternary substratum during the Eemian interglacial**

1 geological boundaries between Cretaceous (K), Jurassic (J) and Triassic (T) deposits; 2 faults in the Mesozoic deposits; 3 generalized, NW boundary of the Tertiary deposits; 4-7 valleys or their sectors in the Quaternary substratum: 4 of a new pattern, 5 renewed and chiefly deepening valleys of Pliocene and early Pleistocene, and of Great interglacial age, 6 renewed and broadening valleys of Pliocene and early Pleistocene, and of Great interglacial age, 7 formed in the Quaternary deposits on lines of Pliocene, early Pleistocene and Great interglacial valleys; 8 postglacial upland area in which the deposits of the Quaternary substratum have been exposed

wopolskiego. Stąd też intensywniejsze wznoszenie się najbardziej południowo-wschodniej części obszaru, gdzie występują najgłębsze i konsekwentne doliny, stało się impulsem dla zupełnie nowego układu dolin, nie powtarzającego starszych systemów dolinnych. Doliny te, zwłaszcza w obszarze rozwoju dolin subsekwent-

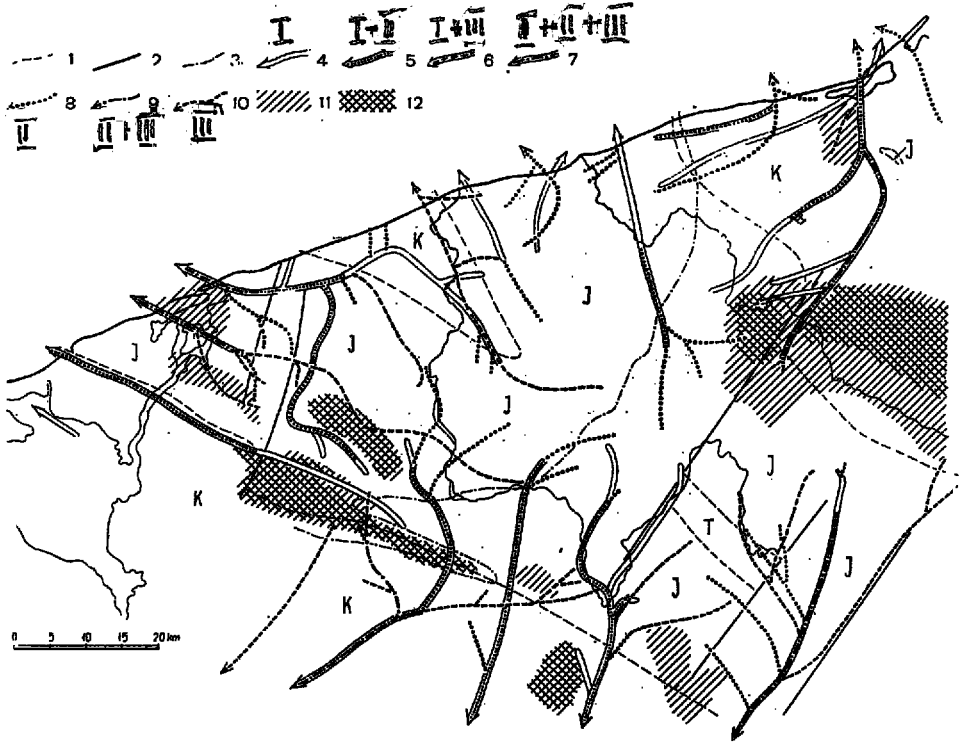


Fig. 7

### Wiek powierzchni podłoża osadów czwartorzędu

1 granice geologiczne między osadami kredy (K), jury (J) i triasu (T); 2 uskoki w osadach mezozoiku; 3 północno-zachodnia (zgeneralizowana) granica osadów trzeciorzędu; 4-10 doliny erozyjne: 4 z pliocenu i wczesnego plejstocenu, 5 z pliocenu i wczesnego plejstocenu odpreparowane w interglacjale wielkim, 6 z pliocenu i wczesnego plejstocenu odpreparowane w interglacjale eemskim, 7 z pliocenu i wczesnego plejstocenu odpreparowane w interglacjalach wielkim i eemskim, 8 z interglacjalu wielkiego, 9 z interglacjalu wielkiego odpreparowane w interglacjale eemskim, 10 z interglacjalu eemskiego; 11 strefy wysoczyzn modyfikowane w interglacjale wielkim; 12 strefy wysoczyzn modyfikowane w interglacjalach wielkim i eemskim

### Age of the Quaternary substratum surface

1 boundaries between Cretaceous (K), Jurassic (J) and Triassic (T) deposits; 2 faults in the Mesozoic deposits; 3 generalized, NW boundary of the Tertiary deposits; 4-10 valleys: 4 of Pliocene and early Pleistocene age, 5 of Pliocene and early Pleistocene age but renewed during the Great interglacial, 6 of Pliocene and early Pleistocene age but renewed during the Eemian interglacial, 7 of Pliocene and early Pleistocene age but renewed during the Great and Eemian interglacials, 8 of the Great interglacial, 9 of the Great interglacial but renewed during the Eemian interglacial, 10 of the Eemian interglacial; 11 upland area modified during the Great interglacial; 12 upland area modified during the Great and Eemian interglacials

nych w rzeźbie podłoża osadów czwartorzędu, nakładają się poprzecznie na systemy dolin starszych, co w efekcie daje skomplikowany obraz krzyżowania się dolin (fig. 7). Odpreparowywanie w tym okresie dolin starszych jest raczej przypadkowe i wiąże się przede wszystkim z obszarem występowania dolin konsekwentnych.

Powierzchnia wysoczyzny podłoża osadów czwartorzędu podczas okresów interglacjalnych ulegała również zmianom. Intensywnie działające procesy denudacyjne na powierzchniach wysoczyzn polodowcowych doprowadziły w interglacjalach do zderzenia pokrywy osadów czwartorzędowych z kulminacji podłoża i modyfikacji odsłoniętych form (fig. 5 i 6). Modyfikacja ta w zachodniej części terenu polegała jedynie na obniżaniu wczesnopaleogeńskich form denudacyjnych, które w ogólnych zarysach zachowały do dziś charakter takich form, jakie występują w obszarach, gdzie przykryte są osadami trzeciorzędu. Podobne obniżanie odsłoniętych kulminacji zachodziło również we wschodniej części terenu na akumulacyjnej powierzchni miocenijskiej.

W powierzchni podłoża czwartorzędu na uwagę zasługują także niewielkie formy dolinne o głębokościach najwyżej 20 m, które poziomiami zaznaczono na SE od Białogardu, oraz pomiędzy Nowogardem a Kamieniem Pomorskim (fig. 2). Wobec tego, że wypełnione są one osadami zlodowacenia bałtyckiego, należy czas ich powstania wiązać z okresem tego zlodowacenia.

Ruchy tektoniczne na badanym obszarze zachodziły zapewne nie tylko podczas trzech omówionych wyżej okresów rozwoju różnych systemów dolinnych, lecz także podczas rozdzielających je okresów o przewadze procesów akumulacji, dając dodatkową modyfikację wykształconej już rzeźby. Zważywszy, że obecnie dna dolin leżą znacznie poniżej poziomu morza, np. na NE od Kamienia Pomorskiego 187,5 m p.p.m., sądzić można, iż po interglacjale eemskim obszar północno-zachodniego Pomorza uległ znacznemu obniżeniu, co ostatecznie ustaliło położenie podłoża osadów czwartorzędu.

#### PODSUMOWANIE

Rzeźba podłoża osadów czwartorzędu obszaru północno-zachodniego Pomorza jest powierzchnią niezwykle urozmaiconą, o deniwelacjach przekraczających 230 m, i ma ona charakter rzeźby wyżynnej, wybitnie odbiegającej od rzeźby terenów niżowych. Rzeźba ta jest rezultatem skomplikowanego nakładania się działalności procesów denudacyjnych, erozyjnych i tektonicznych, które z różną intensywnością działały od wczesnego paleogenu aż prawdopodobnie po holocen włącznie.

W powierzchni podłoża czwartorzędu występują dwie zasadnicze jednostki geomorfologiczne, a mianowicie wysoczyzna i skomplikowany system dolin erozyjnych.

Powierzchnia wysoczyznowa podłoża czwartorzędu jest wynikiem głównie procesów denudacyjnych i tektonicznych. W zachodniej części obszaru — tam, gdzie w podłożu odsłaniają się osady mezozoiku, tworzenie się jej przypada na wczesny paleogen (garby, obniżenia, krawędzie



denudacyjne i kuesty), a modyfikowanie jej na oligocen, pliocen i wczesny plejstocen; modyfikowanie kulminacji następowało ponadto w interglacjalach wielkim i eemskim (fig. 7). Wschodni i południowy obszar powierzchni wysoczyznowej, gdzie w podłożu odstawiają się osady trzeciorzędu, powstał jako powierzchnia akumulacyjna w miocenie, która modyfikowana była głównie w pliocenie i wczesnym plejstocenie, oraz częściowo podczas interglacjalów wielkiego i eemskiego. Cała powierzchnia wysoczyzny podłoża czwartorzędu, począwszy od wczesnego paleogenu aż prawdopodobnie po holocen włącznie, podlegała urozmaiconym ruchom tektonicznym, których efektem jest obecne przestrzenne zróżnicowanie jej wysokości.

Skomplikowany system dolin erozyjnych rozwiniętych w powierzchni wysoczyzny podłoża czwartorzędu jest efektem przede wszystkim procesów erozyjnych, które działały podczas trzech okresów rozwoju sieci rzecznych, co dało trzy różne układy dolin (fig. 7). Charakter układu całego systemu dolin podłoża, jak również różnicowanie się tych układów podczas trzech okresów rozwoju rzeźby erozyjnej predysponowane było zróżnicowanymi ruchami tektonicznymi. Tak więc w podłożu czwartorzędu występują doliny zarówno z pliocenu i wczesnego plejstocenu, których część została odpreparowana, pogłębiona lub poszerzona w interglacjale wielkim i sporadycznie w interglacjale eemskim, a nawet miejscami podczas obydwu interglacjalów, jak też doliny z interglacjału wielkiego, z których tylko jedna (k. Nowogardu) została powtórzona w interglacjale eemskim, a wreszcie — doliny z interglacjału eemskiego. Odpreparowywanie, pogłębianie i poszerzanie dolin starszych przez młodsze dało w rezultacie skomplikowany system stopni erozyjnych nie odpowiadających sensu stricto tarasom erozyjnym.

Przedstawiona mapa ukształtowania podłoża osadów czwartorzędu jest obrazem sporządzonym na podstawie punktów dokumentacyjnych genetycznie i wiekowo zróżnicowanych. Zróżnicowanie to można było osiągnąć jedynie na drodze analizy stratygraficznej osadów czwartorzędu oraz paleogeomorfologicznej rekonstrukcji rzeźby z czasów poprzedzających czwartorzęd, oraz rzeźby czwartorzędowej. Mapa ta jest więc rezultatem szczegółowego rozpoznania zmian w rzeźbie podłoża, jakie powstały w następujących po sobie okresach rzeźbotwórczych. Ten sposób konstrukcji mapy podłoża, zwłaszcza dla obszarów o skomplikowanej genetycznie i wiekowo rzeźbie, ma szanse odtworzenia obrazu znacznie bliższego rzeczywistości niż mapa oparta wyłącznie o rzędne powierzchni podłoża i nie uwzględniająca kolejności powstawania poszczególnych elementów tej rzeźby.

## LITERATURA CYTOWANA

- ARENŃ B. 1957. Atlas Geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne; z. 11 — trzeciorzęd (Geological atlas of Poland. Stratigraphic and facial problems; f. 11 — Tertiary). Warszawa.
- DADLEZ R. 1958. Badania geologiczne na antyklinorium pomorskim w 1957 r. (Notes on geological investigations on Pomorze anticlinorium in 1957). — Kwartalnik Geol., t. 2, nr 4. Warszawa.
- DADLEZ R. & DEMBOWSKA J. 1962. Budowa geologiczna parantyklinorium pomorskiego, Warszawa.
- & — 1963. Mapa geologiczna parantyklinorium pomorskiego bez osadów czwartorzędu i trzeciorzędu. Warszawa.
- DADLEZ R., DAYCZAK-CALIŃKOWSKA K. & DEMBOWSKA J. 1964. Atlas Geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne; z. 9 — jura (Geological atlas of Poland. Stratigraphic and facial problems; f. 9 — Jurassic). Warszawa.
- KOPOZYŃSKA-ZAJDAŃSKA K. 1963. Plejstocen okolic Kamienia Pomorskiego (Pleistocene of Kamień Pomorski vicinities). — Przegląd Geol., R. 16, nr 4. Warszawa.
- 1970. Stratygrafia starszego i środkowego plejstocenu północno-zachodniego Pomorza na tle rozwoju paleogeomorfologicznego (Stratigraphy and palaeogeomorphology of the early and Middle Pleistocene in the NW Pomorze, Poland). — Studia Geol. Pol., vol. 33. Warszawa.
- KOWALSKA A. 1960. Paleomorfologia powierzchni podplejstocenińskiej niżowej części dorzecza Odry (Paleomorphology of the sub-Pleistocene surface of the lowland part of the Odra basin). — Prace Geogr. Inst. Geogr. PAN, nr 21. Warszawa.
- ŁYCZEWSKA J. 1958. Stratygrafia paleogenu i neogenu Polski Północnej (Stratigraphy of the Paleogene and Neogene of Northern Poland). — Kwartalnik Geol., t. 2, nr 1. Warszawa.
- PIETRZENKO W. 1961. Kształtowanie się Wału Kujawsko-Pomorskiego (On the formation of the Kujawy-Pomeranian arch). — Biul. Inst. Geol. 172. Warszawa.
- POŻARYSKI W. 1957. Podłoże północno-zachodniej Polski na tle struktur otaczających (Substratum of north-western Poland in reference to its surrounding structures). — Kwartalnik Geol., t. 1, nr 1. Warszawa.
- 1960. Atlas Geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne; z. 10 — kreda (Geological atlas of Poland. Stratigraphic and facial problems; f. 10 — Cretaceous). Warszawa.
- RÓŻYCKI S. Z. 1967. Plejstocen Polski Środkowej (The Pleistocene of Middle Poland). Warszawa.
- RÓŻYCKI S. Z. & TYSKI S. 1954. Kołobrzeg i Szczecin (mapa geologiczna Polski). Warszawa.
- SAMSONOWICZ J. 1952. In: KSIAŻKIEWICZ M. & SAMSONOWICZ J. Zarys Geologii Polski. Warszawa.
- SCHOENEICH K. 1962. Rzeźba powierzchni podczwartorzędowej w województwie szczecińskim (Relief of the sub-Quaternary surface in Szczecin district). — Przegląd Geol., R. 10, nr 9. Warszawa.
- TYSKI S. 1958. Pomorze Zachodnie (przekroje geologiczne przez Polskę). Warszawa.

## SUMMARY

**ABSTRACT:** Morphology of the Quaternary substratum in north-western Pomerania is strongly diversified in regard of its origin and age of the particular elements. It is a result of a complex superposition in time of the denudation, erosion and tectonic processes that acted with various intensity. The particular elements of this morphology were formed during the early Palaeogene, Pliocene and early Pleistocene (up to the Mindel glaciation) and during the Great (Mindel/Riss) and Eemian (Riss/Würm) interglacial periods.

The area of north-western Pomerania embraces the western part of the Pomeranian anticlinorium and partly of the adjacent synclinoriums. The Pomeranian anticlinorium is here divided into the Kołobrzeg and Kamień Pomorski anticlines that are separated by the Trzebiatów syncline (Fig. 1).

Two main morphological units play major role in the substratal relief of the Quaternary namely the upland, and a complicated system of valleys cutting the upland (Fig. 2).

Culminations of the upland (max. 42.5 m a.s.l., S of Białogard) are connected with the Kołobrzeg and Kamień Pomorski anticlines. The upland is generally tilted toward NW and from the area of the anticlinal units toward the adjacent synclinoriums. Such a pattern of culminations points to their dependence on main tectonic structures of the Mesozoic. Denivelation of the upland surface slightly passes the value of 85 m. The details of the morphology also show distinct dependence on the Mesozoic substratum i.e. on smaller structures and on the differential resistance to weathering. A result of this control are structural humps and denudation escarpments and questas that accentuate them. Their height does not exceed 30 m. In the area of the Tertiary deposits, only an elevation (slightly exceeding 10 m) in the axis of the Koszalin structure shows connection with the secondary structural unit of the adjacent synclinorium. The surface of that part of the upland shows rather a character of a tectonically reshaped, primarily flat accumulation surface of the Miocene sediments.

A complicated system of valleys results from the fact that the valleys or their sectors are of various age that have been formed during the subsequent time periods interspaced by glacial periods. Thus these valleys are superposed and are hanging one over another or cross each other what in effect gives a series of accompanying erosion steps that *sensu stricto* do not correspond to the erosion terraces (Fig. 3A, B, C, D). The valleys are very deep — max. 160 m, and narrow — ca. 1 km (E of Kamień Pomorski). The lowest valley floor is situated at 187.5 m b.s.l., NE of Kamień Pomorski. In relation to the main axis of the Pomeranian anticlinorium the particular valleys are consequent or subsequent, and thus, they also depend on the tectonic structures of the Mesozoic.

The morphology of the under-Quaternary upland and of erosion valleys was controlled by the Mesozoic structures and was predisposed by tectonic movements that were differentiated in time and space and even along the Pomeranian anticlinorium. The denivelations exceeded 230 m and the morphology was of a rather sub-mountain character, distinctly differing from the lowland relief.

The main periods of the development of the denudation and erosion elements can be specified as follows (cf. Figs. 4, 5, 6):

- early Palaeogene,
- Pliocene and early Pleistocene, up to the Cracovian (Mindel) glaciation,
- Great interglacial (Mindel/Riss),
- Eemian interglacial (Riss/Würm).

The tectonic movements were probably active also during the morphogenic periods and in the periods inbetween them, up to the Holocene inclusively. The age of the particular morphological elements of the substratum is presented on

a map (Fig. 7), which has been constructed on documentation points that were differing in genesis and age. The map is the result of a detailed determination of changes in the morphology of the substratum which might have develop during the subsequent morphogenic periods (cf. Kopczyńska-Żandarska 1970).

*Institute of Geology  
of the Warsaw University  
Warszawa 22, Al. Żwirki i Wigury 93  
Warsaw, February 1969*

---