

Nestor OSZCZYPKO, Adam TOMAŚ

PRZEDTORTOŃSKA RZEŻBA PRZEDGÓRZA KARPAT
MIĘDZY KRAKOWEM A DĘBICĄ ORAZ JEJ WPŁYW NA
SEDYMENTACJĘ MIOCENU

(15 fig.)

*Pre-Tortonian relief of the Carpathian Foreland between Kraków
and Dębica and its effect on Miocene sedimentation*

(15 Figs.)

Treść: Autorzy opisali geologicznie i geofizycznie przedtortońską (przedbadeńską) strefę wietrzenia oraz podali metodykę jej wydzielania i korelowania. Na podstawie przesłanek paleohydrogeologicznych podjęto próbę ilościowej rekonstrukcji ówczesnej rzeźby. Rozpatrzono również wpływ rzeźby na rozkład miąższości osadów dolnotortońskich (dolnobadeńskich) w opisywanej części przedgórza Karpat.

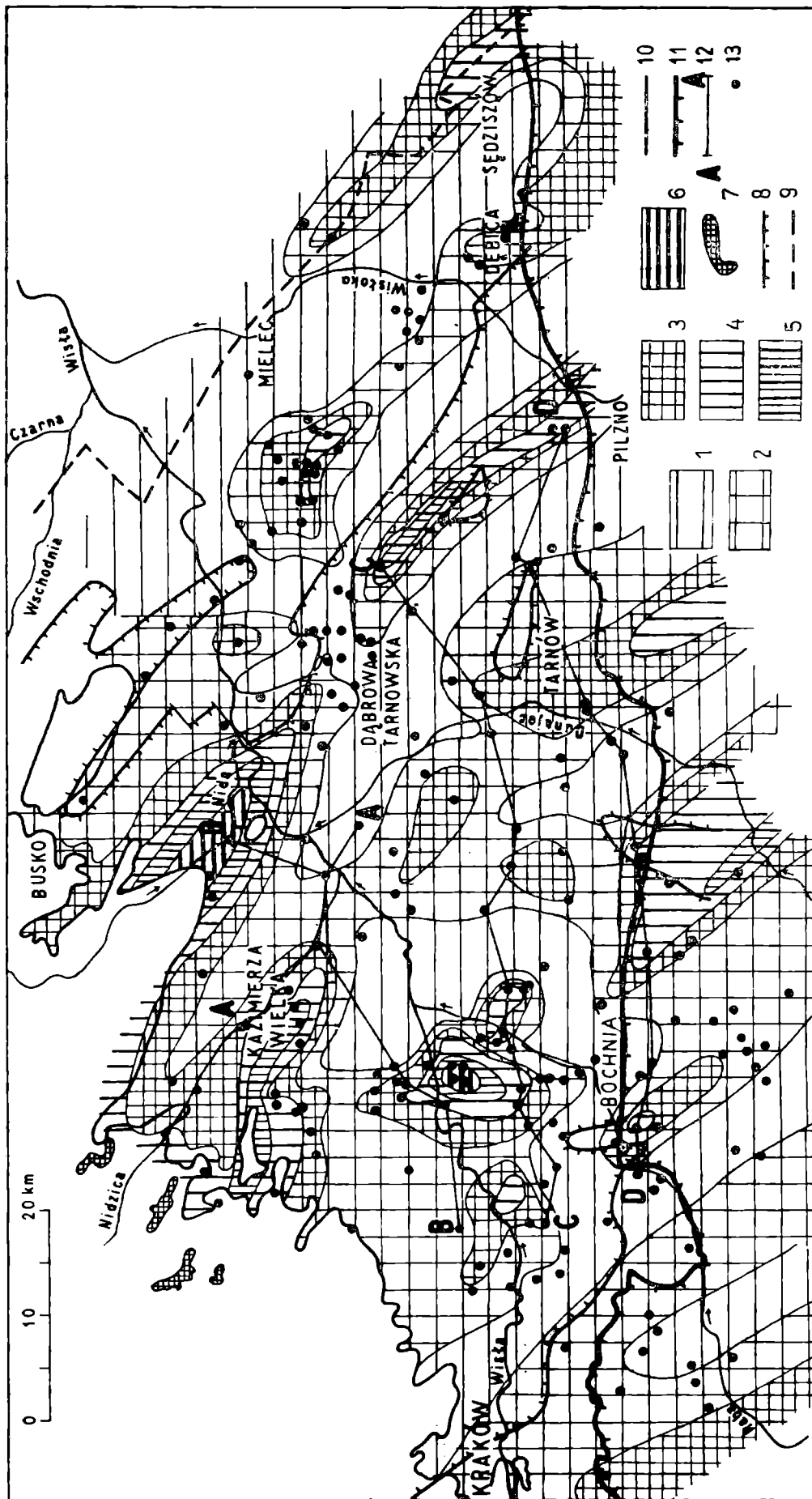
WSTĘP

Przedtortońską rzeźbą Wyżyny Krakowskiej i Miechowskiej interesowało się wielu badaczy. Dotyczy to zwłaszcza Wyżyny Krakowskiej. W nowszej literaturze problem ten szeroko potraktowany został w pracy D z u ł y ń s k i e g o (1953), który uważał, że główna faza ruchów tektonicznych i procesów rzeźbotwórczych miała miejsce przed dolnym tortonem. Odmienne poglądy reprezentuje G r a d z i ń s k i (1962). Autor ten jest zdania, że transgresja tortońska przysła na obszar wyrównany, a ruchy tektoniczne i rozwój rzeźby nastąpił w późniejszym okresie. Podobne stanowisko reprezentuje B o g a c z (1967).

N e y (1968) wyraził pogląd, że „rygiel krakowski” w miocenie był elementem silnie elewowanym, rozdzielającym zapadlisko na część wschodnią i zachodnią.

Wzmianki na temat krasu przeddolnotortońskiego znajdujemy w pracach K u ź n i a r a i Ż e l e c h o w s k i e g o (1927) oraz B o g a c z a (1967).

Wpływ rzeźby przedmiocenińskiej na sedymentację miocenu na Wyży-



0 10 20 km

- 10
- 11
- 12
- 13
- 6
- 7
- 8
- 9
- 3
- 4
- 5
- 1
- 2

Czarna
Wisła
Wschodnia

BUSKO

Nidzica

KAZIMIERZA
WIĘLKA

DĄBROWA
TARNOWSKA

KRAKÓW

WIEŻA

BOCHNIA

PILZNO

TARNÓW

DEBICA
SĘDZISZÓW

WISŁOKA

MIELEC

nie Miechowskiej jako pierwszy zasygnalizował Michalski (1884). W późniejszym okresie problematyka ta poruszana była w pracach Kracha (1936, 1947) oraz w publikacji Gilewskiej (1958).

Badania Radwańskiego (1968) dostarczyły argumentów za istnieniem przedtortonńskiej rzeźby w obszarze Wyżyny Miechowskiej i Krakowskiej.

W niniejszej pracy wychodząc z przesłanek paleohydrogeologicznych, autorzy podjęli próbę rekonstrukcji przedtortonńskiej powierzchni Przedgórze Karpat między Krakowem i Dębicą (fig. 1). Ponadto przeanalizowany został związek między przedtortonską rzeźbą opisywanego obszaru a rozkładem miąższości osadów dolnotortonńskich.

Pracę oparto w głównej mierze na analizie materiałów geofizyki wiertniczej, z wierceń Przemysłu Naftowego. Wykorzystane zostały również niektóre opisy rdzeni z wierceń Przemysłu Naftowego.

Autorzy serdecznie dziękują Dyrekcji Zjednoczenia Górnictwa Naftowego w Warszawie za umożliwienie wykorzystania powyższych materiałów. {

METODYKA BADAŃ

Omawiana część Przedgórze Karpat stanowi południowo-wschodnie przedłużenie synklinorium miechowskiego, przykryte osadami miocenijskimi zapadliska przedkarpackiego. Powierzchnię podmiocenijską tworzą głównie osady górnokredowe, a w mniejszym stopniu jurajskie i starsze. Osady miocenijskie niezgodnie przykrywają różne ogniwa górnej kredy od santonu po mastrycht (Jawor, 1970; Moryc, 1974). Przedtortonńska erozja miejscami całkowicie usunęła osady górnokredowe, odsłaniając wapienie jurajskie (rejon Łapczyca—Gdów, Jawor, 1970).

Fig. 1. Mapa miąższości strefy aeracji — mapa głębokości do zwierciadła wód podziemnych w osadach kredy górnej i jury przed dolnym tortonem: Miąższość strefy aeracji: 1 — 0—20 m; 2 — 20—40 m; 3 — 40—60 m; 4 — 60—80 m; 5 — 80—100 m; 6 — powyżej 100 m, 7 — fragmenty paleogeneńskiej powierzchni zrównania wg Gilewskiej (1958); 8 — Zasięg osadów górnokredowych wg Karnkowskiego i Ołtuszyk (1968), 9 — Zasięg osadów jurajskich wg Karnkowskiego i Ołtuszyk (1968), 10 — północna granica występowania morskich osadów miocenijskich; 11 — brzeg nasunięcia karpackiego; 12 — linie przekrojów morfologicznych; 13 — wiercenia, w których określono miąższość strefy aeracji

Fig. 1. Isopachous map of the aeration zone — map of depth down to the pre-Tortonian ground water level in the Upper Cretaceous and Jurassic sediments. Thickness of the aeration zone: 1 — 0—20 m; 2 — 20—40 m; 3 — 40—60 m; 4 — 60—80 m; 5 — 80—100 m; 6 — over 100 m; 7 — fragments of the Palaeogene base-level surface according to Gilewska (1958); 8 — extent of Upper Cretaceous sediments acc. to Karnkowski and Ołtuszyk (1968); 9 — extent of Jurassic sediments according to Karnkowski and Ołtuszyk (1968); 10 — northern extent of Miocene marine sediments; 11 — border of the Carpathian overthrust; 12 — morphological sections; 13 — boreholes in which thickness of the aeration zone was determined

W opisywanej części Przedgórze Karpat dotychczas nie stwierdzono osadów młodszych od senonu a starszych od dolnego tortonu. Jak wiadomo, osady takie znane są z Wyżyny Krakowskiej i zaliczane są do paleogenu (A l e x a n d r o w i c z, 1969).

W opisach rdzeni wiertniczych (J a w o r, 1964, 1967; K a r p a ł a, 1969; K i c u ł o w a, 1967; M o r y c, 1958) pochodzących ze strefy kontaktu osadów tortońskich (badeńskich) z niżej leżącymi osadami senońskimi istnieją niekiedy wzmianki pozwalające wnioskować o przedtortońskim wietrzeniu.

Wapienie margliste z czertami i margle senońskie leżące bezpośrednio poniżej podmiocenińskiej powierzchni erozyjnej są przeważnie silnie zwietrzałe. Zwietrzałe margle, na przelamie pokryte są substancją ilastą, są gruzelkowate i wykazują tendencję do dezintegracji.

W rdzeniach obserwowano liczne spękania, niekiedy pionowe, prostopadłe do uławicenia. Najliczniej jednak notowano spękania różnokierunkowe, dosyć bezładnie przecinające rdzeń. W wielu przypadkach szczeliny te były puste, ziejące. W stropowej części strefy zwietrzałej, niektóre szczeliny wypełnione były iłem, w głębszych partiach szczeliny zabliznione były kalcytem lub anhydrytem. Cechą charakterystyczną opisywanej strefy były często obserwowane czerwone i rdzawo-wiśniowe naloty tlenków żelaza. Naloty te występowały głównie na ściankach szczelin. Czasami tlenki żelaza, w miejscach silniej spękanych impregnowały cały osad. W miarę oddalania się od powierzchni niezgodności rozdzielającej osady mioceniskie i senońskie bezpośrednie przejawy wietrzenia mechanicznego w tych ostatnich utworach zanikały, natomiast naloty tlenków żelaza na powierzchniach spękań w dalszym ciągu notowano. Głębokość do jakiej obserwowano naloty tlenków żelaza wahała się od kilku do ponad 100 m. Przeciętna głębokość mieściła się w przedziale 20—40 m. W pewnych przypadkach w miejscach, gdzie miąższość osadów górnokredowych jest niewielka, rdzawowiśniowe naloty obserwowane były aż do stropu piaskowców cenomańskich. Poniżej głębokości, do której występują naloty tlenków żelaza, w rdzeniach obserwowane były drobne skupienia i żyłki pirytu.

Na wschód od Dąbrowy Tarnowskiej i Dębicy oraz w obszarze między Krakowem a Bochnią bezpośrednio pod osadami tortońskimi występują utwory górnej jury. W obszarach tych istnieją również dane pozwalające na wydzielenie przedtortońskiej strefy wietrzennej. Dotyczy to przede wszystkim rejonu Podborza—Partyni, gdzie istnieje duże zgrupowanie otworów wiertniczych. W opisach rdzeni (K o z i k o w s k i, 1959) z tego obszaru istnieją liczne wzmianki na temat występowania spękań otwartych, drobnych kawern, szczelin wypełnionych materiałem ilastym, w tym szczelin zapełnionych rdzawym iłem. Ponadto obserwowano rdzawowiśniowe naloty tlenków żelaza na płaszczyznach spękań. W przypadku osadów jury górnej miąższość strefy zabarwionej na czerwono

tlenkami żelaza jest na ogół większa niż w przypadku osadów senońskich. Maksymalna miąższość opisywanej strefy przekracza niekiedy 100 m.

Jak można wnioskować z powyższego przed dolnym tortonem na opisywanym obszarze działały intensywne procesy wietrzenia mechanicznego i chemicznego. Powierzchniowa część osadów górnokredowych i jurajskich znalazła się w strefie oddziaływania powietrza i wód atmosferycznych. Powodowały one utlenienie siarczków żelaza zawartych w skale. Ta część związków żelaza, która znalazła się w wodach podziemnych, na skutek małej mobilności jonów żelaza, była szybko wytrącana w postaci wodorotlenków. Proces ten odbywał się przede wszystkim bezpośrednio powyżej swobodnego zwierciadła wód podziemnych.

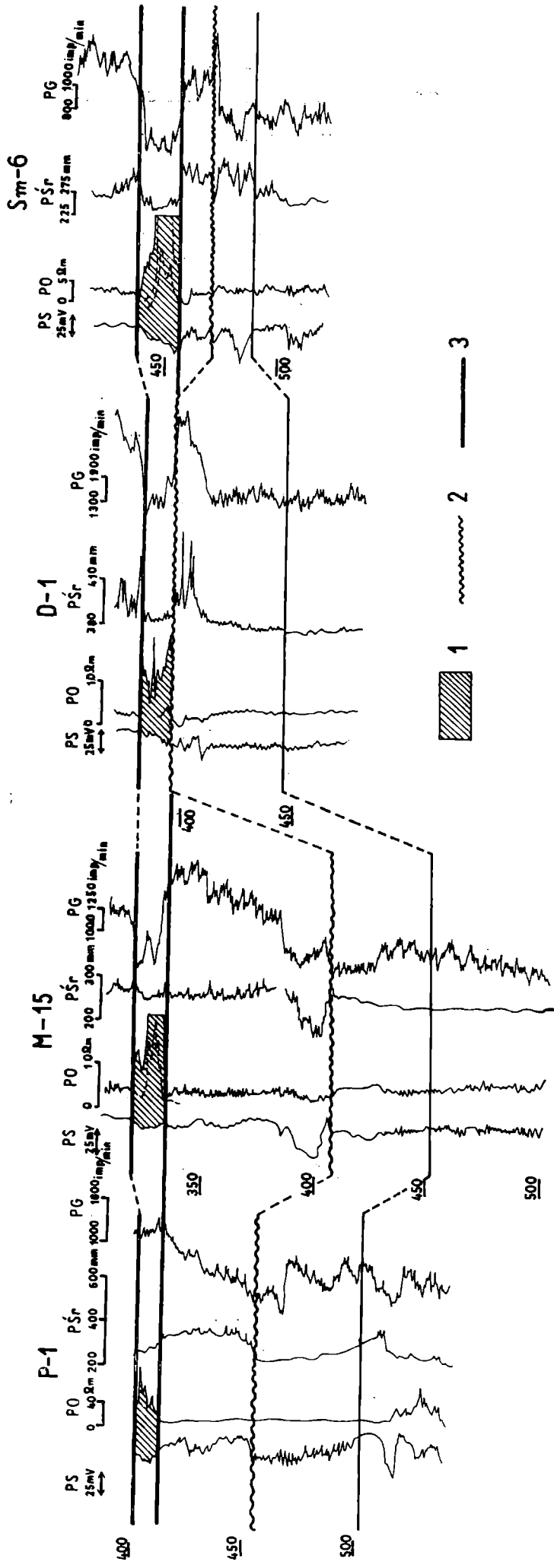
Ponieważ procesy utleniania zachodzą powyżej swobodnego zwierciadła wód podziemnych, na podstawie miąższości strefy aeracji można wnioskować o głębokości występowania zwierciadła wód podziemnych.

Celem określenia miąższości przedmiocieńskiej strefy wietrzenia, oprócz opisów rdzeni, wykorzystano również wyniki badań geofizycznych.

Omawiana strefa odznacza się specyficznym obrazem geofizycznym, pozwalającym ją wydzielać i korelować na całym obszarze badań (fig. 2).

Strefę tę wydzielano w oparciu o kompleksową interpretację zestawu krzywych¹: PS, PO, PŚr, PNG. Generalnie charakteryzują ją ujemne amplitudy PS, większe co do wartości bezwzględnej od amplitud w niżej zalegających utworach, o podobnym charakterze litologicznym. Oporności z reguły ulegają obniżeniu, na krzywej PŚr w większości przypadków obserwuje się znaczne odejście od średnicy nominalnej. Na krzywej PG nie obserwujemy żadnych wyraźnych zmian. Ilość zliczeń pozostaje stała, utrzymując się na poziomie tła litologicznego. Nieznaczne obniżenie poziomu zapisu obserwuje się na krzywej PNG. Krzywa profilowania PS w tej strefie jest lekko pofalowana, niekiedy przybiera kształt piłokształtny, co jest charakterystyczne dla utworów anizotropowych. Maksymalne wychylenia dochodzą do -50 mV. Wychylenia te niekiedy związane są ze strefami podwyższonej aktywności promieniowania gamma, co wskazuje na spękanie licznie występujących w profilu wkładek margli. Przypadek taki obserwuje się między innymi w otworze P-1 (fig. 2), gdzie w nieprzepuszczalnych marglach obserwuje się wysokie anomalie PS, dochodzące do -50 mV, powstałe przypuszczalnie w wyniku podwyższenia przepuszczalności przez istniejące szczeliny. Często występuje też przypadek przeciwny, obniżenie amplitudy PS do zera, a nawet przybieranie wartości dodatnich bez zmian wskazań PG lub przy niewielkim przyroście ilości zliczeń. Prawie we wszystkich analizowanych przypadkach wysokie ujemne anomalie PS związane są ze strefami silnego po-

¹ PS — profilowanie potencjałów polaryzacji samoistnej, PO — profilowanie oporności, PŚr — profilowanie średnicy, PG — profilowanie gamma, PNG — profilowanie neutron-gamma.



większenia średnicy o 40—60 mm i więcej. Porównując wykształcenie krzywej PS w omawianej strefie z jej wykształceniem w utworach zalegających niżej, a identycznych litologicznie, można zauważyć, że wzrost ujemnych anomalii PS nie jest związany ani ze zmianą zailenia, ani ze zmianą mineralizacji wód złożowych. Powiększenie amplitudy anomalii PS jest znaczne i są one 2—3 razy większe od amplitud w strefie niżej leżącej, które kształtują się na poziomie 0 — -20 mV.

Na krzywych PO (fig. 2) generalnie znaczy się zmniejszenie oporności w stosunku do utworów zalegających niżej. Tylko w sporadycznych przypadkach oporność ta ulega nieznacznemu podwyższeniu. Krzywa ta jest przeważnie ząbkowana, często występuje szereg pik wyżej oporowych. Podwyższenia oporności występują tylko w strefach zbliżenia średnicy do średnicy nominalnej, a nawet występowania osadu ilastego, powstałego na wskutek filtracji płuczki w skałę. Interwały o takim charakterze obserwuje się tylko w spągu omawianej strefy. Średnie oporności kształtują się na poziomie 0,5—10 omm i są około dwa razy mniejsze od oporności osadów zalegających niżej, które dochodzą do 50 omm.

Omawianą strefę charakteryzuje powiększenie średnicy, sięgające niekiedy 120 mm (fig. 2). W spągu zbliża się do średnicy nominalnej przybierając ząbkowany kształt, niekiedy też zaznacza się obecność osadu ilastego.

Na krzywej PG nie obserwuje się w zasadzie żadnych zmian. Ilość zliczeń pozostaje stała i odpowiada tłu litologicznemu.

Na krzywej PNG obserwuje się lekkie obniżenie poziomu wskazań.

W otworze P-4 strop senonu wykształcony jest w postaci wapieni marglistych i margli. Strefa wietrzenna odznacza się ujemnymi anomaliami PS dochodzącymi do -50 mV, przy biegnącej po linii ików krzywej PS w osadach niżej zalegających, o analogicznym wykształceniu litologicznym. Krzywa PS jest silnie ząbkowana o szerokości pik 0,5—1,0 m. Ujemne wychylenia często przypadają na wkładki margli. Krzywa oporności jest lekko pofalowana. Średnia oporność strefy jest blisko 60 omm, przy oporności warstw niżej leżących 8 omm. Średnica rzeczywista oscyluje wokół średnicy nominalnej, gdzieś tworzą się małe kawerny, w dolnej części zaznacza się osad ilasty. Wskazania PG zachowują stały poziom, na krzywej PNG obserwujemy zmniejszenie ilości zliczeń (fig. 2).

Najlepiej obrazuje zachowanie się krzywych geofizyki wiertniczej w omawianej strefie tabela 1.

Na fig. 2 zaznaczono miąższość strefy aeracji na podstawie opisów

Fig. 2. Zestawienie typowych profili geofizycznych dla przedtortonńskiej strefy aeracji: 1 — utwory anhydrytowo-gipsowe; 2 — erozyjny strop osadów senońskich; 3 — geologicznie i geofizycznie wyznaczony spąg strefy aeracji

Fig. 2. Geophysical profiles typical of the pre-Tortonian aeration zone. 1 — gypsum-anhydrite rocks; 2 — erosional top of Senonian rocks; 3 — bottom of the aeration zone, determined by geological and geophysical methods

Tabela 1

Nazwa otworu	1/ Tendencja PS	2/ Tendencja PO	3/ Tendencja PŚr	4/ Tendencja PG
D - 1	-	-	+	0
P - 1	-	0	+	0
Sm- 6	-	-	+	0
M - 15	-	-	+	0
J - 5	-	+	+ -	0
P - 4	-	-	+	0
Bd - 9	-	-	+	0
M - 5	-	+	-	0
K - 1	-	-	+	0

1) Tendencja PS —: odejście krzywej PS w stronę wartości ujemnych, 2) Tendencja PO —: zmniejszenie oporności, Tendencja PO +: wzrost oporności, Tendencja PO 0: brak zmian, 3) Tendencja PŚr +: powiększenie średnicy, Tendencja PŚr —: osad ilasty, 4) Tendencja PG 0: brak zmian

1) Tendency of the SP log —: negative deflection of the SP curve, 2) Tendency of the resistivity log —: decrease of resistivity, Tendency of the resistivity log +: increase of resistivity, Tendency of the resistivity log 0: no change, 3) Tendency of borehole diameter log +: increase of diameter, Tendency of borehole diameter log —: mud filtrate, 4) Tendency of the gamma ray log 0: no change

rdzeni oraz jej obraz geofizyczny. Widoczna jest duża zgodność miąższości określanych niezależnymi metodami. Na zestawie krzywych karotazowych uwidacznia się dwudzielność tej strefy. Wyższa jej część stanowi przykład horyzontu szczelinowo-kawernistego, silnie zdeintegrowanego (Dachnov, 1961; Nieczaj, 1961). Często w strefie tej amplitudy PS przybliżają się gwałtownie do linii ilów lub nawet przyjmują wartości dodatnie bez większych zmian wskazań na krzywej PG. Świadczyć to może o wypełnieniu szczelin i drobnych kawern materiałem ilastym, o małej radioaktywności. Obserwacje te znajdują potwierdzenie w opisach rdzeni wiertniczych.

Nizsza część strefy aeracji jest słabiej przepuszczalna i mniej zdeintegrowana.

MORFOLOGIA POWIERZCHNI PRZEDTORTOŃSKIEJ

Z uwagi na zgodność obserwacji geologicznych z wynikami interpretacji materiałów geofizyki wiertniczej, wykonano mapę miąższości strefy aeracji, wykorzystując zarówno dane geologiczne, jak i geofizyczne. Na mapie (fig. 1) widoczny jest szereg wąskich stref o podwyższonych miąższościach, rozdzielonych nieco szerszymi strefami o niewielkich miąższościach strefy aeracji. Generalnie rozciągłość stref o równej miąższości ma kierunek północny zachód — południowy wschód. Na linii Bochnia—Dąbrowa Tarnowska zaznacza się pas obniżonych miąższości, prostopadły do poprzednio wymienionego kierunku.

Powierzchniowe gradienty miąższości na kierunkach prostopadłych do rozciągłości stref wynoszą od 10 do 20‰, natomiast po rozciągłości od 1 do 5‰. Generalnie powierzchnia jest nachylona z NW na SE.

Mapa miąższości strefy aeracji (fig. 1) jest równocześnie mapą głębokości do zwierciadła wód podziemnych, w osadach senońskich i jurajskich, przed dolnym tortonem.

Współczesne warunki występowania wód podziemnych w osadach górnej kredy Wyżyny Miechowskiej przedstawione zostały w pracy Niedzielskiego (1970). Zwierciadło wód podziemnych w osadach senońskich na opisywanym przez tego autora obszarze występuje do głębokości 100 m. Małe głębokości stwierdzone zostały we wszystkich dolinach rzecznych, gdzie usytuowane są strefy drenażu wód podziemnych. Na garbach i wysoczyznach zwierciadło wód kształtuje się najgłębiej.

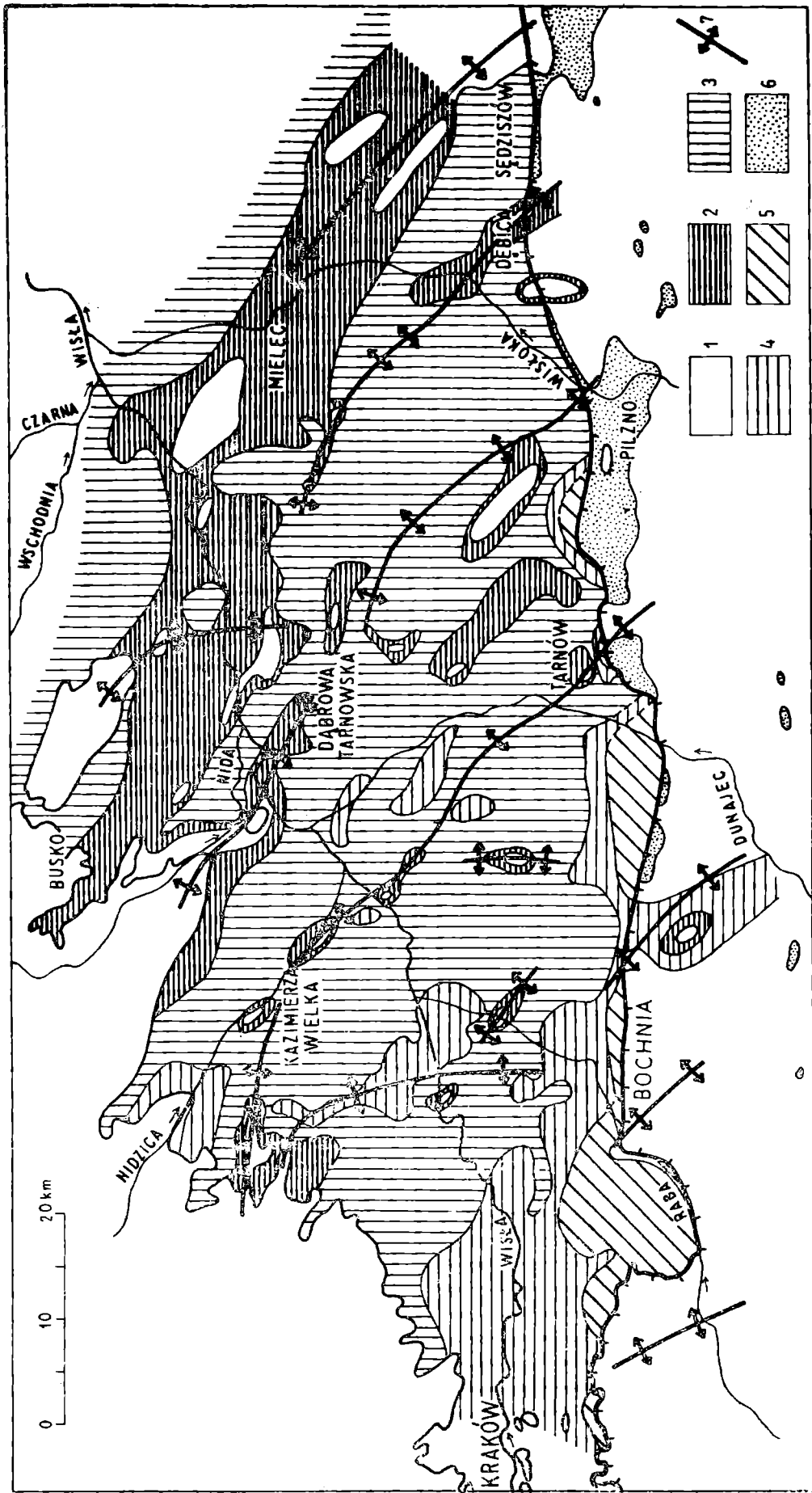
Według Niedzielskiego (1970) spadki hydrauliczne zwierciadła wód podziemnych nie przekraczają 20‰, przy spadkach cieków powierzchniowych od 2 do 7,5‰. Zdaniem Niedzielskiego (op. cit.) „kształt pierwszego zwierciadła wody wykazuje słabo zarysowaną zgodność z rzeźbą terenu”.

Z przytoczonych porównań wynika analogia współczesnych warunków hydrogeologicznych na Wyżynie Miechowskiej i paleohydrogeologicznych warunków w synklinorium miechowskim przed dolnym tortonem.

Ponieważ głębokość do zwierciadła wód podziemnych w osadach senońskich jest uproszczonym odwzorowaniem morfologii powierzchni terenu, na podstawie fig. 1 można wnioskować o deniwelacjach powierzchni terenu względem lokalnych baz erozyjnych przed dolnotortońską transgresją.

Do ilościowej rekonstrukcji niezbędna jest dodatkowo znajomość spadków hydraulicznych oraz kierunków przepływu wód podziemnych.

Z uwagi na dużą zbieżność pomiędzy określonymi gradientami miąższości strefy aeracji i podanymi przez Niedzielskiego (1970) spadkami hydraulicznymi dla utworów senońskich przyjęto, że gradient miąższości strefy aeracji jest równy spadkowi hydraulicznemu. Na podstawie tych przesłanek skonstruowano przekroje paleomorfologiczne (fig.



12—15), według następującej zależności wyprowadzonej z równania Darcy'ego:

$$y_B = I_{AB} \times L + m_B - m_A$$

gdzie:

y_B — względne przewyższenie punktu B nad punktem A

I_{AB} — spadek hydrauliczny między punktami A i B

L — odległość między punktami A i B

m_B — miąższość warstwy suchej (strefy aeracji) w punkcie B

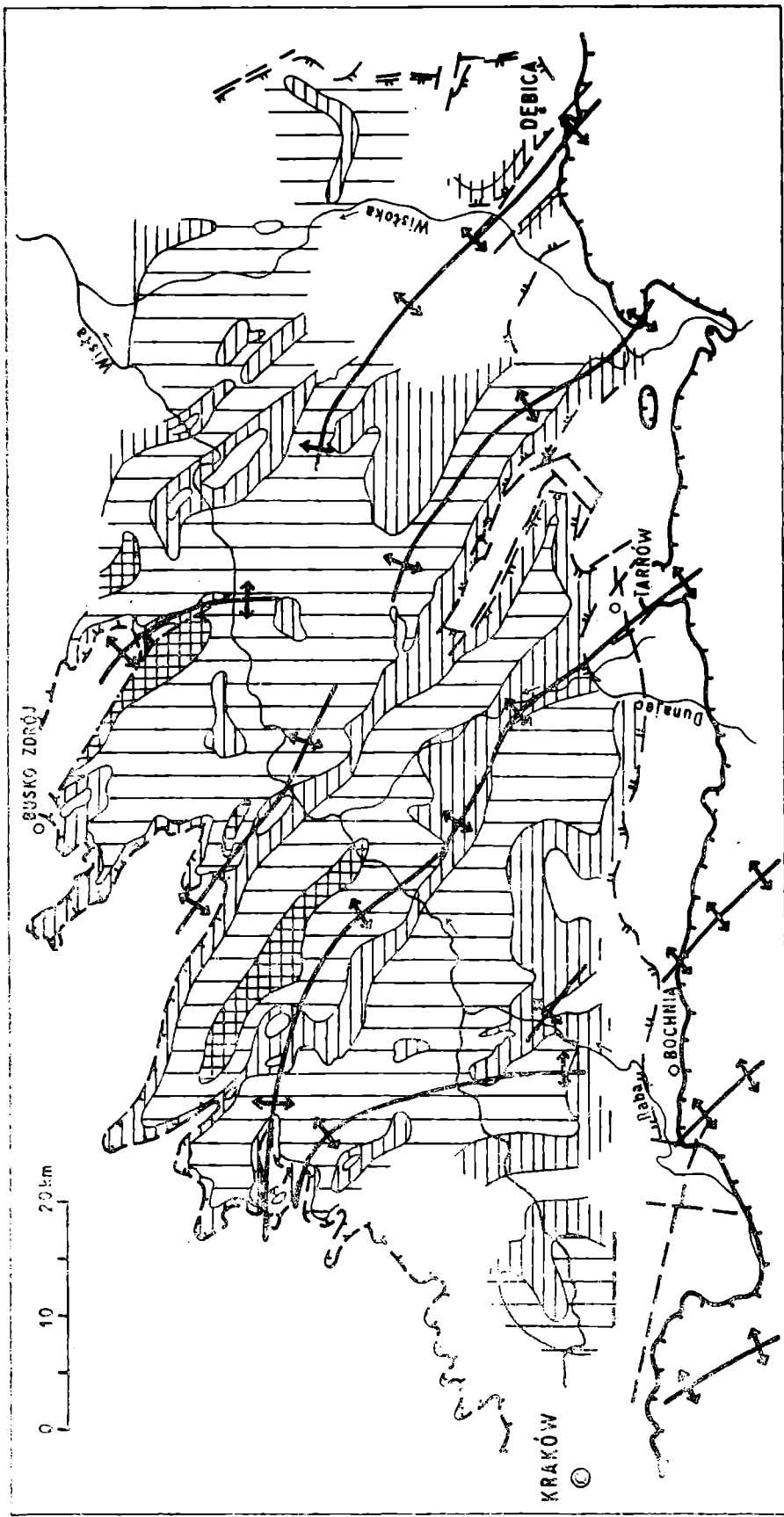
m_A — miąższość warstwy suchej (strefy aeracji) w punkcie A .

Na podstawie wykonanej rekonstrukcji można w przybliżeniu opisać przeddolnotortonską powierzchnię. W powierzchni tej istniało szereg wyniesień o względnej wysokości na ogół nie przekraczającej 200 m. Nachylenie zboczy wynosiło od 1 do 5%, natomiast nachylenie spłaszczeń szczytowych nie przekraczało 0,5%. Wyniesienia te układały się w szereg wydłużonych pasm o szerokości 5—15 km, rozdzielonych płaskimi obniżeniami (fig. 1, 13—15). Opisaną powierzchnię można według kryterium morfologicznego uznać za powierzchnię zrównania. Większość badaczy (vide Ananjev et al., 1973) za powierzchnię zrównania uważa powierzchnie o małym nachyleniu (2—5°) i niewielkimi deniwelacjami (50—300 m).

Na opisywanym obszarze na wschód od Krakowa zaznacza się wyniesienie z kulminacjami w rejonie Grobli i Niepołomic. Na południowy wschód od tego wyniesienia zaznacza się obniżenie o szerokości około 5 km, po czym powierzchnia terenu podnosi się przechodząc w płaski garb biegnący od Brzeska w kierunku Czchowa. Kolejny, ku wschodowi, pas wzniesień biegnie od Kazimierzy Wielkiej poprzez rejon Szczurowej w kierunku na Tarnów. Dwa silniej wyniesione grzbiety, usytuowane były między Raclawicami i Dobiesławicami oraz od Tarnowa w kierunku na Rzepiennik Biskupi. Dalej ku północnemu wschodowi znaczą się wąskie grzbiety o kierunku NW—SE rozdzielone obniżeniem w rejonie Dąbrowy Tarnowskiej. Największe wyniesienia prawdopodobnie istniały w rejonie Ostrowa-Wiślicy oraz w pobliżu Nieczajnej. To ostatnie wzniesienie kontynuuje się w kierunku Pilzna. Ku wschodowi formy o podobnym kierunku stwierdzone zostały również na linii Ropczyce — Podborze — Busko, z kulminacją o charakterze wyspowym w rejonie Par-

Fig. 3. Mapa miąższości osadów podanhydrytowych dolnego tortonu na Przedgórzu Karpat między Krakowem i Sędziszowem opracowana na podstawie wierceń Przemysłu Naftowego (Głowacki et al., 1971; Moryc, 1970): 1 — brak osadów podanhydrytowych; 2 — do 10 m; 3 — 10—50 m; 4 — 50—100 m; 5 — powyżej 100 m; 6 — osady mioceńskie na Karpatach; 7 — osie przedtortonskich wyniesień morfologicznych

Fig. 3. Isopachous map of the Lower Tortonian supra-anhydrite sediments in the Carpathian Foreland between Kraków and Sędziszów (based on data from Petroleum Industry boreholes (Głowacki et al. 1971; Moryc 1970).



- 1 [Empty box]
- 2 [Horizontal lines]
- 3 [Vertical lines]
- 4 [Grid pattern]
- 5 [Dashed line]
- 6 [Solid line]
- 7 [Dashed line]
- 8 [Solid line]
- 9 [Solid line]

tyni — Podborza, oraz na odcinku Wojśław — Sędziszów. Opisanie wyniesienia rozdzielone są szeregiem obniżeń o podobnym kierunku. Oprócz form morfologicznych o kierunku NW—SE, na linii Bochnia — Dąbrowa Tarnowska zaznacza się obniżenie o kierunku SW—NE.

Należy przypuszczać, że strefy największych obniżeń odpowiadały ówczesnym dolinom rzecznych. Na podstawie tego założenia można wyróżnić szereg dolin rzecznych rozdzielonych lokalnymi grzbiecami wododzielnymi. Bezpośrednio na wschód od Krakowa prawdopodobnie istniała dolina rzeczna biegnąca w kierunku zatoki gdowskiej. Kolejna dolina zaznacza się od Opatkowic poprzez ujście Dunajca do Wisły w kierunku na Pilzno. Na znacznym odcinku pokrywa się ona ze współczesnymi dolinami Niedzicy i Dunajca (fig. 1). Dalej na wschód, już poza obszarem objętym opracowaniem, prawdopodobnie istniała dolina biegnąca od Chmielnika poprzez rejon Mielca w kierunku na Sędziszów i zatokę rzeszowską.

Już wcześniej na podstawie prac sejsmicznych Karpala i Łapinkiewicz (1962) sygnalizowali istnienie kopalnych rynien erozyjnych między Kazimierzą Wielką i Brzeskiem. Przebieg jednej z tych dolin, opisał Połtowicz (1964). Na północ od Wisły oś doliny opisanej przez Połtowicza (1964) oraz jednej z dolin, omówionej przez nas uprzednio, pokrywają się. Osie tych dolin są niekiedy przemieszczone względem siebie o 2—3 km.

Na północno-zachodnim przedłużeniu grzbietu Raclawic — Dobiesławic Gilewska (1958) wyróżniła szereg spłaszczeń wierzchowinowych na wysokości od 310 m do 360 m n.p.m. (fig. 1), które uważa za paleogeńskie powierzchniowe zrównania rozcięte i rozczłonkowane przez przedtortonską erozję. Można przypuszczać, że paleogeńska powierzchnia zrównania wydzielona przez Gilewską (1958) istniała również w bardziej południowej części Przedgórze Karpat.

Fig. 4. Mapa miąższości utworów gipsowo-anhydrytowych tertonu dolnego między Krakowem i Dębicą wg Ołtuszyk (in Karnkowski, Ołtuszyk, 1968), częściowo zmodyfikowana: 1 — brak osadów gipsowo-anhydrytowych; 2 — 0—10 m; 3 — 10—30 m; 4 — powyżej 30 m; 5 — północna granica występowania utworów miocenu morskiego; 6 — granica występowania refleksu przewodniego (od utworów gipsowo-anhydrytowych w typowej postaci); 7 — północny brzeg Karpat fliszowych; 8 — dyslokacje na obrzeżeniu strefy zasięgu utworów gipsowo-anhydrytowych; 9 — osie przedtortonskich wyniesień morfologicznych

Fig. 4. Isopachous map of the Lower Tortonian gypsum-anhydrite rocks between Kraków and Dębica according to Ołtuszyk (in Karnkowski, Ołtuszyk 1968), partly modified. 1 — no gypsum-anhydrite rocks; 2 — 0—10 m; 3 — 10—30 m; 4 — over 30 m; 5 — northern extent of Miocene marine sediments; 6 — extent of the reflection horizon (from gypsum-anhydrite rocks in typical form); 7 — northern border of the Flysch Carpathians; 8 — dislocation on the border line of the zone of extent of gypsum-anhydrite rocks; 9 — axes of pre-Tortonian morphological elevations

WPLYW PRZEDMIOCENSKIEJ RZEŻBY
NA SEDYMENTACJĘ OSADÓW DOLNEGO TORTONU

Po odtworzeniu przedmiocęńskiej morfologii podjęto próbę znalezienia związku pomiędzy jej kształtem a rozkładem miąższości osadów dolnego tortonu. Badania te prowadzono dwoma niezależnymi metodami: statystyki matematycznej oraz analizy strukturalnej.

Jeżeli przedmiocęńska rzeźba miała wpływ na sedymentację osadów dolnotortońskich, to winna istnieć ujemna korelacja między pochodną rzeźby przedtortońskiej — strefą aeracji a miąższością osadów podanhydrytowych.

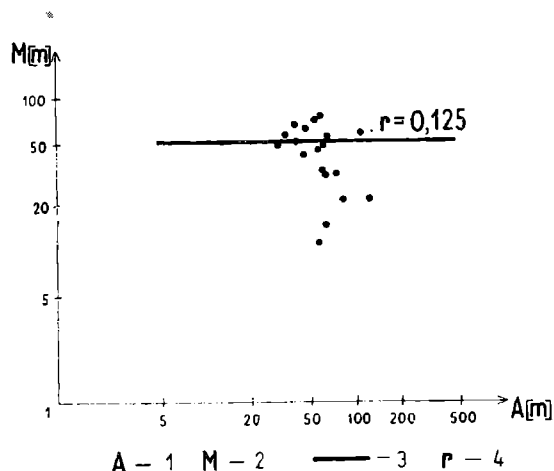


Fig. 5. Wykres zależności pomiędzy miąższością strefy aeracji (A) i miąższością osadów podanhydrytowych (M) dla obszaru położonego na wschód od Krakowa po Wyniesienie Puszczy: 1 — miąższość strefy aeracji w m; 2 — miąższość osadów podanhydrytowych w m; 3 — krzywa regresji; 4 — współczynnik korelacji

Fig. 5. Relationship between the thickness of aeration zone (A) and the thickness of supra-anhydrite sediments (M) for the area situated east of Kraków up to the Puszcza Elevation. 1 — thickness of the aeration zone in m; 2 — thickness of the supra-anhydrite sediments in m; 3 — regression curve; 4 — correlation coefficient

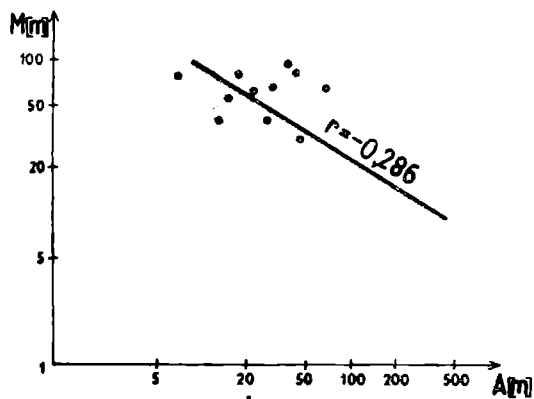


Fig. 6. Wykres zależności pomiędzy miąższością strefy aeracji (A) i miąższością osadów podanhydrytowych (M) dla Wyniesienia Puszczy oraz rejonu Grobla-Pławowice. Objaśnienia jak na fig. 5

Fig. 6. Relationship between the thickness of aeration zone (A) and the thickness of supra-anhydrite sediments (M) for the Puszcza Elevation and the Grobla-Pławowice region. Legends as in fig. 5

Zestawiono w skali logarytmicznej miąższości strefy aeracji oraz odpowiadające im miąższości osadów podanhydrytowych dla całego badanego obszaru, nie uzyskując korelacji nawet przy najniższym poziomie ufności. Wobec czego podzielono obszar na szereg rejonów o zbliżonym charakterze geologicznym (fig. 5—10): rejon na wschód od Krakowa po „Wy-

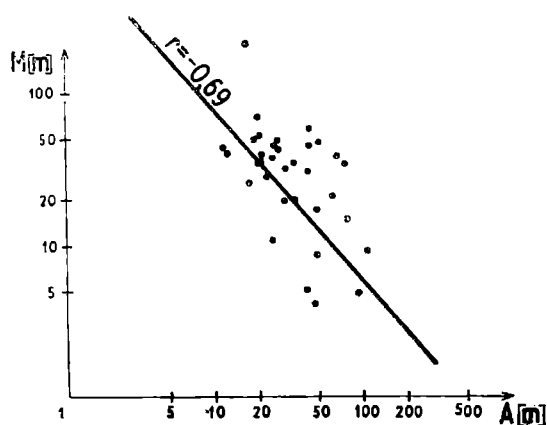


Fig. 7. Wykres zależności pomiędzy miąższością strefy aeracji (A) i miąższością osadów podanhydrytowych (M) dla centralnej części synklinorium miechowskiego. Objaśnienia jak na fig. 5

Fig. 7. Relationship between thickness of aeration zone (A) and thickness of supra-anhydrite sediments (M) for the central part of the Miechów synclinorium. Legends as in fig. 5

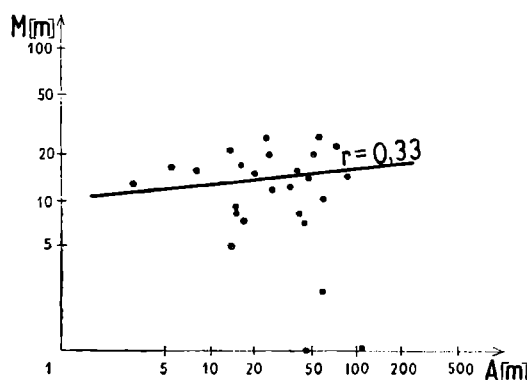


Fig. 8. Wykres zależności pomiędzy miąższością strefy aeracji (A) i miąższością osadów podanhydrytowych (M) dla rejonu Dąbrowy Tarnowskiej — Partynia-Podborze. Objaśnienia jak na fig. 5

Fig. 8. Relationship between thickness of aeration zone (A) and thickness of supra-anhydrite sediments (M) for the region of Dąbrowa Tarnowska — Partynia-Podborze. Legends as in fig. 5

niesienie Puszczy” (J a w o r, 1970), „Wyniesienie Puszczy” oraz rejon Grobla — Pławowice, rejon centralnej części synklinorium miechowskiego, rejon Dąbrowy Tarnowskiej — Podborze — Partynia, peryferyjną część zapadliska przedkarpackiego na N od Wisły oraz część zapadliska na S od Wisły.

Dla każdego z tych rejonów uzyskano pełną korelację przy założonym poziomie ufności 95% (fig. 5—10). Przechodząc ze skali logarytmicznej

na skalę liniową (fig. 11) otrzymano zależność odwrotnie proporcjonalną z wyjątkiem rejonu na wschód od Krakowa po „Wyniesienie Puszczy” oraz rejon Dąbrowy Tarnowskiej — Partyni — Podborza, dla których zależność ta jest wprost proporcjonalna.

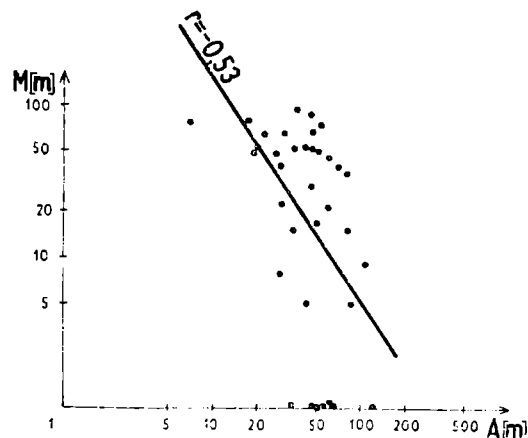


Fig. 9. Wykres zależności pomiędzy miąższością strefy aeracji (A) i miąższością osadów podanhydrytowych (M) dla peryferyjnej części zapadliska (na N od Wisły).
Objaśnienia jak na fig. 5

Fig. 9. Relationship between thickness of aeration zone (A) and thickness of supra-anhydrite sediments (M) for the peripheral part of the foredeep (N of the Vistula). Legends as in fig. 5

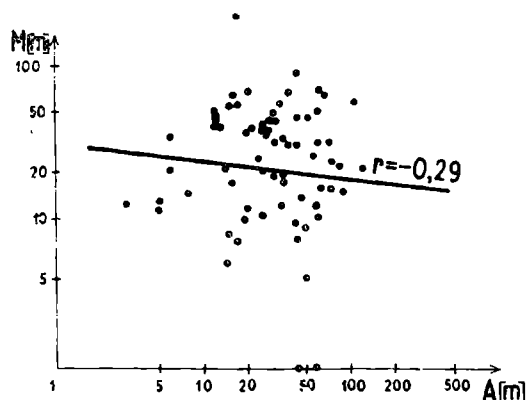


Fig. 10. Wykres zależności pomiędzy miąższością strefy aeracji (A) i miąższością osadów podanhydrytowych (M) dla części zapadliska położonej na S od Wisły.
Objaśnienia jak na fig. 5

Fig. 10. Relationship between thickness of aeration zone (A) and thickness of supra-anhydrite sediments (M) for the part of the foredeep situated S of the Vistula. Legends as in fig. 5

Możemy więc wnioskować, że dla wszystkich rejonów z wyjątkiem ostatnio wymienionych istnieje zależność między pochodną rzeźby — strefą aeracji a miąższością osadów przedanhydrytowych.

Traktując współczynnik korelacji w przypadku regresji liniowej dwuwymiarowej jako estymator procentowego związku pomiędzy dwoma zmiennymi (F r e u n d, 1971) możemy określić procentowy wpływ rzeźby na rozkład miąższości osadów podanhydrytowych.

Procentowy wpływ rzeźby wynosi:

„Wyniesienie Puszczy” oraz rejon Grobla — Pławowice	9,0%
Centralna część synklinorium miechowskiego	48,0%
Peryferie zapadliska na N od Wisły	28,0%
Zapadlisko na S od Wisły	8,0%

Znaczący wpływ rzeźby na rozkład miąższości miał miejsce w centralnej części synklinorium miechowskiego, zanikając stopniowo na za-

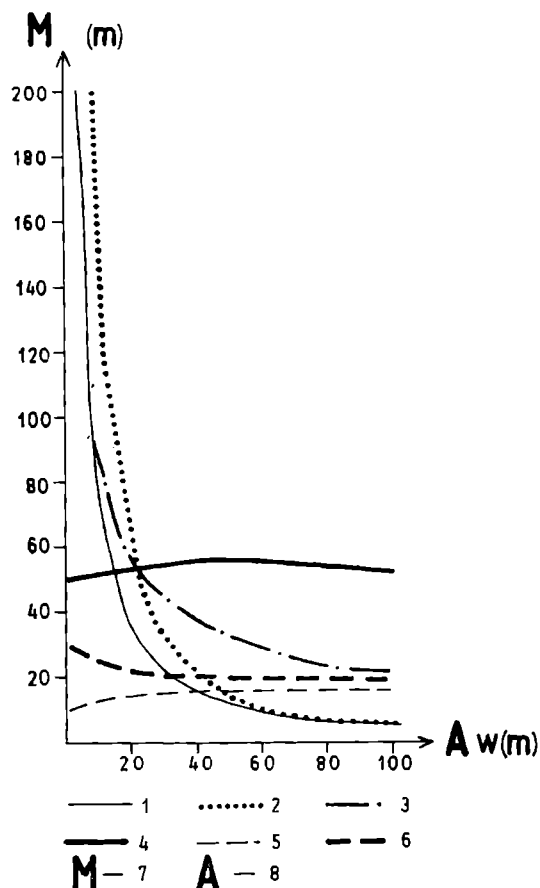


Fig. 11. Zestawienie zależności pomiędzy miąższością strefy aeracji (A) i miąższością osadów podanhydritowych (M): 1 — centralna część synklinorium miechowskiego; 2 — peryferyjna część zapadliska (na N od Wisły); 3 — Wyniesienie Puszczy oraz rejon Grobla-Pławowice; 4 — Obszar na E od Krakowa po Wyniesienie Puszczy; 5 — Rejon Dąbrowy Tarnowskiej — Partyni Podborza; 6 — część zapadliska położona na S od Wisły

Fig. 11. Composite diagram of the relationship between thickness of aeration zone (A) and thickness of supra-anhydrite sediments (M). 1 — central part of the Miechów synclinorium; 2 — peripheral part of the foredeep (N of the Vistula); 3 — the Puszcza Elevation and the Grobla-Pławowice region; 4 — area E of Kraków up to the Puszcza Elevation; 5 — the Dąbrowa Tarnowska — Partynia — Podborze region; 6 — part of the foredeep, situated S of the Vistula

chód i wschód. Wpływ rzeźby zaznaczał się w peryferyjnej części zapadliska, malejąc w kierunku brzegu Karpat.

Związek morfologii z miąższościami osadów dolnotorhońskich zaznacza się również na przekrojach (fig. 12—15) oraz mapie miąższości osadów podanhydritowych (fig. 3). Generalnie rzecz biorąc strefom morfologicznie obniżonym odpowiadają strefy większych miąższości. W wielu przypadkach na wyniesieniach obserwuje się ścieśnienie miąższości a niekiedy

brak osadów podanhydrytowych. Tendencje te zaznaczają się również na mapie miąższości anhydrytów (fig. 4). W szeregu miejscowościach na wyniesieniach przedmiocenijskich nie osadziły się anhydryty. Sedymentacja osadów przedanhydrytowych i anhydrytowych w zasadzie wyrównała przedtortoński relief. Stwierdzenie to odnosi się do obszarów, dla których stwierdzono związek morfologii z rozkładem miąższości. O wyrównującym charakterze sedymentacji anhydrytów na Wyżynie Miechowskiej pisał R a d w a ń s k i (1968).

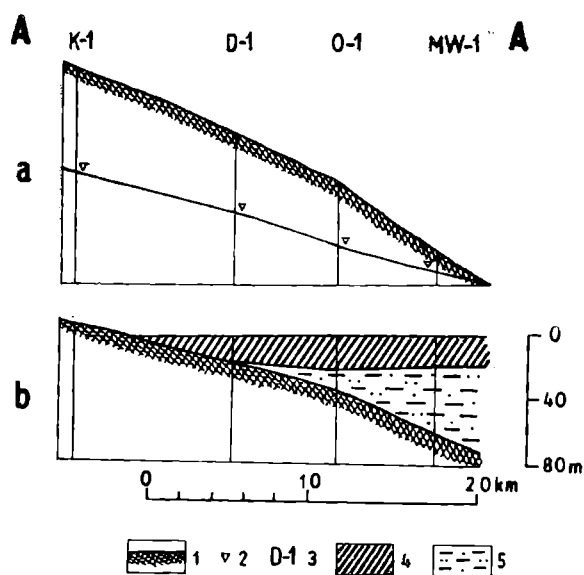


Fig. 12. Przekrój morfologiczny ukazujący przedtortońską rzeźbę terenu oraz konfigurację dna zbiornika tortońskiego po osadzeniu się utworów anhydrytowo-gipsowych: a — przed transgresją dolnotortońską: 1 — powierzchnia terenu; 2 — ówczesne zwierciadło wód podziemnych; 3 — otwory wiertnicze; b — Po zakończeniu sedymentacji osadów chemicznych: 4 — gipsy i anhydryty; 5 — osady podanhydrytowe

Fig. 12. Morphological section showing pre-Tortonian relief and bottom configuration of the Tortonian basin after sedimentation of gypsum-anhydrite sequence: a — before the Early Tortonian transgression: 1 — land surface; 2 — contemporary ground water level; 3 — boreholes; b — after sedimentation of chemical deposits: 4 — gypsum and anhydrite; 5 — supra-anhydrite sediments

Stwierdzenia R a d w a ń s k i e g o (1968) odnieść można również do bardziej wewnętrznych części zapadliska, niekiedy aż po współczesny brzeg Karpat fliszowych włącznie (fig. 4, 12, 15).

W obszarach, dla których nie wykazano związku między przedtortońską rzeźbą a rozkładem miąższości osadów dolnotortońskich, w wielu przypadkach sedymentacja wykazuje tendencję do inwersji rzeźby przedmiocenijskiej. Dotyczy to między innymi rejonu Dąbrowy Tarnowskiej oraz Partyni — Podborza, gdzie miąższość osadów dolnotortońskich często jest największa w miejscach morfologicznie wyniesionych przed tortonem.

Przedtortońska rzeźba prawdopodobnie warunkowała również sedymentację w bardziej południowej części zapadliska. Usytuowanie „zatok

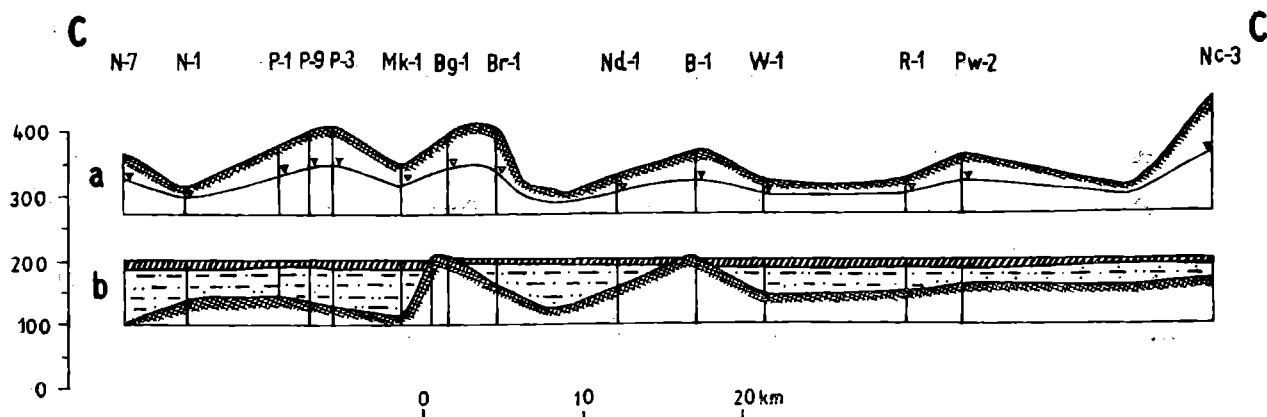


Fig. 13.

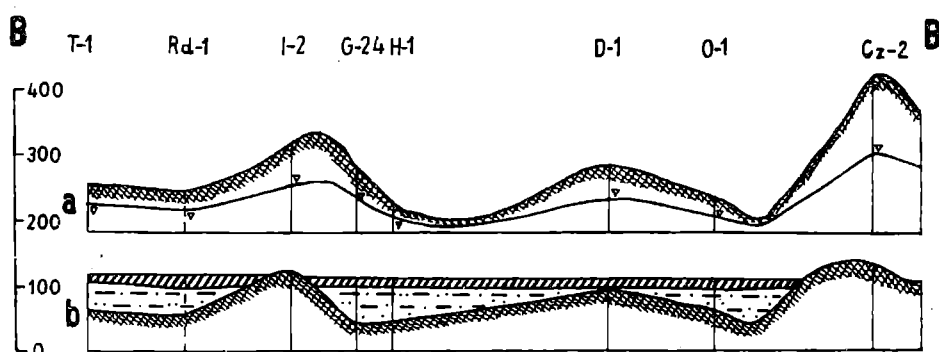


Fig. 14.

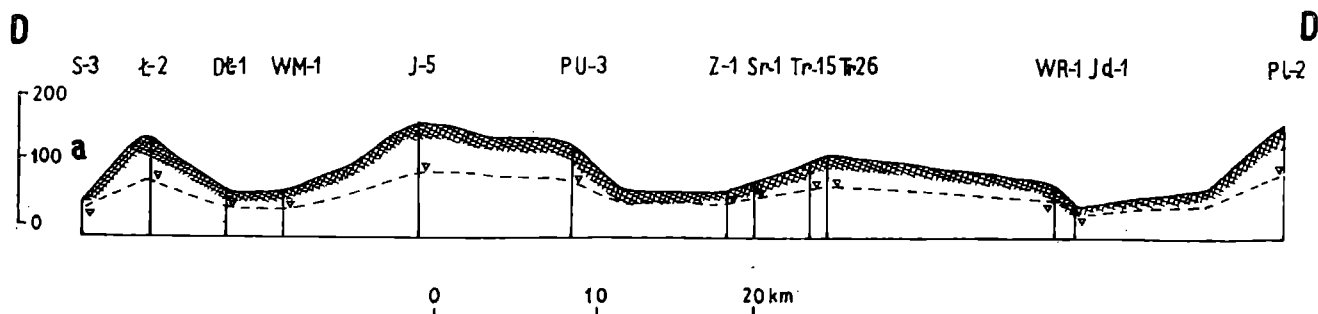


Fig. 15.

Fig. 13—15. Przekroje morfologiczne ukazujące przedtortońską rzeźbę terenu oraz konfigurację dna zbiornika tortońskiego po osadzeniu się utworów anhydrytowo-gipsowych. Pozostałe objaśnienia jak na fig. 12

Fig. 13—15. Morphological sections showing the pre-Tortonian relief and bottom configuration of the Tortonian basin after sedimentation of gypsum-anhydrite sequence. Legends as in fig. 12

miocenijskich” na brzegu Karpat fliszowych w osi obniżen przedtortońskich wydaje się nieprzypadkowe. Nasuwające się od południa Karpaty prawdopodobnie w swej brzeżnej części powtórzyły w pewnym stopniu morfologię przedgórz. Na tak morfologicznie zróżnicowane Karpaty wkroczyło morze dolnotortońskie.

Obserwacje te potwierdzają sugestię Reinischa (1972) o związku

„zatok miocenijskich” z elewacjami starszego (przedmiocenijskiego) podłoża. Według Reinischa (op. cit.) zatoki te ograniczone są strukturalnymi wyniesieniami.

Niektóre z wyniesień morfologicznych (fig. 1) na znacznych odcinkach pokrywają się z przebiegiem stref dyslokacyjnych o kierunku NW-SE przedstawionych na mapie Karnkowskiego i Łapinkiewicza (1965). Dotyczy to: strefy dyslokacyjnej Puszczy (Jawor, 1970) dyslokacji Szczurowa — Kwilków — Wola Radłowska — Tarnów, strefy dyslokacyjnej Swarzów — Dąbrowa Tarnowska — Pilzno, dyslokacji Busko — Radzanów oraz strefy dyslokacyjnej Czarnej Sędziszowskiej.

Na tej podstawie można wnioskować, że część dyslokacji o założeniach paleozoicznych i starszych została odmłodzona i mogła wyznaczać przebieg niektórych przeddolnotortoijskich wyniesień morfologicznych.

Pogląd o odmłodzeniu dyslokacji prekambryjskich w okresie ruchów laramijskich i alpejskich wyrażony przez Teisseyre'a (1926) potwierdzony został nowszymi badaniami (Karnkowski, 1971).

WNIOSKI

Przed transgresją dolnotortoijską w badanej części Przedgórze Karpat istniała rzeźba o względnych deniwelacjach nie przekraczających na ogół 200 m. Na niektórych wyniesieniach prawdopodobnie zachowały się fragmenty paleogeńskiej powierzchni zrównania. Rzeźba ta mogła być zbliżona do współczesnej rzeźby Wyżyny Miechowskiej.

Transgresja dolnotortoijska wykorzystwała istniejącą rzeźbę. Rzeźba ta w wielu wypadkach uwarunkowała sedymentację dolnotortoijską. Najsilniejszy wpływ rzeźby przedtortoijskiej na rozkład miąższości osadów dolnotortoijskich zaznacza się w osiowej części synklinorium miechowskiego. Wpływ ten maleje w kierunku skrzydeł synklinorium, to jest w kierunku „rygla krakowskiego” jak również w kierunku antyklinorium dolnego Sanu. Znaczny wpływ rzeźby na sedymentację zaznaczający się w peryferyjnej części zapadliska, maleje na południe od Wisły w kierunku Karpat fliszowych.

Sedymentacja osadów anhydrytowych w zasadzie wyrównała przedtortoijską rzeźbę. Tylko w nielicznych miejscach nad powierzchnią morza wznosiły się niewielkie wyspy.

Przedtortoijska rzeźba Przedgórze Karpat mogła mieć również określony wpływ na rozmieszczenie „zatok miocenijskich” na brzegu Karpat oraz płątów miocenijskich na Karpatach.

Niektóre przedtortoijskie wyniesienia morfologiczne mogą być odwzorowaniem wyniesień tektonicznych o założeniach paleozoicznych lub starszych.

Przedstawiona w pracy metodyka wydzielenia i określania miąższości

strefy aeracji pozwala rekonstruować morfologię kopalnych powierzchni denudacyjnych oraz odtwarzać warunki paleohydrogeologiczne.

Kopalna strefa aeracji, w wielu przypadkach jest „dobrym kolektorem”. Wydzielanie kopalnej strefy aeracji może mieć duże praktyczne znaczenie przy poszukiwaniu węglowodorów.

Instytut Geologiczny
Oddział Karpacki
31-560 Kraków, ul. Skrzatów 1

WYKAZ LITERATURY
REFERENCES

- Alexandrowicz S. W. (1969), Utwory paleogenu w południowej części Wyżyny Krakowskiej (Couches du Paléogène de la partie méridionale du Plateau du Cracovie). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 39 (4): 681—694, Kraków.
- Ananjev G. S., Voskresenskiy S. S., Simonov J. G. (1973), Mechanizm obrazowania powierzchni wyrównywania w różnych fiziko-geograficznych uwarunkowaniach. AN SSSR Sb. „Powierzchni wyrównywania”: 5—14. Izd. „Nauka”, Moskwa.
- Bogacz K. (1967), Budowa geologiczna północnego obrzeżenia rowu krzeszowickiego (The geological structure of the Northern Border of the Krzeszowice Graben). *Pr. geol. Kom. Nauk Geol. PAN Oddział w Krakowie*, 41: 1—80, Warszawa.
- Dachnov W. N. (1961), Sowriemiennoje sostojanie geofizycznych metodow izuczenija karbonatnych kolektorow. WNIIGRI Sb. Trudy wsiesoznogo sowieszczanija po trieszczinnym kolektorom niefti i gaza: 32—39, Leningrad.
- Dzudyński S. (1953), Tektonika południowej części Wyżyny Krakowskiej (Tectonics of the Southern part of the Cracov Upland). *Acta geol. pol.*, 3 (3): 325—440, Warszawa.
- Freund J. E. (1971), Podstawy nowoczesnej statystyki. PWE, Warszawa.
- Gilewska S. (1958), Rozwój geomorfologiczny wschodniej części Wyżyny Miechowskiej (The geomorphological development of the Eastern part of the Miechów Upland). *Pr. geogr. Inst. Geogr. PAN*, 13: 1—70, Warszawa.
- Głowacki E., Horn T., Wardęga A., Żurek E. (1971), Katalog wierceń Górnictwa Naftowego w Polsce. Antyklinorium pomorskie, synklinorium szczecińskie, synklinorium mogileńsko-łódzkie, synklinorium miechowskie. T. II, cz. 2. Wyd. Geol., Warszawa.
- Gradziński R. (1962), Rozwój podziemnych form krasowych w południowej części Wyżyny Krakowskiej (Origin and development of subterranean karst in southern part of the Cracov Upland). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 32 (4): 429—490, Kraków.
- Jawor E. (1964), Opis rdzeni wiertniczych i próbek okruchowych z otworu Szczurowa 2. Dokumentacja wynikowa otworu Szczurowa 2. *Arch. PPN*, Kraków.
- Jawor E. (1967), Opis rdzeni wiertniczych i próbek okruchowych z otworu Dziewin 1. Dokumentacja wynikowa otworu Dziewin 1. *Arch. PPN*, Kraków.
- Jawor E. (1970), Wgłębna budowa geologiczna na wschód od Krakowa (The structure of the deep substratum in the region east of Cracov). *Acta geol. pol.*, 20 (4): 709—765, Warszawa.

- Karnkowski P. (1971), Zarys tektoniki Przedgórza Karpat (General tectonics of Forecarpathian Sunkenland). *Geofizyka i Geol. Naf.* 4—5: 1—15, Kraków.
- Karnkowski P., Łapinkiewicz A. (1965), Mapa geologiczno-strukturalna podłoża miocenu Przedgórza Karpat Północnych 1:200 000. Wyd. Geol., Warszawa.
- Karnkowski P., Ołtuszyk S. (1968), Atlas geologiczny Przedgórza Karpat Polskich (Geological atlas of the Polish Carpathian Foreland). Inst. Geol., Warszawa.
- Karpała E. (1969), Opis rdzeni wiertniczych i próbek okruchowych z otworu Smęgorzów 6. Dokumentacja wynikowa otworu Smęgorzów 6. *Arch. PPN*, Kraków.
- Karpała A., Łapinkiewicz A. (1962), Kilka uwag o interpretacji materiałów sejsmicznych w części środkowej i zachodniej Przedgórza Karpat. *Geofizyka poszuk. i wiertn.* 8—10: 3—16, Kraków.
- Kicułowa K. (1967), Opis rdzeni wiertniczych i próbek okruchowych z otworu Dobiesławice 1. Dokumentacja wynikowa otworu Dobiesławice 1. *Arch. PPN*, Kraków.
- Kozikowski H. (1959), Wstępna dokumentacja geologiczna złoża ropy naftowej w rejonie Podborza-Partyni. *Arch. PPN*, Kraków.
- Krach W. (1936), Miocen okolic Książa Wielkiego (Das Miocän der Umgebung von Książ Wielki). *Roczn. Pol. Tow. Geol.*, 12: 133—135, Kraków.
- Krach W. (1947), Miocen okolic Miechowa (Miocene of the neighbourhood of Miechów, Central Poland). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 43: 5—92, Warszawa.
- Kuźniar W., Żelechowski W. (1927), Materiały do poznania stosunku Karpat do ich przedgórza na przestrzeni od Morawskiej Ostrawy po Kraków. *Prz. Górn.-hut.*, 19; nr 11—16: 327—334, 355—360, 393—401, 434—444, 465—471, Dąbrowa Górnicza.
- Michalski A. (1884), Zarys geologiczny strony południowo-zachodniej gubernii kieleckiej. *Pam. fizyogr.*, 4: 83—106, Warszawa.
- Moryc W. (1958), Opis rdzeni wiertniczych i próbek okruchowych z otworu Swarzędz 1. Dokumentacja wynikowa otworu Swarzędz 1. *Arch. PPN*, Kraków.
- Moryc W. (1970), Katalog wierzeń Górnictwa Naftowego w Polsce. Przedgórza Karpat. T. I, cz. 3, T. I, cz. 4. Wyd. Geol., Warszawa.
- Moryc W. (1974), Stratygrafia warstw w głębokim otworze Niwki 3 koło Dąbrowy Tarnowskiej (Stratigraphy of the Geological Formations in the Deep Borehole Niwki 3 near Dąbrowa Tarnowska). *Zesz. Nauk. AGH., Geologia* 19: 87—106, Kraków.
- Nieczaj A. M. (1961), Izuczenije karbonatnych trieszczinnych kolektorow po dannym geofiziceskich mietodow issledowanij. WNIGRI Sb „Trudy wsiesojuznogo sowieszczanija po trieszczinnym kolektoram niefti i gaza: 95—112, Leningrad.
- Niedzielski H. (1970), Warunki występowania wód w górnej kredzie Wyżyny Krakowskiej (Conditions of water bearing strata occurring in the Upper Cretaceous of the Miechów Plateau). *Prz. geogr.*, 43 (4): 561—568, Warszawa.
- Ney R. (1968), Rola rygla krakowskiego w geologii zapadliska przedkarpacciego i rozmieszczeniu złóż ropy i gazu (The role of the „Cracov Bolt” in the Geological History of the Distribution of Oil and Gas Deposits). *Pr. geol. Kom. Nauk Geol. PAN Oddz. w Krakowie* 45: 1—85, Warszawa.
- Połtowicz S. (1964), Przedtortonńska dolina rzeczna między Dunajcem i Rabą (Priedtortonskaja riecznaja dolina między Raboj i Dunajcem). *Geof. i Geol. naft.*, 6—7: 176—181, Kraków.
- Radwański A. (1968), Transgresja dolnego tortonu na obszarze Wyżyny Mie-

chowskiej i Krakowskiej (Lower Tortonian transgression onto the Miechów and Cracov Uplands). *Acta geol. pol.* 18 (2): 387—446, Warszawa.

Rainisch R. (1972), Geneza „zatok” w linii brzegowej nasunięcia Karpat (The Genesis of „Embayment” in the Border Line of the Carpathians Overtrust (*Nafta* 8: 337—345, Katowice.

Teisseyre W. (1926), Metody kryptotektoniki a podłoże Karpat) La méthode de la cryptotectonique des Carpathes). *Kosmos* 51: 410—468, Lwów.

SUMMARY

In the Carpathian Foreland between Kraków and Dębica (Fig. 1), the Miocene rocks of the Carpathian foredeep discordantly overlie Mesozoic sediments belonging to the SE extension of the Miechów synclinorium.

The Senonian marls and marly limestones with cherts, as well as the Jurassic limestones, overlain by the Miocene sediments are for the most part intensely weathered. In drill cores several fissures have been noted; they are predominantly open, but are frequently filled with clay or with calcite. A characteristic feature is a coating of iron oxide which covers mainly the walls of fissures, sometimes impregnating the entire sediment. The coating has been traced from a depth of 2,5 m down to 100 m below the Miocene rocks.

These above features of the uppermost Mesozoic sediments have been attributed to the Early Miocene (pre-Early Badenian) weathering. The surface of the Upper Cretaceous and Jurassic sediments was then in the zone of influence of air and atmospheric water, which effected oxidation of iron sulphides in the rock. Those iron compounds dissolved in underground waters were rapidly precipitated as hydroxides owing to low mobility of iron ions. This process initially occurred directly above the ground water level.

Since oxidation takes place above the unconfined ground water level, the thickness of the zone of aeration has been assumed to be equal to the depth of the water table.

The zone of aeration may be also recognized on the basis of interpretation of the data, yielded by borehole geophysics (Fig. 2). Table I illustrates the characteristics of geophysical well logs in this zone.

The zone of aeration produces a negative PS anomaly, two or three times greater than that in the underlying rocks, when resistivity has been reduced by half and the size of borehole considerably enlarged. The gamma radiation intensity has a constant value with a possible slight tendency to increase. The intensity of secondary gamma radiation shows a slightly decreasing tendency in this zone.

Geological and geophysical data served as a basis for an isopachous map of the aeration zone (Fig. 1). It is, at same time, a map of depth

down to the unconfined underground water level averaged 20—40 m, then, varying from 0 to 100 m.

According to Niedzielski (1970), the present-day shape of the first level of ground water on the Miechów Upland reflects the actual relief. Consequently, the depth distribution of the pre-Tortonian ground water level may represent to a certain extent relief at that time. Since the variation in thickness of the fossil aeration zone is very close to the present-day gradients of water table. (Niedzielski 1970), their equality was assumed for the construction of palaeomorphological sections. On these assumptions relative hypsometric differences on sections (Figs 12—15) were calculated from the equation cited on p. 535.

The reconstructions performed imply that the part of the Carpathian under discussion Foreland had been characterized before the Tortonian by slight hypsometric differences that did not exceed, as a rule 200 m and by the inclination of the surface ranging from 0 to 5%.

An attempt has been made to find a correlation between morphology thickness variation of the Lower Tortonian sediments. Areas with similar geological structure show a correlation between the relief derivative, i. e. the thickness of the aeration zone, and the thickness of supra-anhydrite Miocene rocks (Figs. 5—10). The best correlation was obtained for the axial part of the Miechów synclinorium ($r = -0,69$) and for the peripheral (N of the Vistula) part of the Carpathian foredeep ($r = -0,53$).

The relationship between palaeo-relief and the thickness of the Lower Tortonian sediments can also be seen on sections (Figs. 12—15) and maps (Figs. 1—3).

It may be inferred from the foregoing considerations that the Early Tortonian sedimentation was controlled by the existing relief. Similar observations have been already reported from the Miechów Upland by Radwański (1968). This theory seems now to hold for the greater part of the Carpathian Foreland.