

Andrzej HENKIEL, Jerzy NITYCHORUK

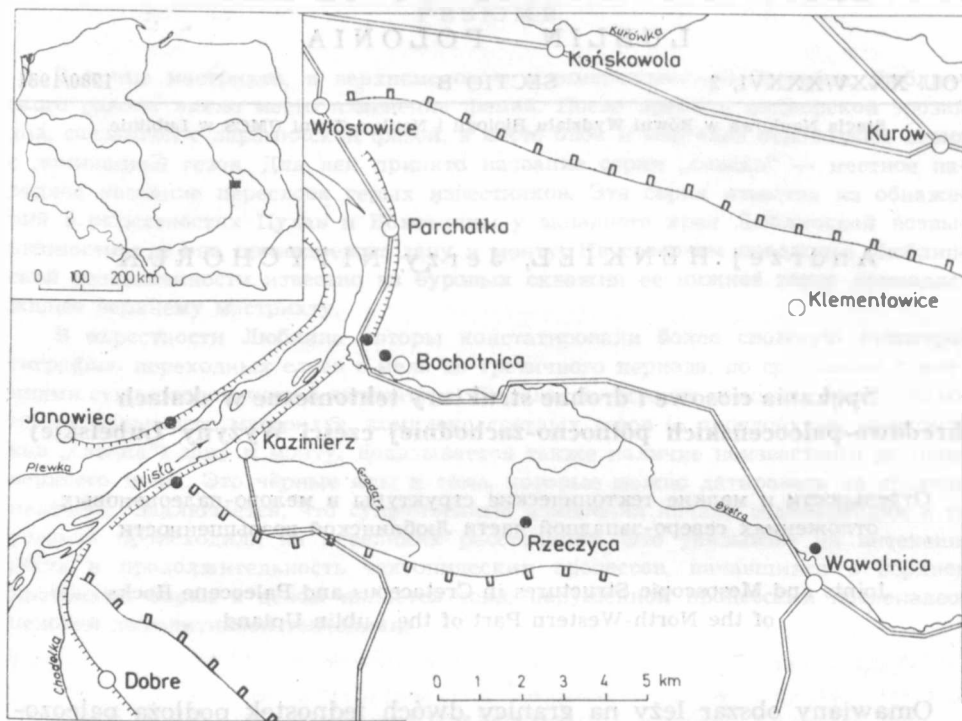
**Spękania ciosowe i drobne struktury tektoniczne w skałach
kredowo-paleoceńskich północno-zachodniej części Wyżyny Lubelskiej**

Отдельности и мелкие тектонические структуры в мелово-палеоценовых
отложениях северо-западной части Люблинской возвышенности

Joints and Mesoscopic Structures in Cretaceous and Paleocene Rocks
of the North-Western Part of the Lublin Upland

Omawiany obszar leży na granicy dwóch jednostek podłoża paleozoicznego: rowu mazowiecko-lubelskiego i podniesienia radomsko-kraśnickiego. Granicą tych jednostek jest strefa uskokowa Ursynów—Kazimierz Dolny—Wysokie, nawiązująca do strefy krawędziowej platformy wschodnioeuropejskiej (Pożaryski 1974; Żelichowski 1972). W przypowierzchniowej budowie uczestniczą utwory górnej kredy i paleocenu (mastrycht, dan i mont). Mastrycht wykształcony jest jako opoki z podrzędnymi przeławieniami margli, natomiast paleocen to gezy przewarstwiane „siwakiem” (wapieniami marglistymi — Pożaryska 1952).

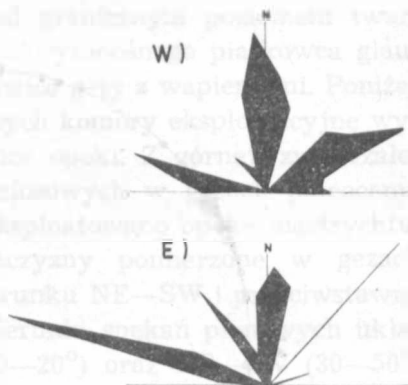
Rzeźbę tego obszaru o dużych deniwelacjach, uwarunkowanych obecnością pokrywy lessowej i głębokim wcięciem doliny Wisły, cechuje wyraźna kierunkowość (ryc. 2). Najdobitniej zaznacza się kierunek krawędzi płatów lessowych ($280\text{--}290^\circ$), następnie kierunek południkowy. Za podrzędne w skalę całego obszaru (choć lokalnie dominujące) można uważać kierunki morfologiczne grupujące się w sektorach $305\text{--}325^\circ$ i $45\text{--}65^\circ$. Prostolinijny przebieg i kierunkowość krawędzi lessowych powszechnie wiązane są z dynamiką procesu sedymentacji (Jahn 1956, Maruszczak 1967, Harasimiuk i Henkiel 1978), choć nie brak przypuszczeń o ich związku z tektoniką podłoża (Zaborski 1927). Pozostałe kierunki interpretuje dotychczas tylko Harasimiuk (1980), ogólnie nawiązując do głównych rysów strukturalnych podłoża paleozoicznego.



Ryc. 1. Lokalizacja punktów badawczych w północno-zachodniej części Wyżyny Lubelskiej. Czarne punkty — badane kamieniołomy, linia z kreseczkami — zbocza przełomowej doliny Wisły, linia z ząbkami — krawędzie lessowe
 Location of investigation points in the North-Western part of the Lublin Upland. Black — the examined outcrops, a dashed line dots — slopes of the Vistula River gap, toothed line — loess escarpments

Głębokie wcięcie doliny Wisły, doliny Bystrej i jej dopływów umożliwiło od dawna eksploatację węglanowych skał podłoża północno-zachodniej części Wyżyny Lubelskiej. W kilku czynnych lub niedawno opuszczonych kamieniołomach istnieją warunki do dokonywania pomiarów ciosu i drobnych struktur tektonicznych. Pozwalają one na próbę określenia strukturalnych uwarunkowań kierunkowości rzeźby oraz próbę analizy tektoniki kenozoicznej obszaru, kierunków transportu tektonicznego i pola naprężeń. Badania przeprowadzono w 6 wybranych kamieniołomach (ryc. 1). W Wąwolnicy w dolinie Bystrej i w Rzeczyca w dolinie potoku Rzeczyca dokonano pomiaru spękań ciosowych i obserwacji drobnych struktur tektonicznych w utworach paleocenu (seria siwaka — gezy z przewarstwieniami twardych wapieni marglistych). W Bochothnicy w ujściowym odcinku doliny Bystrej i na zboczu doliny Wisły dokonano pomiarów w opokach najwyższego mastrychtu, podobnie jak

Ryc. 2. Diagramy kierunków morfologicznych (topolineamentów) w północno-zachodniej części Wyżyny Lubelskiej: W — odcinek zachodni, E — odcinek wschodni
 Diagrams of morphological sets (topolineaments) in the North-Western part of the Lublin Upland; W — Western part, E — Eastern part

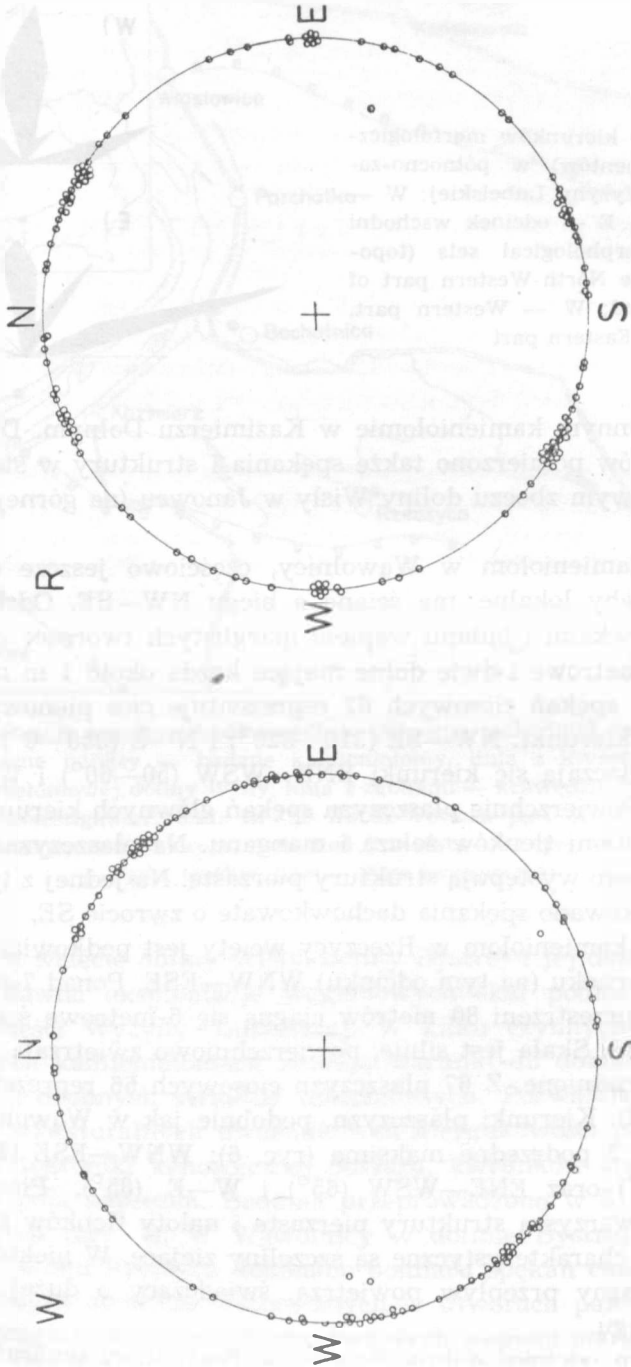


w wielkim, czynnym kamieniołomie w Kazimierzu Dolnym. Dla uzupełnienia materiałów pomierzono także spękania i struktury w starych wyrobiskach na lewym zboczu doliny Wisły w Janowcu (na górnej krawędzi skarpy).

Niewielki kamieniołom w Wąwolnicy, częściowo jeszcze eksploatowany na potrzeby lokalne, ma ścianę o biegu NW—SE. Odsłaniają się tu gezy z soczewkami i bułami wapieni marglistych tworzące pięć ławic: trzy górne półmetrowe i dwie dolne mające każda około 1 m miąższości. Z 65 pomiarów spękań ciosowych 62 reprezentuje cios pionowy (ryc. 3). Dominują dwa kierunki: NW—SE ($310\text{--}320^\circ$) i N—S ($350\text{--}0^\circ$). Zupełnie podrzędnie zaznaczają się kierunki ENE—WSW ($50\text{--}60^\circ$) i W—E ($80\text{--}90^\circ$) — ryc. 6. Powierzchnie płaszczyzn spękań głównych kierunków ciosu pokryte są nalotami tlenków żelaza i manganu. Na płaszczyznach o biegu NW—SE często występują struktury pierzaste. Na jednej z tych płaszczyzn zidentyfikowano spękania dachówkowate o zwrocie SE.

Opuszczony kamieniołom w Rzezycy wcięty jest podkowiasto w zbocze doliny o kierunku (na tym odcinku) WNW—ESE. Ponad 7-metrowym osypiskiem na przestrzeni 80 metrów ciągną się 6-metrowe ścianki gezy z bułami wapieni. Skała jest silnie, powierzchniowo zwietrzała i pomiary były bardzo utrudnione. Z 67 płaszczyzn ciosowych 66 reprezentuje cios pionowy (ryc. 3). Kierunki płaszczyzn, podobnie jak w Wąwolnicy, tworzą 2 główne i 2 podrzędne maksima (ryc. 6): WNW—ESE ($290\text{--}310^\circ$) i N—S ($0\text{--}20^\circ$) oraz ENE—WSW (65°) i W—E (85°). Płaszczyznom WNW—ESE towarzyszą struktury pierzaste i naloty tlenków żelaza; dla kierunku N—S charakterystyczne są szczeliny ziejące. W niektórych wy-czuwa się wyraźny przepływ powietrza, świadczący o dużej drożności i głębokim zasięgu.

W ujściowym odcinku doliny Bystrej w Bochothnicy wybrano do pomiarów nieczynny łom z klasycznymi odsłonięciami granicy mastrychtu

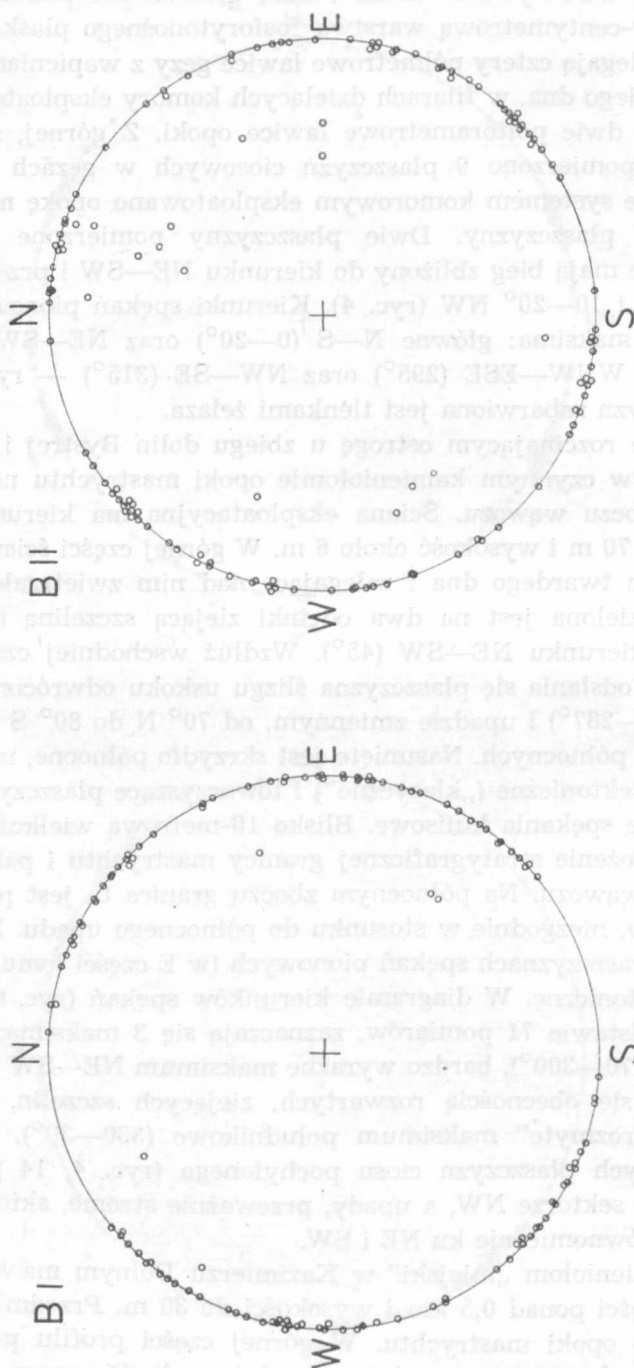


Ryc. 3. Diagramy położenia ciosu (półkula górna); W — Wąwolnica, R — Rzęczyca
Diagrams of exposure of joints (upper hemisphere); W — Wąwolnica, R — Rzęczyca

i paleocenu (P o ż a r y s k a 1952). Ponad granicznym poziomem twardego dna z 70-centymetrową warstwą fosforytonośnego piaskowca glaukonitowego zalegają cztery półmetrowe ławice gezy z wapieniami. Poniżej poziomu twardego dna, w filarach dzielących komory eksploatacyjne wydzielają się dwie półtorametrowe ławice opoki. Z górnej, zwietrzałej części ściany pomierzono 9 płaszczyzn ciosowych w gezach paleocenu, w dolnej, gdzie systemem komorowym eksploatowano opokę mastrychtu, zmierzono 53 płaszczyzny. Dwie płaszczyzny pomierzone w gezach i dwie w opoce mają bieg zbliżony do kierunku NE—SW i przeciwstawne upady 65° SE i $10\text{--}20^{\circ}$ NW (ryc. 4). Kierunki spękań pionowych układają się w 4 maksima: główne N—S ($0\text{--}20^{\circ}$) oraz NE—SW ($30\text{--}50^{\circ}$) i drugorzędne WNW—ESE (295°) oraz NW—SE (315°) — ryc. 6. Większość płaszczyzn zabarwiona jest tlenkami żelaza.

W wąwozie rozcinającym ostrogę u zbiegu dolin Bystrej i Wisły pomierzono cios w czynnym kamieniołomie opoki mastrychtu na prawym, północnym zboczu wąwozu. Ściana eksploatacyjna ma kierunek W—E, długość ponad 70 m i wysokość około 6 m. W górnej części ściany widoczny jest poziom twardego dna i zalegające nad nim zwietrzałe gezy paleocenu. Rozdzielona jest na dwa odcinki ziejącą szczeliną (kilka dcm rozwarcia) o kierunku NE—SW (45°). Wzdłuż wschodniej części ściany kamieniołomu odsłania się płaszczyzna ślizgu uskołu odwróconego o biegu W—E ($276\text{--}287^{\circ}$) i upadzie zmiennym, od 70° N do 80° S przy przewadze upadów północnych. Nasunięte jest skrzydło północne, na co wskazują zadziory tektoniczne („klasyczne”) i towarzyszące płaszczyźnie uskołu zlustrowane spękania kulisowe. Blisko 10-metrową wielkość nasunięcia określa położenie stratygraficznej granicy mastrychtu i paleocenu na obu zboczach wąwozu. Na północnym zboczu granica ta jest podniesiona o kilka metrów, niezgodnie w stosunku do północnego upadu. Na równoleżnikowych płaszczyznach spękań pionowych (w E części łomu) widoczne są gzymsy tektoniczne. W diagramie kierunków spękań (ryc. 6), opracowanym na podstawie 71 pomiarów, zaznaczają się 3 maksima: W—E do WNW—ESE ($270\text{--}300^{\circ}$), bardzo wyraźne maksimum NE—SW (45°), charakteryzujące się obecnością rozwartych, ziejących szczelin, a między nimi bardzo „rozmyte” maksimum południkowe ($330\text{--}30^{\circ}$). Biegi stosunkowo licznych płaszczyzn ciosu pochylonego (ryc. 4, 14 pomiarów) układają się w sektorze NW, a upady, przeważnie strome, skierowane są mniej więcej równomiernie ku NE i SW.

Wielki kamieniołom „miejski” w Kazimierzu Dolnym ma kilka ścian o łącznej długości ponad 0,5 km i wysokości do 30 m. Przedmiotem eksploatacji są tu opoki mastrychtu. W górnej części profilu pojawia się parę ławic (o metrowej miąższości) szarych margli. Pierwszy, 80-metrowy odcinek ściany (nieczynny) o kierunku NNW—SSE znajduje się na

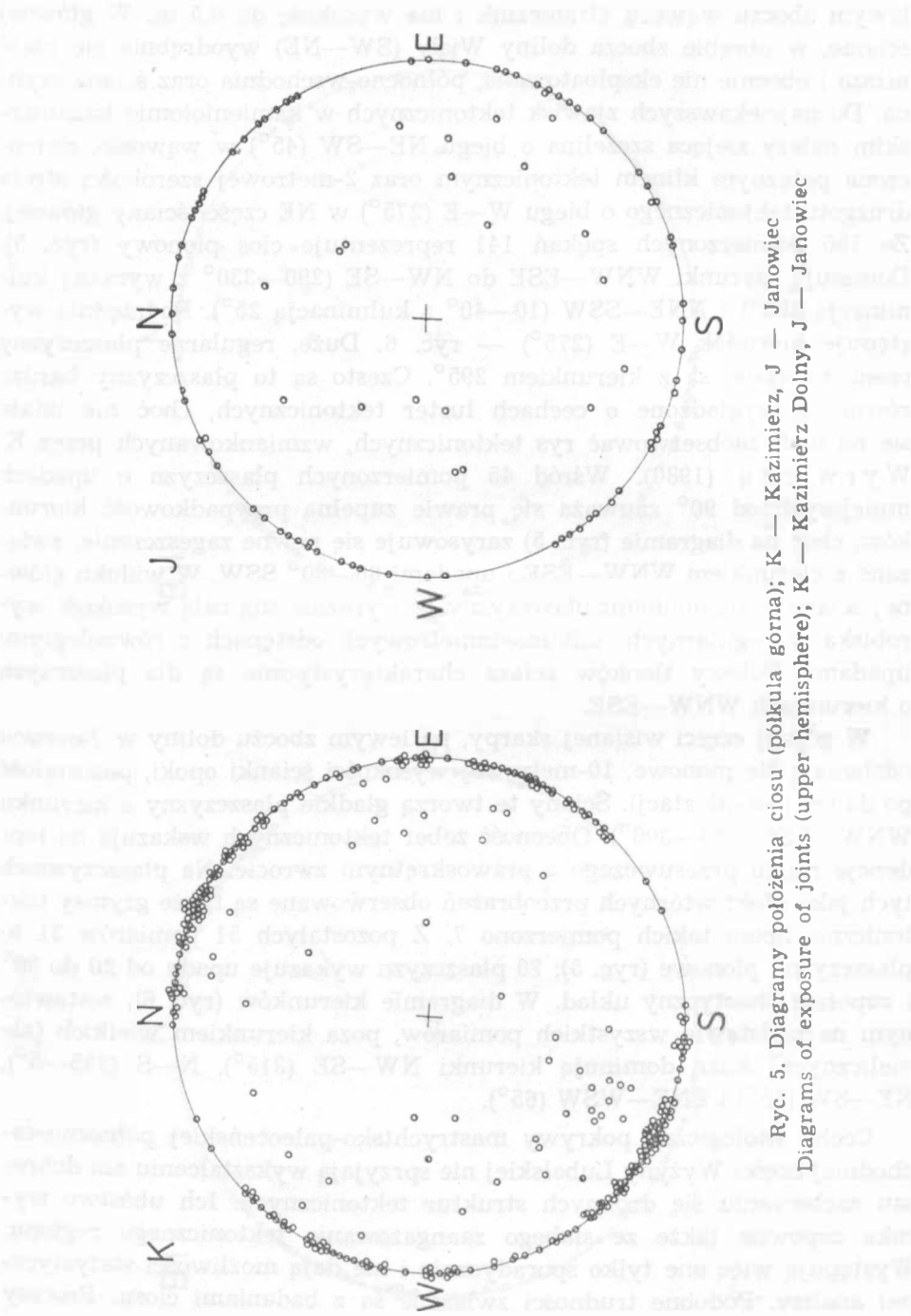


Ryc. 4. Diagramy położenia ciosu (półkula górna); B I i B II — Bochoznica I i II
 Diagrams of exposure of joints (upper hemisphere); B I and B II — Bochoznica I and II

lewym zboczu wąwozu Granicznik i ma wysokość do 6,5 m. W głównej ścianie, w obrębie zbocza doliny Wisły (SW—NE) wyodrębnia się część niższa i obecnie nie eksploatowana, północno-wschodnia oraz ściana czynna. Do najciekawszych zjawisk tektonicznych w kamieniołomie kazimierskim należy ziejąca szczelina o biegu NE—SW (45°). W wąwozie, zwieńczona potężnym klinem tektonicznym oraz 2-metrowej szerokości strefa druzgotu tektonicznego o biegu W—E (275°) w NE części ściany głównej. Ze 186 pomierzonych spękań 141 reprezentuje cios pionowy (ryc. 5). Dominują kierunki WNW—ESE do NW—SE ($290\text{—}330^\circ$ z wyraźną kulminacją 295°) i NNE—SSW ($10\text{—}40^\circ$ z kulminacją 25°). Podrzędnie występuje kierunek W—E (275°) — ryc. 6. Duże, regularne płaszczyzny ciosu związane są z kierunkiem 295° . Często są to płaszczyzny bardzo równe i wygładzone o cechach luster tektonicznych, choć nie udało się na nich zaobserwować rys tektonicznych, wzmiankowanych przez K. Wyrwicką (1980). Wśród 45 pomierzonych płaszczyzn o upadach mniejszych od 90° zauważa się prawie zupełną przypadkowość kierunków, choć na diagramie (ryc. 5) zarysowuje się pewne zagęszczenie, związane z kierunkiem WNW—ESE i upadami $60\text{—}80^\circ$ SSW. W widoku głównej ściany kamieniołomu płaszczyzny te wyraźnie tną całą wysokość wyrobiska w regularnych, kilkunastometrowych odstępach z równoległymi upadami. Polewy tlenków żelaza charakterystyczne są dla płaszczyzn o kierunkach WNW—ESE.

W górnej części wiślanej skarpy, na lewym zboczu doliny w Janowcu odsłaniają się pionowe, 10-metrowej wysokości ścianki opoki, pozostałość po dawnej eksploatacji. Ściany te tworzą gładkie płaszczyzny o kierunku WNW—ESE ($280\text{—}300^\circ$). Obecność żeber tektonicznych wskazuje na tendencje ruchu przesuwczego o prawoskrętnym zwrocie. Na płaszczyznach tych jako efekt wtórnych przeobrażeń obserwowane są także gzymsy tektoniczne. Ścian takich pomierzono 7. Z pozostałych 51 pomiarów 31 to płaszczyzny pionowe (ryc. 5); 20 płaszczyzn wykazuje upady od 20 do 80° i zupełnie chaotyczny układ. W diagramie kierunków (ryc. 6), zestawionym na podstawie wszystkich pomiarów, poza kierunkiem wielkich (ale nielicznych) ścian dominują kierunki NW—SE (315°), N—S ($355\text{—}5^\circ$), NE—SW (35°) i ENE—WSW (65°).

Cechy litologiczne pokrywy mastrychtsko-paleoceńskiej północno-zachodniej części Wyżyny Lubelskiej nie sprzyjają wykształceniu ani dobremu zachowaniu się drobnych struktur tektonicznych. Ich ubóstwo wynika zapewne także ze słabego zaangażowania tektonicznego regionu. Występują więc one tylko sporadycznie i nie dają możliwości statystycznej analizy. Podobne trudności związane są z badaniami ciosu. Procesy wietrzeniowe szybko zacierają, nawet na świeżych ścianach, indywidualne cechy spękań różnych układów i wieku, co utrudnia między innymi

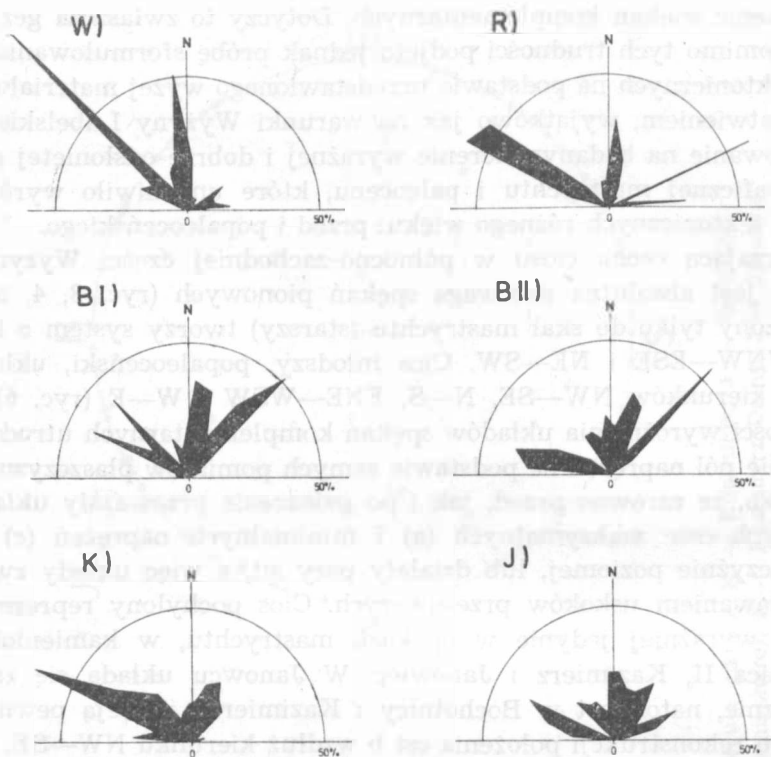


Ryc. 5. Diagramy położenia ciosu (półkula górna); K — Kazimierz, J — Janowiec
Diagrams of exposure of joints (upper hemisphere); K — Kazimierz Górny, J — Janowiec

wyróżnienie spękań komplementarnych. Dotyczy to zwłaszcza geoz paleocenu. Pomimo tych trudności podjęto jednak próbę sformułowania wniosków tektonicznych na podstawie przedstawionego wyżej materiału. Pewnym ułatwieniem, wyjątkowo jak na warunki Wyżyny Lubelskiej, było występowanie na badanym terenie wyraźnej i dobrze odsłoniętej granicy stratygraficznej mastrychtu i paleocenu, które umożliwiło wyróżnienie zjawisk tektonicznych różnego wieku: przed i popaleoceńskiego.

Uderzającą cechą ciosu w północno-zachodniej części Wyżyny Lubelskiej jest absolutna przewaga spękań pionowych (ryc. 3, 4, 5). Cios ograniczony tylko do skał mastrychtu (starszy) tworzy system o kierunkach WNW—ESE i NE—SW. Cios młodszy, popaleoceński, układa się wzdłuż kierunków NW—SE, N—S, ENE—WSW i W—E (ryc. 6). Brak możliwości wyróżnienia układów spękań komplementarnych utrudnia odтворzenie pól naprężeń na podstawie samych pomiarów płaszczyzn. Jasne jest tylko, że zarówno przed, jak i po paleocenie przeważały układy sił, w których osie maksymalnych (a) i minimalnych naprężeń (c) leżały w płaszczyźnie poziomej, lub działały pary sił, a więc układy związane z powstawaniem uskoków przesuwczych. Cios pochylony reprezentowany jest wyraźniej jedynie w opokach mastrychtu, w kamieniołomach Bochońnica II, Kazimierz i Janowiec. W Janowcu układa się zupełnie chaotycznie, natomiast w Bochońnicy i Kazimierzku istnieją pewne podstawy do rekonstrukcji położenia osi b wzdłuż kierunku NW—SE, a osi c (tensji) wzdłuż kierunku NE—SW.

Więcej danych do analizy tektonicznej dostarczają (pojedyncze co prawda) obserwacje uskoków oraz drobnych struktur tektonicznych: struktur pierzastych, spękań dachówkowatych, żeber i gzymsów tektonicznych, zadziórów oraz rozwartych (ziejących) szczelin. Inicjalne uskoki przesuwcze tworzą wielkie ściany skalne skarpy w Janowcu. Dobrze wykształcone żebra tektoniczne (Jaroszewski 1972) dokumentują tendencję do wystąpienia ślizgu i zarazem pozwalają stwierdzić zwrot prawoskrętny pary sił, działającej wzdłuż osi WNW—ESE (290°). Uskoki przesuwcze prawdopodobnie występują w kamieniołomie kazimierskim na przedłużeniu wielkich ścian Janowca. Z uskokami przesuwczymi może być związana wspomniana 2-metrowa szczelina z druzgotem, wygładzone ściany niektórych spękań ciosowych (lustra tektoniczne) o tym samym co w Janowcu biegu oraz wzmiankowane przez Wyrwicką (1980) poziome rysy tektoniczne. W kamieniołomie Bochońnica II prawdopodobnie istnieje uskok przesuwczy o kierunku NE—SW (45°), lewoskrętny. Prawoskrętne przemieszczenia poziome w kamieniołomie w Wąwolnicy w skałach paleocenu dokumentują spękania dachówkowate (Jaroszewski 1972) na płaszczyźnie o biegu NW—SE (315°). Jedyny uskoki o ślizgu prostopadłym do biegu płaszczyzny uskokowej stwierdzo-



Ryc. 6. Diagramy kierunków ciosu; W — Wąwolnica, R — Rzeczyca, BI i BII — Bochothnica I i II, K — Kazimierz, J — Janowiec

Diagrams of the sets of joints; W — Wąwolnica, R — Rzeczyca, BI and BII — Bochothnica I and II, K — Kazimierz Dolny, J — Janowiec

no w Bochothnicy II. Jest to uskoki odwrócony. Płaszczyzna ma bieg WNW—ESE (280°) i upad $70\text{--}80^\circ$ N. Kierunek ślizgu wskazują rysy i zadziory tektoniczne pozwalające na ich „klasyczną” interpretację (strome ścianki zadziorów wskazują kierunek ruchu płaszczyzny przyległej — dyskusja Dzułyński, Kotlarczyk 1965; Jaroszewski 1972). Kierunek ślizgu udokumentowany jest jednak przede wszystkim położeniem granicy mastrycht — paleocen, która na północnym skrzydle uskoku jest podniesiona około 10 m. Związane z tym uskoki pole naprężeń charakteryzuje położenie osi a NNE—SSW i osi b WNW—ESE; transport tektoniczny z kierunku NNW.

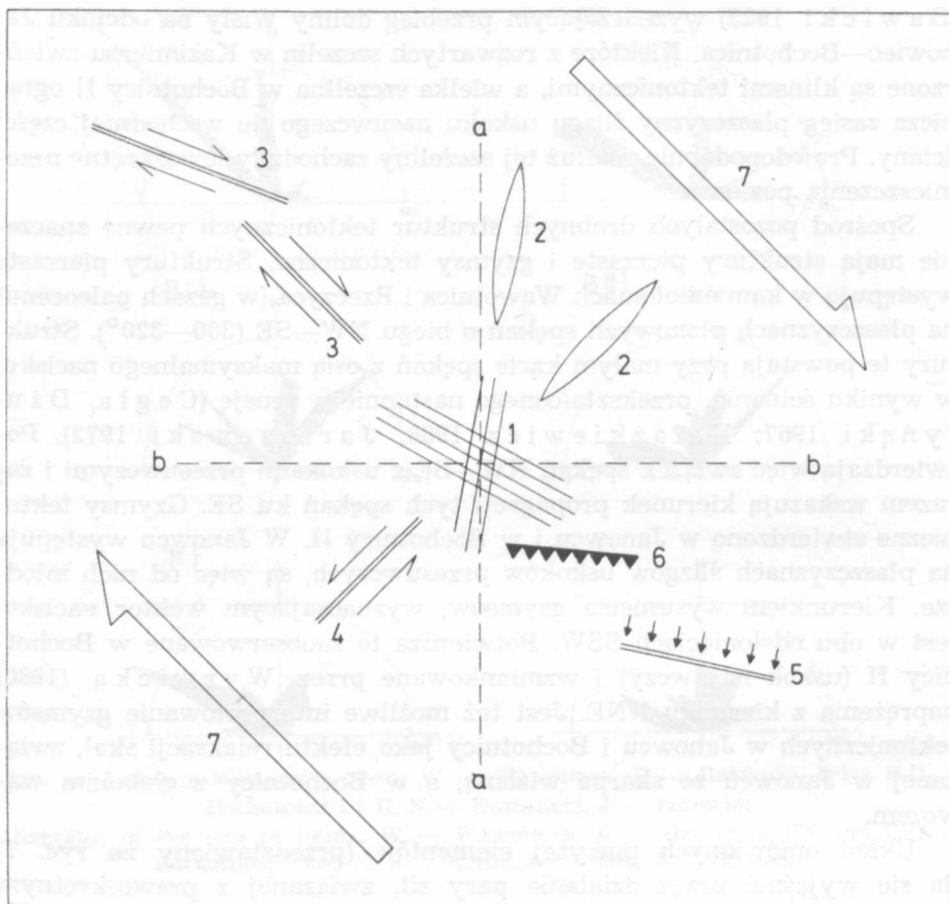
Ważnym elementem do interpretacji tektonicznej są rozwarte (ziejące) szczeliny. Występują one licznie w kamieniołomie w Rzeczy, gdzie mają kierunek N—S (5°) świadcząc o równoleżnikowej tensji. W kamieniołomach Bochothnica II i Kazimierz ziejące szczeliny układają się wzdłuż kierunku NE—SW (45°) i mogą mieć związek z hipotetycznym uskokiem

(Sawicki 1925) wyznaczającym przebieg doliny Wisły na odcinku Janowiec—Bochothnica. Niektóre z rozwartych szczelin w Kazimierzu zwieńczone są klinami tektonicznymi, a wielka szczelina w Bochothnicy II ogranicza zasięg płaszczyzny ślizgu uskoku nasuwczego do wschodniej części ściany. Prawdopodobnie wzdłuż tej szczeliny zachodziły lewoskrętne przemieszczenia poziome.

Śród pozostałych drobnych struktur tektonicznych pewne znaczenie mają struktury pierzaste i gzymsy tektoniczne. Struktury pierzaste występują w kamieniołomach Wąwolnica i Rzeczyca (w geozach paleocenu) na płaszczyznach pionowych spękań o biegu NW—SE ($300\text{--}320^\circ$). Struktury te powstają przy małym kącie spękań z osią maksymalnego nacisku, w wyniku ścinania, przekształconego następnie w tensję (Cegła, Dżyński 1967; Książkiewicz 1968; Jaroszewski 1972). Potwierdzą więc związek spękań NW—SE z uskokami przesuwczymi i zarazem wskazują kierunek propagacji tych spękań ku SE. Gzymsy tektoniczne stwierdzono w Janowcu i w Bochothnicy II. W Janowcu występują na płaszczyznach ślizgów uskoku przesuwczego, są więc od nich młodsze. Kierunkiem wysunięcia gzymsów, wyznaczającym wektor nacisku, jest w obu odsłonięciach SSW. Potwierdza to zaobserwowane w Bochothnicy II (uskok nasuwczy) i wzmiankowane przez Wyrwicką (1980) naprężenia z kierunku NNE. Jest też możliwe interpretowanie gzymsów tektonicznych w Janowcu i Bochothnicy jako efektu relaksacji skał, związanej w Janowcu ze skarpą wiślaną, a w Bochothnicy z głębokim wąwozem.

Układ omówionych powyżej elementów (przedstawiony na ryc. 7) da się wyjaśnić przez działanie pary sił, związanej z prawoskrętnym uskoki przesuwczym (lub uskoki) NW—SE w podłożu paleozoicznym. Na układ ten składają się podłużne i skośne uskoki przesuwcze prawoskrętne, poprzeczne uskoki przesuwcze lewoskrętne, obsekwentnie ukośne przejawy działania tensji i przejawy działania kompresji na liniach konsekwentnie ukośnych. Jest to interpretacja całkowicie zgodna z koncepcją tektoniki północno-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (Jaroszewski 1972). Podobnie interpretuje też tektonikę północno-wschodniej części Wyżyny Lubelskiej Herlich (1980). A. Henkiel formułuje te same wnioski na podstawie niepublikowanych materiałów M. Harasimiuka i własnych, dotyczących ciosu w piaskach sarmackich okolic Chełma.

Omówione wyżej struktury i procesy nie były równowiekowe. W rozwoju tektoniki północno-zachodniej części Wyżyny Lubelskiej zaznaczyły się dwie fazy. W starszej, na przełomie mastrychtu i paleocenu (faza laramijska) powstały ukośne i poprzeczne uskoki przesuwcze, w młodszej, popaleoceńskiej, podłużne uskoki przesuwcze, a także zazna-



Ryc. 7. Regionalne pole naprężeń w północno-zachodniej części Wyżyny Lubelskiej; a — wypadkowa oś naprężeń maksymalnych (kompresji), b — wypadkowa oś naprężeń minimalnych (tensji), 1 — główne kierunki spękań, 2 — rozwarte (ziejące) szczeliny, 3 — uskoki przesuwcze prawoskrętne, 4 — uskoki przesuwcze lewoskrętne, 5 — uskoki odwrócony, 6 — gzymsy tektoniczne, 7 — regionalna para sił (ruch przesuwczy w głębokim podłożu)

Regional field of strains in the North-Western part of the Lublin Upland; a — resultant axis of maximum stress (compression), b — resultant axis of minimum stress (tension), 1 — main sets of joints, 2 — open joints, 3 — dextral strike-slip faults, 4 — sinistral strike-slip faults, 5 — reverse fault, 6 — tectonic ledges, 7 — regional pair of forces (strike-slip displacement in deep basement)

czyła się kompresja i tensja na prostopadłych osiach NNE—SSW i WNW—ESE. Z kompresją tej fazy może mieć związek początek powstawania wału metakarpackiego. Nie jest wykluczone, że obie fazy różniły się nieco kierunkiem osi głównych naprężeń. Pewne dane (ziejące szczeliny w Kazimierzu i Bochońnicy, cios pochyły w Kazimierzu, a także przedpaleo-

ceńskie elementy układu spękań) wydają się świadczyć o położeniu osi a wzdłuż kierunku NE—SW. Jest to zgodne z laramijskim kierunkiem transportu tektonicznego na północno-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich (J a r o s z e w s k i 1972). Wydaje się, że zmiana tego kierunku na popaleoceński kierunek N—S do NNE—SSW, może mieć związek z procesami tektogenezy młodokarpackiej.

Znacznie trudniejsza jest interpretacja samych spękań ciosowych. Nie udało się w nich wyróżnić komplementarnych zespołów ścieciowych, być może ze względu na litologię. Wydaje się jednak, biorąc pod uwagę ogromną przewagę spękań pionowych i charakterystykę tektoniczną opartą na kryterium drobnych struktur, że na badanym terenie przeważają zespoły ciosu podłużnego i poprzecznego związane z uskokami przesuwczymi. Zespoły te w fazie laramijskiej i popaleoceńskiej układały się w nieco odmienny sposób.

Na zakończenie wypada zwrócić uwagę na związek spękań podłoża z rzeźbą. Zestawienie diagramów kierunków morfologicznych (topolineamentów, ryc. 2) z diagramami kierunków spękań skał podłoża (ryc. 6) pozwala stwierdzić daleko posuniętą zgodność, nawet identyczność. Kierunki morfologiczne zachodniej części Płaskowyżu Nałęczowskiego dokładnie odpowiadają spękaniami skał mastrychtu. Zgodne są maksima frekwencji WNW (285°), NW (315°), N (355°), NE (45°) i ENE (65°). Topolineamenty ze wschodniej części Płaskowyżu Nałęczowskiego powtarzają układ spękań skał paleocenu z Wąwolnicy i Rzeczyca. Zgodne są maksima NW, N i ENE, powtarza się mniej wyraźny kierunek NE związany ze spękaniami mastrychtu. Nie ma odpowiednika w spękaniami paleocenu kierunek krawędzi lessowych (WNW), jednak jest on zgodny z głównym kierunkiem dyslokacji przesuwczych w skałach mastrychtu Kazimierza i Janowca. Zgodność kierunków morfologicznych, wyrażonych w obrębie grubej pokrywy lessów, często podścielonych nie mniej grubymi utworami starszego czwartorzędu, świadczy o nie wygasłej do końca aktywności naprężeń i przemieszczeń tektonicznych.

LITERATURA

- Cegła J., Dzułyński S. 1967, Doświadczenia nad przełamem pierzastym w osadach (Experiments on feather fracture in sediments). Rocznik PTG, t. XXXVII, z. 4, Kraków.
- Dzułyński S., Kotlarczyk J. 1965, Tectoglyphs on slickensided surfaces. Bull. Acad. Pol. Sci., Sér. Sci. Géol. Géogr., t. XIII, z. 2, Warszawa.
- Harasimiuk M. 1980, Rzeźba strukturalna Wyżyny Lubelskiej i Rostocza. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Lublin.
- Harasimiuk M., Henkiel A. 1975/76, Wpływ budowy geologicznej i rzeźby

- podłoża na ukształtowanie pokrywy lessowej w zachodniej części Płaskowyżu Nałęczowskiego (The influence of the geological structure and of the substratum relief on the configuration of loess cover in the area of the western part of the Nałęczów Plateau). *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio 13, vol. XXX/XXXI*, Lublin.
- Herbich P. 1980, Tektoniczne uwarunkowania horyzontalnej anizotropii wodo-przepuszczalności utworów górnej kredy okolic Chełma. *Technika poszukiwań geologicznych*, z. 3, Warszawa.
- Jaroszewski W. 1972, Drobnostukturalne kryteria tektoniki obszarów nieorogenicznych na przykładzie północno-wschodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich (Mesoscopic structural criteria of tectonics of non-orogenic areas: an example from the North-Eastern mesozoic margin of the Świętokrzyskie Mountains). *Studia Geol. Polonica*, t. XXXVIII, Warszawa.
- Jahn A. 1956, Wyżyna Lubelska. Rzeźba i czwartorzęd (Geomorphology and quaternary history of Lublin Plateau). *PAN Instytut Geografii, Prace Geogr.* nr 7, Warszawa.
- Książkiewicz M. 1967, Spostrzeżenia nad rozwojem ciosu w Karpatach fliszowych (Observations on jointing in the Flysch Carpathians). *Rocznik PTG*, t. XXXVII, z. 2—3, Kraków.
- Maruszczak H. 1967, Kierunki wiatrów w okresie akumulacji lessu młodszego we wschodniej części Europy Środkowej (Wind directions during the accumulation of the younger loess in East-Central Europe). *Rocznik PTG*, t. XXXVII, z. 2, Kraków.
- Pożaryska K. 1952, Zagadnienia sedymentologiczne górnego mastrychtu i danu okolic Puław. *PIG, Biul.* 52, Warszawa.
- Pożaryski W. 1974, Podział obszaru Polski na jednostki tektoniczne. *Budowa Geologiczna Polski*, t. IV, z. 1, Warszawa.
- Sawicki L. 1925, Przełom Wisły przez średniogórze polskie (Der Mittelpolnische Weichseldurchbruch). *Prace Inst. Geogr. UJ*, z. 4, Kraków.
- Wyrwicka K. 1980, Stratygrafia, facje i tektonika mastrychtu zachodniej części Wyżyny Lubelskiej (Stratigraphy, facies and tectonics of the Maastrichtian in Western part of the Lublin Upland). *Kwart. Geol.*, t. XXIV, z. 4, Warszawa.
- Zaborski B. 1927, Studia nad morfologią dyluwium Podlasia i terenów sąsiednich (Étude sur la morphologie glaciaire de la Podlasie et des régions limitrophes). *Przegl. Geogr.*, t. VII, Warszawa.
- Zelichowski A. M. 1972, Rozwój budowy geologicznej obszaru między Górami Świętokrzyskimi i Bugiem (Development of geological structure of area between the Holy Cross Mountains and the Bug River). *IG Biul.* nr 263, Warszawa.

РЕЗЮМЕ

Северо-западная часть Люблинской возвышенности расположена в пределах зоны Тейссейра-Торнквиста определяющей юго-западную границу восточно-европейской платформы. В палеозойском основании, образованном в виде платформы, важную роль играет зона сбросов Урсынов—Казимеж Дольны—Высоке, разделяющая две единицы: Радомско-Красницкое возвышение и Люблинский ров (В. В. Пожарыски, 1974, А. М. Желиховски, 1972). Более молодой верхне-мелово-палеоценовый покров слабо затронутый тектонически. Тектонические

исследования затрудняют слабые литологические и стратиграфические различия. В нескольких камнеломнях опок мастрихта и гезов палеоцена измерялись трещины и мелкие тектонические структуры, среди которых выделены: перовидные структуры, ребра и тектонические карнизы, черепицеобразные трещины, тектонические клинья и тектонические задиры. Определено ряд продвинутых сбросов направленных NE—SW. Тектонические карнизы и единичный обратный сброс определяет направление тектонического транспорта NNE—SSW. Абсолютный перевес вертикальных отдельностей свидетельствует о существовании полей напряжений, в которых оси a/σ_1 и c/σ_3 находятся в горизонтальной плоскости. Познанные факты позволяют связывать поверхностные тектонические явления с действием пары сил правого оборота вдоль оси NW—SE (рис. 7). Существует вероятно непосредственная связь с перемещающей активностью сброса Урсынов—Казимеж Долны—Высоке, а посредственно с общей тектонической тенденцией зоны Тейссейра—Торнквиста. Среди признаков поверхностей тектоники можно выделить более древние (ларамийские) явления и более молодые (после палеоценовые). Доказано также, что морфологические направления обусловлены тектоникой мелово-палеоценового основания.

S U M M A R Y

The North-Western part of the Lublin Upland lies within the Teisseyre's-Tornquist's Line which forms the SW border of the East European Platform. In the Palaeozoic platform basement an important role is played by the fault zone Ursynów—Kazimierz Dolny—Wysokie separating two units: Radomsko—Kraśnik Uplift and Lublin Rift (W. Pożaryski, 1974, A. M. Zelichowski, 1972). Young Upper Cretaceous Paleocene cover is slightly tectonically engaged. Tectonic investigations are hindered by poor lithological and stratigraphical differentiations. In some outcrops of Maastrichtian opokas and Palaeocene gaizes measurements were done on joints and mesoscopic structures such as feather structures, tectonic ribs and ledges, imbricate fractures, tectonic wedges and steps. Several dextral strike — slip faults of NNW-SSE direction and a few sinistral ones of NE-SW direction were discovered. Tectonic ledges and the single reverse fault prove the direction of NNE-SSW tectonic transport. The decisive prevalence of vertical joints points to the existence of strain fields in which axis a (σ_1) and c (σ_3) lie in the horizontal plane. The above facts let us link superficial tectonic phenomena with the activity of two forces of dextral set along the NW-SE axis (Fig. 7). Most likely there is a direct connection with the strike-slip fault, activity of Ursynów—Kazimierz Dolny—Wysokie and indirectly, with the general tectonic tendency of the Teisseyre's-Tornquist's Line. Among the superficial tectonics symptoms one can distinguish older phenomena (Laramian) and younger (Post-Paleocene). It has been also proved that morphological sets are conditioned by the Cretaceous-Palaeocene basement tectonics.

