

Stefan POŁTOWICZ

## Młode ruchy tektoniczne przedgórza Karpat w okolicy Krakowa i ich wpływ na ewolucję dolin Wisły i Raby

Wiercenia przemysłu naftowego na przedgórzu Karpat wykryły w widłach rzek Wisły i Raby, na terenie Puszczy Niepołomickiej (fig. 1), wielkopromienną peryklinę zbudowaną z silnie zdiagenezowanych i sfałdowanych iłowców i szarogłazowych zlepieńców prekambru otoczonych wapiennymi utworami dewonu i dolnego karbonu. Paleozoiczne skrzydła tej perykliny nachylone są pod kątem  $10\div 20^\circ$ . Całość przykrywają niezgodnie leżące piaskowce i zlepienie wapniste doggeru i wapienie malmu. Na erozyjnej powierzchni pojurańskiej leżą piaszczysto-wapniste osady cenomanu oraz wapienie i margle turonu i senonu zdeformowane potomnie ponad perykliną paleozoiczną.

Utwory trzeciorzędowe wykształcone są jako iłowce i mułowce z formacją salinarną (anhydryty i gipsy), kończące sedimentację dolnego tortonu; wyżej leży seria ilasto-piaszczysta górnego tortonu i sarmatu.

Brak osadów cenomańskich w centrum perykliny (Puszczy Niepołomickiej) oraz zmiana ich miąższości (od 0 m do ponad 80 m) na wschód od niej świadczy o ruchach wznoszących na terenie perykliny i obniżających na jej peryferiach w czasie osadzania się utworów rozpoczynających sedimentację górnokredową.

Analogiczne zjawisko zaszło przypuszczalnie w wyższym tortonie lub sarmacie, ponieważ spąg anhydrytów dolnego tortonu w obrębie perykliny znajduje się na wysokości + 10 m, a na jej peryferiach obniża się do — 500 m w stosunku do poziomu morza. Należy przypuszczać, że ewaporaty osadzały się na względnie płaskiej powierzchni. Obecne deniwelacje głębokości ich występowania, wynoszące około 500 m, są więc wynikiem działania ruchów podolnotortońskich. Uwzględniając późniejszą deformację tej powierzchni, wskutek zdyslokowania uskokiemi, przebieg wypiętrzenia anhydrytów jest w zasadzie zgodny z zarysami perykliny paleozoicznej.

Dolina Wisły na odcinku o długości około 25 km, pomiędzy Niepołomicami a Uściem Solnym (fig. 2), osiąga szerokość  $6\div 9$  km. Pocięta jest bardzo skomplikowanym systemem starorzeczy świadczących o częstych

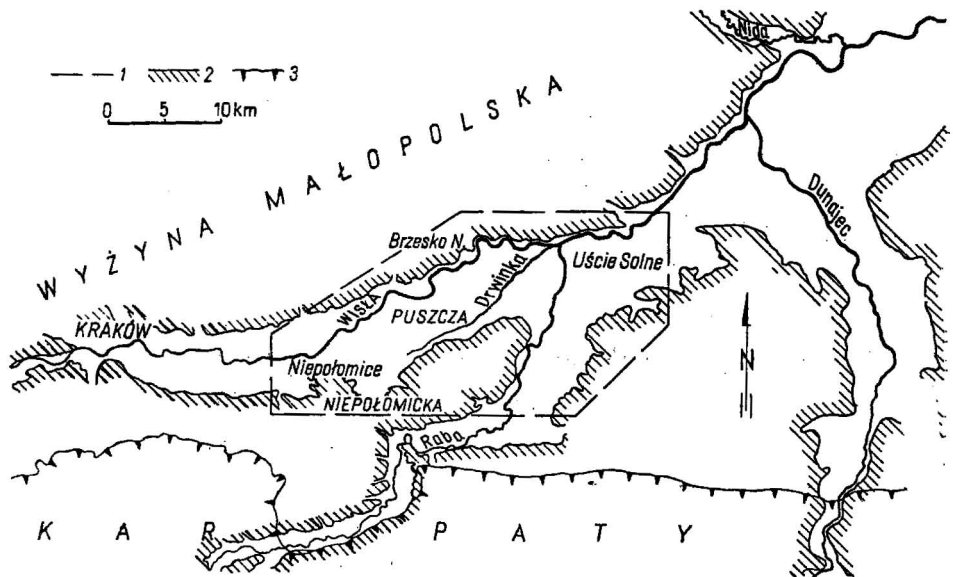


Fig. 1. Położenie geograficzne omawianego rejonu  
Geographical situation of the region in study

1 — granice omawianego rejonu; 2 — brzeg dolin; 3 — brzeg erozyjny Karpat  
1 — boundaries of the region in study; 2 — margin of valleys; 3 — erosional margin of the Carpathian Mts.

zmianach koryta rzeki. Obecnie Wisła na tym odcinku płynie w pobliżu lewego brzegu, podczas gdy powyżej Niepołomic i poniżej ujścia do niej rzeki Nidy (około 30 km na północny wschód od Uścia Solnego, patrz fig. 1) płynie na ogół środkiem doliny, a meandry i starorzecza rozwinięte są mniej więcej jednakowo po jej obu stronach.

Starorzecza na tarasach lewego brzegu Wisły w okolicy Niepołomic wskazują na możliwość pewnej stabilizacji tego odcinka koryta rzeki w czasie ich powstawania. Około 4 km na wschód od Brzeska Nowego na obu meandrach (oznaczone na mapie starorzeczy cyframi II i III) rzeka podcina natomiast współcześnie brzeg zbudowany ze zglinionych lessów tarasu najwyższego. W meandrze III zaznacza się wyraźne zwiększenie łuku, co powoduje powstawanie młodego starorzecza na najniższym tarasie — w obrębie międzywala.

Większość starorzeczy Wisły na terenie Puszczy Niepołomickiej charakteryzuje się dobrym stanem zachowania. Częściowemu zniszczeniu uległy tylko starorzecza znajdujące się w obrębie obniżenia, w którym płynie rzeczka Drwinka. Moim zdaniem obniżenie to odpowiada położeniu dawnego koryta Wisły, sięgającemu najdalej na południe (fig. 2). Stan zachowania starorzeczy wskazuje, że są one tworem młodym — holocenijskim lub młodoplejstocenijskim.

Rozwój starorzeczy Wisły świadczy o przemieszczaniu się koryta rzeki z południowego wschodu na północny zachód. Analogiczną cechę posiada dolina rzeki Raby na odcinku około 15 km od jej ujścia. Raba

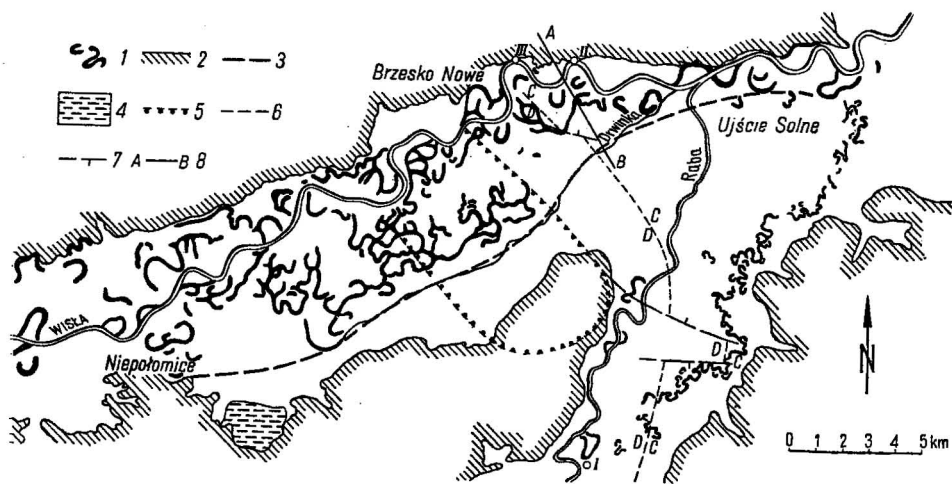


Fig. 2. Mapa rozmieszczenia starorzeczy w dolinach Wisły i Raby na tle schematu budowy geologicznej podłoża paleozoicznego (starorzecza między Brzeskiem Nowym i Uściem Solnym wg A. Siedleckiej)

Map of dead channels in the Vistula and Raba river valleys, and of geological structure of the Palaeozoic substratum (dead channel between Brzesko Nowe and Uście Solne according to A. Siedlecka).

1 — starorzecza; 2 — brzeg doln łącznie z tarasem najwyższym i starymi stożkami napływowymi rzek karpackich; 3 — przypuszczalne skrajne południowe położenie koryta Wisły w młodszym plejstocenie; 4 — większe torfowiska; 5 — podjurajskie wychodnie utworów prekambriu; 6 — granice utworów paleozoicznych: D — dewon, C — karbon dolny; 7 — uskoki; 8 — linia przekroju geologicznego

1 — dead channels; 2 — margin of valleys together with the highest terrace and old aggradation cones of the Carpathian rivers; 3 — supposed southernmost situation of the Vistula river bed in the Younger Pleistocene; 4 — greater peat bogs; 5 — sub-Jurassic outcrops of the pre-Cambrian formations; 6 — boundaries of Palaeozoic formations: D — Devonian, C — Lower Carboniferous; 7 — faults; 8 — line of geological cross section

plynie tu również lewym (zachodnim) skrajem doliny. W odległości 2–5 km na E zachowało się dobrze stare koryto tej rzeki. Liczne zakola świadczą o mniejszym spadku Raby w okresie ich powstawania. Pomędzy starym a obecnym korytem brak stadiów przejściowych. Zmiana biegu rzeki była więc wynikiem jednorazowego aktu, trwającego zapewne stosunkowo krótko. Miejsce, od którego Raba zaczęła płynąć bardziej ku północy, znajduje się około 15 km od ujścia do Wisły (punkt I na mapie starorzeczy). Zmiana biegu Raby doprowadziła do przesunięcia jej o około 6 km ku zachodowi.

Obserwacje powierzchniowe uzupełniono danymi z wierceń wykonanych w obrębie doliny Wisły między Brzeskiem Nowym a Uściem Solnym. Na przekroju geologicznym (fig. 3) wykonanym na podstawie profilów wierceń widać wyraźną asymetrię położenia współczesnego koryta Wisły w stosunku do jej koryta kopalnego. Obecnie rzeka płynie w strefie, gdzie grubość napływów rzecznych nie przekracza 6 m, podczas gdy około 2 km na południowy wschód osiągają one przeszło 50 m. Osady te rozpoznane zostały wspólnie z K. Mrozkiem.

Są to utwory w większości gruboklastyczne, o średnicy ziarn przekraczającej niekiedy 1 cm, szczególnie w dolnej partii. Wśród otaczaków przeważają zdecydowanie niaskowce karpackie, drobniejsze żwiry skła-

dają się z kwarcu i tychże piaskowców. Podrzednie występują w nich ułamki krzemieni i ziarna wapieni jurajskich oraz margli górnokredowych pochodzących ze skał Wyżyny Małopolskiej. Bardzo rzadko spotyka się materiał skandynawski: ziarna granitów z mięsistoczerwonymi skaleniami i biotytem, gnejsów i czerwonych kwarcytów.

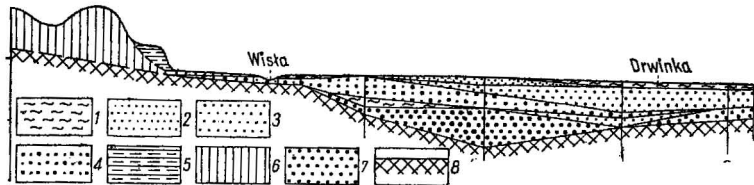


Fig. 3. Przekrój geologiczny przez dolinę Wisły w okolicy Uścia Solnego  
Geological cross section through the Vistula river valley in the vicinity of Uście Solne

1 — gliny; 2 — piaski bardzo drobnoziarniste; 3 — piaski drobno- i średnioziarniste; 4 — piaski i żwiry; 5 — lessy zglinione najwyższego tarasu (wodno-eoliczne); 6 — lessy eoliczne; 7 — żwiry mieszane; 8 — podłoże miocenne

1 — loams; 2 — very fine-grained sands; 3 — fine-grained and middle-grained sands; 4 — sands and gravels; 5 — loamy loesses of the highest terrace (aqueo-aellian loesses); 6 — aeolian loesses; 7 — mixed gravels; 8 — Miocene substratum.

Osady te wypełniają szeroką depresję, mierzącą w płaszczyźnie przekroju geologicznego co najmniej 4 km szerokości, wyerodowaną w ilasto-piaszczystych utworach sarmatu. Depresja ta stanowiła zapewne wspólny obszar koryta pra-Wisły i stożka napływowego Raby. Głębokość nawierconych skał podłoża trzeciorzędowego w widłach Wisły i Raby świadczy, że pierwotne dno doliny Wisły w tym rejonie stanowiące podstawę erozyjną Raby, musiało znajdować się co najmniej na tej samej głębokości. Wcinanie kopalnego koryta Wisły przebiegało przypuszczalnie równocześnie z końcowym stadium podnoszenia się perykliny Puszczy Niepołomickiej, zarejestrowanym w ukształtowaniu spągu anhydrytów. Po rozcięciu dolin podłoże zaczęło się zapadać, a Raba i Wisła zasypały tę depresję. Między Krakowem a Uściem Solnym dotychczas nie stwierdzono tak głębokiego wcięcia koryta Wisły w podłoże miocenne.

Znikoma ilość otoczków skał skandynawskich wśród żwirów datuje wiek zasypania dolin Wisły i Raby na plejstocen. Charakter petrograficzny omówionych żwirów jest zgodny z podaną przez R. Gradzińskiego i R. Unruga (Geneza i wiek „serii witowskiej”. Roczn. Pol. Tow. Geol., 29, nr 2. Kraków) charakterystyką żwirów mieszanych „serii witowskiej”, występującej na lewym brzegu Wisły w Witowie, około 5 km na wschód od Uścia Solnego. Wymienieni autorzy żwiry mieszane „serii witowskiej” wiążą z fazą recesji lądolodu pierwszego stadia zlodowacenia krakowskiego (Mindel I), ponieważ stwierdzili w nich otoczkę skał pochodzenia skandynawskiego.

Żwiry stwierdzone w wierceńiach wykonanych w dolinie Wisły można więc uważać za równowiekowe z „serią witowską”. Występowanie żwirów tej serii wysoko ponad dzisiejszym dnem doliny Wisły świadczy o intensywnych procesach erozyjnych, które doprowadziły w młodszym

plejstocenie do odpreparowania doliny. Brak jest jednak oznak ruchów perykliny Puszczy Niepołomickiej z tego okresu, zostały one prawdopodobnie zatarte przez intensywne zjawiska erozyjne związane z procesami deglacjacji.

Pod koniec okresu odpreparowywania koryto Wisły znajdowało się przypuszczalnie w położeniu wysuniętym najbardziej ku południowemu wschodowi (fig. 2). Osadami wskazującymi na znaczne obniżenie siły transportowej wód rzecznych są piaski bardzo drobnoziarniste i gliny. Widoczne są one w licznych odkrywkach i sztucznych odsłonięciach. Od tego momentu rozpoczyna się powolne przemieszczanie koryta Wisły ku północnemu zachodowi. Było to przypuszczalnie wynikiem dalszego obniżania się podłoża w obrębie perykliny Puszczy Niepołomickiej. Ruch ten nie był zapewne szybki i doprowadził jedynie do „ślizgania się” koryta Wisły nie powodując większych zaburzeń w przepływie wód. W tym czasie powstał system meandrów, których pozostałością są dzisiejsze starorzecza Puszczy Niepołomickiej. Proces ten jeszcze się nie zakończył, o czym mówią współczesne podcięcia i niedawno utworzone starorzecza. Jest on tylko przypuszczalnie znacznie słabszy niż w okresie tworzenia się systemu starorzeczy.

W omawianym czasie Raba płynęła jeszcze swym starym korytem. Dopiero po dojściu fali obniżen do miejsca, które na fig. 3 oznaczono cyfrą I, nastąpiła gwałtowna zmiana biegu Raby. Rozwój dzisiejszego koryta Raby wskazuje na jego odmłodzenie, co może się wiązać z obniżeniem bazy, którą jest ujście Raby do Wisły.

Zastanawiająca jest zbieżność położenia zrębu tektonicznego mniej więcej w połowie omawianego odcinka Raby i dużego zakrętu starego koryta tej rzeki. Może to wskazywać na bardzo młode ruchy uskoków tworzących ten zręb. Amplituda ruchów potomnych nie przekraczała zapewne kilku metrów, ponieważ nie wprowadziły one większych zaburzeń w układzie koryta. Bieg rzeki hamowany wydźwigającym się zrębem został odchylony ku wschodowi. Po przepiłowaniu zrębu powrócił do mniej więcej poprzedniego położenia w stosunku do osi doliny. Czas odmłodzenia się tego zrębu zbiegał się zapewne z okresem zapadania się północnej części perykliny Puszczy Niepołomickiej.

Odmłodzenie uskoków obrzeżających peryklinę związane było prawdopodobnie z ruchami podłoża. Świadczą o tym współczesne podcięcia lewego brzegu Wisły w meandrach II i III oraz wysunięcie ku północy obu meandrów przed uskokiem zrzucającym na północ utwory podłoża. Dowodem na przemieszczanie się ku północy obu zakoli są młode starorzecza po ich wewnętrznej stronie.

Istnieje pogląd, że przemieszczanie się ku północy koryta Wisły na przedpolu Karpat jest wynikiem zasypywania doliny materiałem niesionym przez rzeki karpackie i spychania wód coraz to dalej ku północy. W świetle danych przedstawionych w niniejszym artykule przyczyn zmiany położenia koryta Wisły na terenie Puszczy Niepołomickiej, jak również zmiany biegu dolnego odcinka Raby można się dopatrywać w równoczesnym działaniu czynników egzogenicznych, którymi są procesy akumulacji piedmontowej rzek karpackich i endogenicznych, tj. neotektoniki tej części przedgórza Karpat.

Na podstawie omówionych faktów można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Peryklina Puszczy Niepołomickiej po osadzeniu się utworów mioceńskich uległa wypiętrzeniu do wysokości około 50 m, co spowodowało znaczne wcięcie dolin Wisły i Raby w podłoże. Dźwiganie to zakończyło się w preglacjale, jeżeli przyjąć za słuszne paralelizowanie żwirów mieszanych, napotkanych w omawianych wierceniach ze żwirami „serii witowskiej”.

2. Po wcięciu się obu dolin podłoże zaczęło się zapadać, a procesy fluwioglacjalne, związane z recesją lodolodu krakowskiego (Mindel), spowodowały zasypanie powstałych obniżen materiałem niesionym z Karpat i częściowo z Wyżyny Małopolskiej.

3. W młodszym plejstocenie dolina Wisły została odpreparowana do mniej więcej dzisiejszego poziomu. Pod koniec tego okresu osadziły się piaski bardzo drobnoziarniste i gliny.

4. Pod koniec plejstocenu rozpoczyna się ewolucja dolin Wisły i Raby, co widać z rozmieszczenia starorzeczy. Wskutek zapadania północnej części perykliny Puszczy Niepołomickiej koryto Wisły zaczyna „ślizgać się” po tworzącej się pochyłości, co doprowadza do powstania systemu meandrów przeistaczających się stopniowo w starorzeczca, a następnie do przesunięcia koryta Raby.

5. Ruch podłoża spowodował zapewne odmłodzenie starych linii tektonicznych, na co wskazują zaburzenia biegu niektórych odcinków Wisły i Raby w stosunku do linii tektonicznych.

Przedsiębiorstwo Państwowe  
Poszukiwań Naftowych w Krakowie  
Kraków, ul. Lubicz 25  
Nadesłano dnia 29 czerwca 1966 r.

Стефан ПОЛТОВИЧ

### МОЛОДЫЕ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ КАРПАТСКОГО ПРЕДГОРЬЯ В РАЙОНЕ КРАКОВА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ ДОЛИН ВИСЛЫ И РАБЫ

#### Резюме

В результате проведенных в последние годы нефтяной промышленностью сейсмических и буровых работ было довольно хорошо изучено геологическое строение Карпатского предгорья между г. Бохня и пос. Бжеско Нове.

В районе Неполомицкой пущи, у впадения реки Рабы в Вислу, выявлена крупноручейная периклинальная структура (фиг. 1), сложенная отложениями докембрия, девона и нижнего карбона. Эта периклинальная структура несогласно перекрывается породами юры и мела, затем тортона и частично сармата.

Отсутствие в пределах Неполомицкой периклинальной структуры сеноманских отложений и непостоянная их мощность к востоку от этой структуры показывают, что изучаемый тектонический элемент снова выдвигается в послевержноюрское время. Аналогичное явление происходит после образования эвапоритов нижнего тортона.

Ширина долины реки Вислы между г. Неполомице и пос. Усьце Сольне достигает 6—9 км. Она расчленена очень сложной системой стариц, свидетельствующих о частом пере-

мещению русла реки (фиг. 2). В настоящее время Висла на этом участке течет левой стороной долины, в то время как выше г. Неполомице и ниже места впадения реки Ниды занимает, как правило, центральную ее часть, а меандры и старицы развиты более или менее равномерно по обоим ее сторонам. Итак, на изучаемом участке наблюдается резкое стремление к перемещению русла реки с юго-востока на северо-запад.

Аналогичными особенностями обладает долина реки Рабы к северу от г. Бохня, где она течет по левой, т.е. западной стороне долины, оставляя при этом очень отчетливо развитые старицы на расстоянии 2—5 км к востоку от современного русла. Первоначальное место впадения реки Рабы и Вислу находилось в около 6 км к востоку от современного ее устья.

На разрезе (фиг. 3) составленном по данным буровых скважин, заложенных между поселками Бжеско Нове и Усьце Сольне, наблюдается стремление к перемещению самого древнего, ископаемого русла Вислы к юго-востоку. Достигнув предельное положение и образовав слой очень мелкозернистых песчаников и глин направление перемещения русла реки меняется. В то время образуется рассматриваемая система стариц. Этот процесс происходит в голоценовое или позднеплейстоценовое время, так как они не подвергнуты более значительному уничтожению.

В итоге произведенных наблюдений над распределением и развитием стариц Вислы и Рабы, а также на основании сопоставления этих явлений с данными бурения автор приходит к выводу, что в пределах Неполомицкой периклинальной структуры происходили движения, приводящие к выдвиганию вверх основания. В результате этих движений образуется крупнолучистый купол тортонских отложений, а также происходит глубокое врезание долин Вислы и Рабы в миоценовые отложения.

После периода стабильности русла Вислы, когда долина заполняется приблизительно до современного уровня флювиогляциальными и гляциальными отложениями, северная часть периклинальной структуры начинает погружаться. Однако эти движения происходят медленно и приводят только лишь к „скольжению” русла Вислы по направлению к северо-западу, не вызывая при этом вероятно более значительных нарушений режима реки. В то время образуется система меандров, реликтами которых являются современные старицы.

Описание основания приводит также к изменению течения реки Рабы и перемещению ее русла к западу. Современное врезание берега Вислы в пределах наиболее на север выдвинутых меандров показывает, что процесс перемещения русла Вислы еще полностью не завершен.

Совпадение простирания сбросов в основании с очертанием стариц Вислы и Рабы, а также с развитием некоторых меандров Вислы может указывать на омоложение в четвертичное время древних тектонических линий.

Stefan POŁTOWICZ

#### **YOUNG TECTONIC MOVEMENTS IN THE CARPATHIAN FORELAND, VICINITIES OF CRACOW, AND THEIR INFLUENCE UPON THE EVOLUTION OF THE VISTULA AND RABA RIVERS**

##### **Summary**

Geological structure of the Carpathian foreland, between Bochnia and Brzesko Nowe, has been investigated by means of seismic and drilling works carried on in the recent years by the Petroleum Industry.

A macro-radial pericline, built up of Pre-Cambrian, Devonian and Lower Carboniferous formations, has been investigated. It occurs between the Vistula and

Raba Rivers, within the area of the Niepołomice virgin forest. The pericline is discordantly overlain by Jurassic and Cretaceous formations; higher up, there rest Tortonian and locally Sarmation deposits (Fig. 1).

A lack of Cenomanian deposits within the pericline of the Niepołomice virgin forest, and changes in their thickness towards the east, point to a fact that the process of uplifting of this tectonical element revived after the Upper Jurassic time. An analogous phenomenon took place after deposition of evaporites of the Lower Tortonian, as well.

Between Niepołomice and Uście Solne, the Vistula River valley is about 6—9 km in breadth. The valley is cut by a very complicated system of dead channels that are evidence of numerous changes in the river bed (Fig. 2). At present, the Vistula River rolls its waters in this area along the left side of the valley, whereas in the region north of Niepołomice and below the Nida mouth, it takes usually its central part, meanders and dead channels being regularly developed on its either side. In the area here considered, a tendency exist to move the river bed from south-east to north-west.

An analogous feature is characteristic of the Raba River valley, north of Bochnia. The river flows here also on the left, i.e. on the westerly side of the valley, and leaves behind some well developed dead channels, at a distance of about 2—3 km, east of the present bed. The original mouth of the Raba River was situated approximately 6 km east of the present one.

A tendency to move the oldest, buried Vistula River bed towards south-east can be observed on the cross section (Fig. 3) made on the basis of the data from the drillings situated between Brzesko Nowe and Uście Solne. After reaching its extreme position (Fig. 2), and after deposition of fine-grained sands and loams, the movement of the river bed changed its direction. At that time, the dead channel system was formed. This process must have taken place at the Holocene, or Young Pleistocene time, since the dead channels are not damaged considerably.

The observation of distribution and of evolution of the Vistula River and Raba River dead channels, and the comparison of these phenomena with the data obtained from drillings lead to a conclusion that at the Miocene time some movements, responsible for the uplifting of the substratum, existed within the area of the Niepołomice virgin forest. The movements caused the formation of both macro-radial cupola of anhydrites and deep, probably antecedent incision of the Vistula and Raba River valleys into the Miocene formations.

After the stabilization of the Vistula River bed, at the time of which the valley was being filled in with the fluvioglacial and fluvial deposits that reached approximately a half of the present-day height, the northerly part of the pericline began to sink. However, this movement was slow and caused a "sliding" of the Vistula River bed to the north-west only, without producing any greater disturbances of water-course. At the time, a system of meanders was formed, the dead channels being now its remainder.

Sinking process of the substratum has involved some changes in the course of the Raba River bed, and moved it to the west. The present-day undermining of the Vistula River bank in the area of the northernmost meanders demonstrates that the process of shifting the Vistula River bed has not as yet been finished.

A coincidence of fault lines in the substratum with the system of dead channels of the Raba River, and with the development of certain meanders of the Vistula River may suggest a rejuvenation of old tectonic lines at the Quaternary time.