

RUCHY NEOTEKTONICZNE JAKO CZYNNIK KSZTAŁTUJĄCY ŚRODOWISKO INŻYNIERSKO-GEOLOGICZNE

UKD 624.131:551.24:551.79(438)

Ruchy neotektoniczne są jednym z czynników kształtujących aktualny stan środowiska geologicznego, którego częścią jest środowisko inżyniersko-geologiczne. Pod pojęciem środowiska inżyniersko-geologicznego rozumie się bowiem tylko tę część środowiska geologicznego, która z jednej strony może wpływać na istniejący lub projektowany sposób zagospodarowania terenu lub na obiekt budowlany bądź górniczy, a która z drugiej strony może zmieniać ten sposób zagospodarowania bądź dany obiekt. Tak więc środowisko inżyniersko-geologiczne kształtowane jest zarówno przez czynniki naturalne (w tym i ruchy neotektoniczne), jak i przez inżynierską działalność człowieka.

Z inżyniersko-geologicznego punktu widzenia ruchy neotektoniczne badać należy:

1 — jako jeden z czynników, który doprowadził do aktualnego stanu środowiska inżyniersko-geologicznego, a więc jako jedno z kryteriów rejonizacji inżyniersko-geologicznej;

2 — jako czynnik, który w okresie czasu określonym potrzebami projektu i eksploatacji obiektu może spowodować szkodliwe dla tego obiektu zmiany środowiska inżyniersko-geologicznego, a więc jako element prognozy inżyniersko-geologicznej nie tylko statystyczno-przestrzennej, lecz także czasowo-dynamicznej.

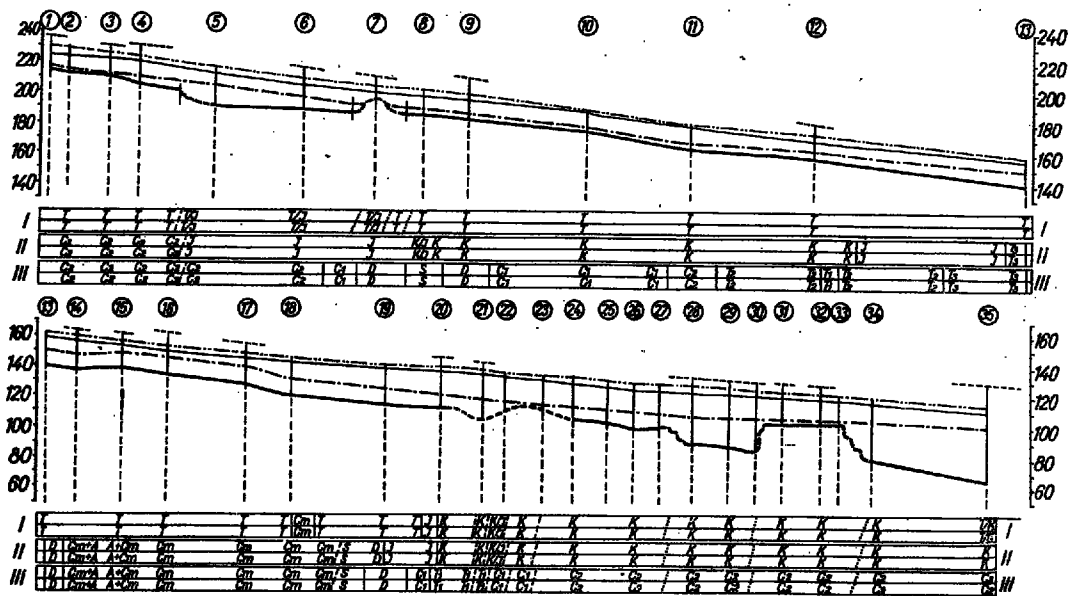
Z dotychczasowych pomiarów współczesnych ruchów neotektonicznych — szczególnie pionowych — wiadomo, że różne obszary przemieszczają się w różnych kierunkach i z różnymi prędkościami. Można więc wydzielać w środowisku geologicznym jednostki przestrzenne o jednakowych kierunkach (np. wznoszących) i prędkościach (np. 1 mm/rok) ruchów neotektonicznych. O ile stosunkowo niewielki i trudno zauważalny może być bezpośredni wpływ na środowisko inżyniersko-geologiczne współczesnych ruchów neotektonicznych o szybkościach zmian wysokości rzędu dziesiątych części milimetra na 1 rok i mniejszych, to przy szybkości zmian wysokości rzędu 5 — 10 mm/rok może być dużo większy, a z pewnością

będzie łatwo zauważalny i może być bardzo szkodliwy, a nawet katastrofalny przy zmianach ponad 10 mm/rok.

Należy podkreślić, że przemieszczenia nawet bardzo duże, ale jednakowe w całym badanym środowisku inżyniersko-geologicznym mogą być dla danego sposobu zagospodarowania terenu bądź obiektu budowlanego, czy górniczego nawet zupełnie nieszkodliwe. Natomiast przemieszczenia nawet znacznie mniejsze, ale w różnych częściach tego samego środowiska inżyniersko-geologicznego różne co do szybkości, a tym bardziej kierunku, mogą być bardzo szkodliwe. Dlatego też z inżyniersko-geologicznego punktu widzenia ważne jest nie tylko ustalenie szybkości współczesnych ruchów neotektonicznych, lecz także gradientu zmiany ich szybkości w środowisku geologicznym, oczywiście z uwzględnieniem zmian kierunku.

W strefach uskokuwych i fleksurowych gradient ten może być bardzo duży. W strefach tych współczesne ruchy neotektoniczne mogą więc wywierać na dany obiekt wpływ bardzo szkodliwy, a nawet katastrofalny. Dla takich warunków analiza wpływu współczesnych ruchów neotektonicznych musi być więc uwzględniana w inżyniersko-geologicznych prognozach czasowo-dynamicznych.

Gradient zmian szybkości współczesnych ruchów neotektonicznych poza strefami uskokuowymi i fleksurowymi oraz strefami silnej działalności sejsmicznej jest w zasadzie bardzo mały — szczególnie na obszarach platformowych. Gradient ten na obszarach platformowych może być rzędu setnych, tysięcznych, dziesięciotysięcznych mm/rok/km. Oznacza to, że różnice wysokości 2 punktów odległych od siebie o 1 km mogą się zwiększyć lub zmniejszyć o milimetry dopiero po 100 — 1000 — 10 000 lat. W takich warunkach praktyczne uwzględnianie współczesnych ruchów neotektonicznych w inżyniersko-geologicznych prognozach czasowo-dynamicznych może mieć znaczenie tylko dla obiektów bardzo rozległych, bądź liniowo wydłużonych, a projektowanych na bardzo długi okres



Ruchy neotektoniczne jako kryterium inżyniersko-geologicznej rejonizacji dolin rzecznych.

Q — czwartorzęd, T — trzeciorzęd, K — kreda, Trias: T₁ — górny, T₂ — środkowy, T₃ — dolny; karbon: C₂ — górny, C₁ — dolny, D — dewon, S — sylur; Cm — kambryjski; A + Cm — prekambryjski i kambryjski. Podłoże: I — przedczwartorzędowe, II — przedtrzeciorzędowe, III — przedjurajskie. Tarasy: --- wysokie; niskie; — zwierciadło wody; — — — — — powierzchnia zrównania dna doliny; — — — — — najgłębsze wcięcie erozyjne. 1 — kolejny numer przekroju poprzecznego, scharakteryzowany co najmniej kilkoma wierczeniami i ewentualnie wynikami pomiarów geofizycznych.

Neotectonic movements as a criterion of engineering-geological regional distribution of river valleys.

Q — Quaternary, T — Tertiary, K — Cretaceous; Triassic: T₁ — Upper Triassic, T₂ — Middle Triassic, T₃ — Lower Triassic; Carboniferous: C₂ — Upper Carboniferous, C₁ — Lower Carboniferous, D — Devonian, S — Silurian, Cm — Cambrian, A+Cm — Pre-Cambrian and Cambrian, Substratum: I — Pre-Quaternary, II — Pre-Tertiary, III — Pre-Jurassic. Terraces: --- high terraces, lower terraces, — — — — — water table, — — — — — levelling plane of valley bottom, — — — — — deepest erosional incision. 1 — serial number of cross sections, at least characterized by several bore holes and, occasionally, by the results of geophysical measurements.

eksploatacji przy powolnej amortyzacji (wielkie zapory i zbiorniki wodne, kanały, grawitacyjne kanalizacje i wodociągi dalekiego zaopatrzenia, sieci nawodnienia i odwodnienia, mosty, wiadukty, drogi itd.).

Powtarzane kilkakrotnie precyzyjne pomiary wysokości tych samych punktów pomiarowych (reperów) wskazują, że szybkości współczesnych ruchów neotektonicznych, a nawet ich kierunek zmieniają się w czasie. Na podstawie wyników przeprowadzanych w Polsce w ciągu ostatnich 15 lat inżyniersko-geologicznych badań dolin rzecznych (3) stwierdzić można, że mimo okresowych zmian szybkości kierunku ruchów neotektonicznych obserwuje się w ciągu odpowiednio długiego okresu wyraźną stabilność długotrwałych tendencji. Stabilność ta wyraża się z jednej strony sumarycznym efektem tych ruchów w odpowiednio długim okresie, z drugiej zaś współzależnością między ruchami neotektonicznymi a budową geologiczną.

W ostatnich latach rozpoznano budowę geologiczną odpowiednio długich odcinków dolin niektórych większych rzek Polski na podstawie takiej ilości przekrojów poprzecznych (opartych na wynikach co najmniej kilku otworów wiertniczych sięgających do podłoża podaluwialnego i często specjalnych badań geofizycznych), że możliwe stało odtworzenie w przekrojach podłużnych każdego z tych odcinków obecnego położenia największych wcięć erozyjnych, uchwytynych powierzchni zrównania dna doliny oraz powiązania przekroju podłużnego z elementami budowy geologicznej podłoża doliny. Przykład tak uzupełnionego przekroju podłużnego odcinka doliny rzecznej o długości 386 km przedstawia załączona rys. 3.

Gdyby w opracowywanych przekrojach podłużnych nie uwzględniono możliwości istnienia ruchów pionowych litosfery, związanych z budową geologiczną podłoża doliny — i to nie tylko z budową bezpośredniego podłoża osadów aluwialnych, czy też płytkiego podłoża bez pokryw osadów czwartorzędowych, lecz również podłoża głębszego — w ołbrzymiej większości niewytłumaczalnym byłby mechanizm

powstawania tych odcinków dolin, na których rzędne najgłębszych wcięć erozyjnych, powierzchni zrównania podłoża doliny i rzędne tarasów rosną w kierunku spadku dolin. Na załączonym przekroju takimi przykładowymi odcinkami dla profilu najgłębszego wcięcia erozyjnego jest odcinek między przekrojami poprzecznymi 6 i 7, a dla profilu erozyjnej powierzchni zrównania podłoża doliny odcinek między przekrojami poprzecznymi 14 i 15.

Należy zwrócić uwagę, że tego rodzaju zaburzenia w przebiegu linii profilu podłużnego są szczególnie wyraźne tak w strefach zaburzeń uskokowych, jak i w strefach granicznych większych elementów tektonicznych. Przykładem związku między załamaniem linii profilu a istnieniem w podłożu strefy zaburzeń uskokowych może być na załączonym przekroju — maskowana utworami trzeciorzędowymi — strefa uskokowa na krawędzi zagłębia górnośląskiego, na odcinku między przekrojami poprzecznymi 4 i 5. Przykładem związku między dużymi — ukrytymi pod grubą pokrywą osadów trzeciorzędowych — starymi formami tektonicznymi typu antyklinoryjnego, a załamaniem linii profilu podłużnego może być odcinek między przekrojami poprzecznymi 14 i 17, między którymi w przekroju 15 zaznacza się wyraźne podniesienie ku górze profilów podłużnych najgłębszych wcięć erozyjnych i erozyjnej powierzchni zrównania. Przekrój ten przypada na osiową strefę wychodni pod trzeciorzędem starożytnym antyklinorium zbudowanego z utworów kambryjskich i prekambryjskich.

Większa miąższość aluwów na zrzuconych skrzydłach uskoków i w strefach antyklinalnych wskazuje nie tylko na istnienie związku między kierunkiem ruchów neotektonicznych i budową geologiczną, lecz również na stabilność tendencji tych ruchów, co najmniej w okresie powstawania tych aluwów.

Na obszarze Polski środkowej najgłębsze wcięcia erozyjne powstały w interglacjale wielkim (10, 2). Ponieważ kierunek spływu wód w dolinach interglacjalu wielkiego był w ogólnych zarysach zgodny z dzisiejszym, przez porównanie rzędnych najgłębszych wcięć erozyjnych na poszczególnych odcinkach

dolin wykazać można, że poczynając od schyłku tego interglacjału, a zapewne przed wytworzeniem późniejszej erozyjnej powierzchni zrównania podłoża dolin, jedne odcinki musiały podlegać ruchom neotektonicznym, których sumaryczny efekt ujawnił się w postaci wypiętrzenia (na przykładowym przekroju odcinek między przekrojami poprzecznymi 31 i 33 o rzędnych najgłębszego wcięcia 104 — 100 m npm), inne odcinki ruchom obniżającym (odcinek między przekrojami poprzecznymi 28 i 31 o rzędnych najgłębszego wcięcia 90 — 85 m npm).

Na analizowanych przekrojach podłużnych zaznaczyły się na młodziej niż najgłębsze wcięcia, erozyjnej powierzchni zrównania dna doliny ruchy neotektoniczne — zapewne młodzie. Na przykładowym przekroju sumaryczny efekt wznoszących ruchów neotektonicznych zaznaczył się na osi antyklinorium zbudowanego z utworów prekambryjskich i kambryjskich (przekrój poprzeczny 15).

Odczytanie stałości tendencji pionowych ruchów neotektonicznych na tle budowy geologicznej głębszego podłoża jest z reguły utrudnione występowaniem w podłożu dolin, leżących w Polsce niezgodnie na głębszym podłożu pokryw płytszego podłoża (trzeciorderowych i kredowych — jak to widać na załączonym przekroju). Dopiero analiza budowy geologicznej głębszego podłoża pozwala nie tylko na wykazanie związku między ruchami neotektonicznymi a budową geologiczną, lecz także na wykazanie zarówno stabilności tendencji pionowych ruchów neotektonicznych (i to nie tylko w czwartorzędzie), jak też ścisłego związku tych ruchów z pionowymi ruchami litosfery w poprzednich epokach geologicznych.

Analizowane na tle budowy geologicznej podłoża ruchy neotektoniczne — mimo ich względnej powolności stanowią poważny czynnik wpływający na inżyniersko-geologiczną rejonizację dolin rzecznych, a na niektórych odcinkach dolin są elementem, który należy uwzględniać przy prognozach trwałości i wykorzystania obiektów budownictwa hydrotechnicznego (np. przy budowie zapór zwłaszcza większych).

Ruchy neotektoniczne odbijają się w miąższości aluwii współczesnych dolin rzecznych (w strefach ruchów wznoszących miąższość aluwii jest mniejsza, a w strefach ruchów obniżających — większa) oraz w szerokości dolin (o ile inne czynniki nie wpływają na szerokość doliny, jak np. ujścia większych dopływów, to w strefach ruchów wznoszących, zwłaszcza od strony dopływu wody, doliny są szersze, w strefach ruchów obniżających od tej samej strony — węższe). Jest to skutek zaistnienia odpowiedniego stosunku szybkości erozji do szybkości ruchów neotektonicznych. Gdy stosunek ten jest odmienny, niż w omawianych przypadkach, zależność morfologii doliny od ruchów neotektonicznych jest również inna. Znajomość prawidłowości zmian miąższości aluwii i szerokości dolin wzdłuż przekroju podłużnego rzeki pozwala m. in. czynniki, na prawidłowy podział doliny rzecznej na jednorodne odcinki pod względem inżyniersko-geologicznym.

W przypadku prognoz trwałości i wykorzystania obiektów hydrotechnicznych (szczególnie zapór i zbiorników wodnych) należy zanalizować możliwości powstawania i rozwierania spękań podłoża w osiowych częściach stref podnoszenia (struktur antyklinalnych) i stref uskokowych. Zjawisko to sprzyja zwiększeniu filtracji i ucieczki wody ze zbiorników wodnych poprzez rozszerzające się szczeliny i ewentualnie przez rozwijający się wówczas energiczniej system krasowy. W strefach uskokowych powstawać mogą zmiany spadków obiektów długoliniowych (np. kanałów, ścieków itp.), wpływających na trwałość i wykorzystanie tych obiektów.

Rozszerzając obserwacje dokonane wzdłuż dolin rzecznych z uwzględnieniem wpływu ruchów neotektonicznych, a szczególnie stabilności ich długotrwałych tendencji na tereny do dolin rzecznych przyległe, stwierdzić można pewne ogólne prawidłowości dla poszczególnych obszarów, które uwzględnić należy przy inżyniersko-geologicznym kartowaniu, rejonizacji i prognozowaniu:

1. Ze współczesnymi ruchami neotektonicznymi związane są zmiany stanu naprężeń w środowisku inżyniersko-geologicznym. Z obserwacji w kopalniach wnioskować można, że wzrost naprężeń poziomych — czasami nawet znaczny — w stosunku do wyliczonych daje się często powiązać tylko z masowymi skalnymi o ogólnej tendencji do ruchów obniżających i z peryferycznymi częściami masuwów o ogólnej tendencji ruchów podnoszących.

2. W obszarach o ogólnej tendencji ruchów podnoszących obserwuje się wyraźne odprężenie masywu skalnego i stosunkowe zmniejszenie naprężeń poziomych.

3. W obszarach tych z odprężeniem wiąże się ujawnianie systemu stref osłabień wytrzymałościowych i już istniejących diaklaz oraz poszerzanie wszelkich spękań w masywie skalnym.

4. Przebieg i intensywność procesów egzogeodynamicznych są zatem odmienne w różnych pod względem neotektonicznym obszarach. W masywach skalnych odprężonych i spękanych (a więc w obszarach dość stabilnych ruchów wznoszących) przy pozostałych warunkach niezmiennych należy się liczyć z intensywniejszym wietrzeniem, łatwiejszą denudacją, silniejszą działalnością rzeźbotwórczą, intensywniejszym przepływem wód szczelinowych, intensywniejszym rozwojem krasu itd.

Tak więc współczesne ruchy neotektoniczne są ważnym elementem, który należy zawsze uwzględniać przy ogólnej charakterystyce środowiska inżyniersko-geologicznego, jako czynnik współkształtujący to środowisko oraz w określonych przypadkach, jako czynnik wpływający bezpośrednio na dany sposób zagospodarowania terenu lub obiekt budowlany bądź górniczy.

LITERATURA

1. Jarmułowicz-Łozińska H. — Czwartorzędowe ruchy tektoniczne w Lesie Czyżowskim w północno-wschodniej części Gór Świętokrzyskich. Biul. Geol. UW, 1961, t. I.
2. Kowalski W. C., Drągowski A., Falkowski E., Liszkowski J., Łozińska-Stępień H., Stochlak J. — Plejstocenska ewolucja przełomowego odcinka Wisły środkowej i jej dopływów oraz wyżyn przyległych. Mat. Symp. S.I.T.G. w Kazimierzu Dolnym. Katowice 1965.
3. Kowalski W. C., Radzikowska H. — The influence of the neotectonic movements on the formation of the alluvial deposits on the ground of the geological structure of Poland and its engineering-geological estimation. Geol. Congress XXIII, Ses. Praha, 1968.
4. Niewiarowski J., Wyrzykowski T. — Wielkość współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej na obszarze Polski. Inst. Geod. i Kart., Warszawa 1960.
5. Nikołajew N. I., Springs K. — Neotektonika SSSR. Riga 1961.
6. Nikołajew N. I. — Nowiejszaja tiektonika SSSR, cz. I, II, Trudy Kom. po Izucz. Czetw. Pierioda. AN ZSRR. Moskwa 1949.
7. Mescherikov I. A. — Recent movements of the Earth's Crust in the north-west of the European Part of USSR in the light of geological and geomorphological data. Bulletin Geodesique being the Journal of the International Association of Geodesy, No. 62. Paris 1961.
8. Pawłowski S. — Przyczynki do poznania ruchów pionowych skorupy ziemskiej w Polsce. Prz. Geol. 1955, nr 4.
9. Rossa B. — Sowriemiennye dwizenija ziemnoj kory w przedielach pobieriega Polzli. IV INQUA. Abst. 1961.
10. Różycki S. Z. — Sub-stages of the Great Interglacial Stage. Prace o plejstocenie Polski środkowej, Warszawa 1961.
11. Schoeneich K. — Sowriemiennye wiertikalnyje dwizenija ziemnoj kory w siewierozapadnoj Polzli. IV INQUA Abst, Supl. 1961.

An analysis of the neotectonic movements which appear in the area of Poland, particularly along the river valley and within mining territories, leads to the following conclusions:

1 — an increase in horizontal stresses, as compared with those being calculated, observed in rock massifs, is frequently related to a general tendency of these massifs to sink, and of their peripheral parts to rise,

2 — in rock massifs showing the tendency to rise, a distinct elastic recovery and a relative decrease in horizontal stresses can be observed. At the same time, various systems of zones of decreasing strength are produced in these massifs, the existing diaclasses are more visible, and fractures of various kind widen,

3 — both course and intensity of exogeodynamical processes are various in various neotectonic areas — in decompressed and fractured rock massifs (i.e. in those characterized by stable rising movements). Under stable conditions weathering processes are more intense, denudation is stronger, morphological processes are more active, as well as more intense are fissure water flows, horst development, a.o.

The Recent neotectonic movements are an important factor that should be taken into account mainly as one of the engineering-geological criteria, and as an element of time-space engineering-geological forecasts.

Изучение неотектонических движений на территории Польши, в частности по речным долинам и на участках горных работ, приводит к следующим заключениям:

1 — наблюдаемый в массиве пород рост горизонтальных напряжений по отношению к вычисленным связан часто с общей склонностью массивов к погружению и с периферическими участками массивов с общим стремлением к поднятию;

2 — в массивах пород с общим стремлением к поднятию наблюдаются разгрузка напряжений и относительное уменьшение горизонтальных напряжений, причем в этих массивах проявляются системы зон менее устойчивых, диаклазы и происходит расширение всякого рода трещин;

3 — в районах с разными неотектоническими условиями происходит по-разному развитие экзогеодинамических процессов; в разгруженных и трещиноватых массивах (с постоянными восходящими движениями), при прочих неизменяющихся условиях, выветривание происходит с большей интенсивностью, сильнее действуют процессы денудации, процессы рельефообразования, интенсивнее циркулируют трещинные воды, развивается краст и т.п.

Современные неотектонические движения являются важным элементом, который необходимо учитывать в качестве одного из критериев инженерно-геологического районирования и временно-пространственного инженерно-геологического прогнозирования.