

Młode ruchy tektoniczne i wstrząsy sejsmiczne — czy stanowią istotne geozagrożenie dla mieszkańców Polski?

Janusz Badura*, Witold Zuchiewicz**

Młode ruchy tektoniczne i związane z nimi wstrząsy sejsmiczne oraz wybuchy wulkanów stanowią jedno z najpopularniejszych zagadnień związanych z geologią. Zainteresowanie tym aspektem badań geologicznych wynika po części z ich nieprzewidywalności, potencjalnie dużej skali zniszczeń oraz dużej liczby ofiar. Polska leży w strefie asejsmicznej, co nie znaczy, że współcześnie na obszarze kraju nie obserwuje się ruchów powierzchni ziemi czy słabych wstrząsów tektonicznych. Rozpatrując obecnie obserwowane ruchy tektoniczne czy czytając prasowe doniesienia o wstrząsach tektonicznych rejestrowanych na Podhalu czy w rejonie zatoki Gdańskiej, należy to odnosić do intensywności tych zjawisk w przeszłości.

Jeszcze w niedalekiej przeszłości na obszarze Polski zachodziły znacznie silniejsze ruchy tektoniczne i związane z nimi trzęsienia ziemi, a nawet wybuchy wulkanów. Było to w skali geologicznej nieodległej, bo sięgającej od kilkuset tysięcy do kilku milionów lat temu. Te trochę starsze ruchy nazywane są neotektonicznymi.

Obecne młode ruchy tektoniczne są związane z zaniemianem aktywności ostatniej dużej orogenezy nazywanej alpejską. W czasie jej największej aktywności, przed około 32–21 mln lat temu (oligocen–miocen), na obszarze Polski w Sudetach zaczęły się tworzyć nowe struktury tektoniczne. Powoli oddzieliły się od siebie Sudety i blok przedsudecki. Na bloku przedsudeckim powstały rowy tektoniczne i góry zrębowe. Ruchom tektonicznym towarzyszyły wybuchy wulkanów. Najwięcej wulkanów czynnych było w rejonie Złotoryi, Lubania Śląskiego, Bogatyni i Zgorzelca. Mniejsze centra wulkaniczne znajdowały się na Wzgórzach Strzegomskich, Niemczańskich oraz w rejonie Niemodlina i Tułowic. Najmłodsze wulkany na obszarze Polski czynne były w rejonie Łądku Zdroju przed około 5,2–3,8 mln lat temu. Obecnie na Śląsku znamy ponad 330 miejsc, w których zachowały się lawy wulkaniczne i osady powstałe z akumulacji popiołów i bomb wulkanicznych.

W czasie, gdy Sudety były wstrząsane trzęsieniami ziemi i gdy na ich obszarze wybuchały wulkany, obecny obszar północno-zachodniej Polski był kilkakrotnie obniżony. Niekiedy tak silnie, że obszary lądowe zalewały krótkotrwałe ingresje morskie wychodzące z rejonu Morza Północnego. W wyniku współdziałania czynników tektonicznych i nakładających się długookresowych zmian klimatycznych możemy określać, kiedy pionowe ruchy tektoniczne były silniejsze, a kiedy słabsze. W czasie ingresji morskich były one bardzo silne. Ruchy były stosunkowo dynamiczne także wtedy, gdy tworzyły się grube serie piaszczyste. Z kolei w czasie tworzenia się węgla brunatnych, ruchy tektoniczne słabły. Obumierające rośliny mogły tworzyć grube warstwy torfowisk, które nie były zalewane przez morza lub zasypywane przez rzeki znoszące materiał klastyczny z gór. Na Nizinie Środkowoeuropejskiej, między 23 a 12 mln lat temu, warunki względnej stabilizacji zaistniały czterokrotnie. W tym czasie uformowały się 4 główne pokłady węgla brunatnych.

W miejscu dzisiejszych Karpat w oligocenie i części miocenu istniał basen morski Paratetydy. Dopiero pod koniec miocenu środkowego Karpaty zajęły znany nam obecnie obszar. W miocenie inaczej rozwijały się ruchy tektoniczne na przedpolu dzisiejszych Karpat. W południowej Polsce między Krapkowicami, Gliwicami, Krakowem i Przemyślem około 25 mln lat temu utworzyło się zapadlisko tektoniczne związane z basenem morskim Paratetydy. Przesuwające się płaszczowiny karpaccie wkraczały na osady Paratetydy, stopniowo zwiężając zapadlisko przedkarpaccie. Po około 15 mln lat obszar ten ponownie został wypiętrzony i od tego czasu panują na nim warunki lądowe.

Na północ od Paratetydy utworzył się wał przedkarpaccie. Była to południowo-wschodnia część ówczesnego kontynentu europejskiego. Wał ten na zachodzie łączył się z blokiem przedsudeckim i Sudetami, a na wschodzie z Roztoczem i płytą ukraińską. Wałem przebiegał główny dział wodny. Równocześnie stanowił on dogodny szlak wędrówek dużych ssaków, które z Azji przemieszczały się aż na Półwysep Iberyjski. Obecnie wał przedkarpaccie nie odgrywa tak ważnej roli w budowie geologicznej Polski, niemniej jednak, nadal jest on widoczny jako Wyżyna Krakowsko-Częstochowska i Roztocze. Jak w każdej strefie wypiętrzanej, także i tu występują struktury rowowe. Naj-

*Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Dolnośląski, al. Jaworowa 19, 53-122 Wrocław; janusz.badura@pgi.gov.pl

**Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Jagielloński, ul. Oleandry 2a, 30-063 Kraków; witold@ing.uj.edu.pl

bardziej znany jest rów Kleszczowa (popularnie nazywanym rowem Bełchatowa) oraz położony obok rów Szczercowa.

W neogenie ruchy tektoniczne były szczególnie silne w południowej Polsce. W późnym neogenie, a więc między 5,3 a 2,8 mln lat temu, wypiętrzone zostały Karpaty wraz z Tatrami, Sudety, Wyżyna Krakowsko-Częstochowska, Góry Świętokrzyskie i Roztocze. Na podstawie pośrednich przesłanek geologicznych można przypuszczać, że amplituda pionowych ruchów tektonicznych w Tatrach, Beskidzie Wysokim, Karkonoszach i na Śnieżniku przekraczała 1000 m. W wielu rejonach Sudetów, Beskidów, a nawet na bloku przedsudeckim ruchy o amplitudzie 400 m nie są takie rzadkie.

W plejstocenie, czyli w czasie ostatnich 2,8 mln lat, pionowe ruchy tektoniczne nie wykazują tak silnej dynamiki. Ożywają one na krótko w okresach transgresji lądolodów, a w szczególności po ich ustąpieniu. Ponieważ związane są z wkraczaniem i ustępowaniem lądolodów na obszar niżowy, nazywane są ruchami glaciostatycznymi. Na obszarze Kujaw szczególnie silne ruchy wystąpiły w interglacjale wielkim, czyli około 300 tys. lat temu. Po ostatnim zlodowaceniu wisły ruchy izostatyczne na południowym wybrzeżu Bałtyku miejscami dochodziły do 120 m. Obecnie na polskim wybrzeżu nie rejestruje się ruchów glaciostatycznych.

Młode i współczesne ruchy tektoniczne bada się wieloma metodami — od klasycznych badań osadów w terenie, poprzez pomiary pola naprężeń w głębokich otworach wiertniczych, rejestrację trzęsień ziemi, aż do analiz map topograficznych, zdjęć radarowych wykonywanych z kosmosu, analiz morfometrycznych zlewni potoków i skarp tektonicznych, a także pomiarów temperatury wody czy ilości ulatniającego się radonu. O współczesnych ruchach informują nas także pomiary sejsmiczne czy też geodezyjne.

W Karpatach i Sudetach najmłodsze ruchy tektoniczne śledzi się poprzez analizę położenia tarasów rzecznych. Ich wysokości rosną w strefach podnoszonych, a tam gdzie teren opada starsze tarasy mogą zostać całkowicie pogrzebane pod młodszymi osadami. Młode ruchy tektoniczne odczytuje się z analiz morfometrycznych małych zlewni położonych w strefach tektonicznych lub analiz stoków o założeniach tektonicznych. Także analizy topolineamentów, czyli struktur liniowych widocznych w rzeźbie terenu lub na zdjęciach radarowych powierzchni Ziemi, służą do wstępnego rozpoznawania stref potencjalnie współcześnie czynnych tektonicznie.

Na podstawie badań geologicznych można wykazać, że w czasie ostatnich 500 tys. lat największa amplituda

ruchów tektonicznych nie przekroczyła 120 m. Największe ruchy pionowe miały miejsce w Kotlinie Orawskiej i na Półwyspie Helskim. Z tym że na półwyspie ruchy obniżające związane były z relaksacją po ostatnim zlodowaceniu. W strefie sudeckiego uskoku brzeżnego ruchy pionowe maksymalną amplitudę osiągnęły w rejonie Barda. Najwyższy taras Nysy Kłodzkiej został podniesiony o około 35 m. Większość prac opisuje ruchy pionowe rzędu 30–150 m. Po części wynika to z faktu, że mniejsze przesunięcia trudniej udowodnić metodami geologicznymi. Na podstawie analizy map topograficznych można wyznaczać przemieszczenia rzędu metrów, a stosując precyzyjne pomiary geodezyjne — milimetrów. Należy jednak pamiętać, że dane te na ogół nie są możliwe do potwierdzenia bezpośrednio obserwacjami geologicznymi.

Oprócz metod geologicznych ostatnio wykorzystuje się techniki geodezyjne do szczegółowego wyznaczania zmian poziomych i pionowych ruchów zastabilizowanych reperów. Wyniki zarejestrowane w sieci stacji sejsmicznych wskazują, że na obszarze Karpat i Sudetów niewielkie wstrząsy zdarzają się bardzo często. Siła wstrząsów jest tak słaba, że nie są one odczuwalne dla ludzi czy nawet zwierząt. Z zapisów historycznych wiemy, że na obszarze Polski zarejestrowano około 100 silniejszych trzęsień ziemi. Ostatnie duże trzęsienie ziemi miało miejsce w 1895 r. i objęło swoim zasięgiem prawie połowę obszaru Dolnego Śląska. Wstrząs ten był odczuwalny dla ludzi pośrednio. Obserwowano przesuwanie się przedmiotów lub słyszano głucho dudnienie. Sporadycznie odnotowano pęknięcie ścian, wież kościelnych czy zapadanie się dachów. Podobna była skala zniszczeń w ostatnich latach w czasie wstrząsów na Podhalu czy na Suwalszczyźnie.

Na podstawie wielu badań i analiz na obszarze Polski można wyróżnić kilka regionów o stałej tendencji ruchów pionowych. Powolna subsydencja, czyli zapadanie się, rejestrowana jest głównie w północno-zachodniej Polsce i na Nizinie Śląskiej. Obszarami wypiętrzonymi są Karpaty i Sudety. Słabiej wynoszone jest Roztocze oraz Wyżyna Krakowsko-Częstochowska. Jednak przemieszczenia te w skali życia człowieka są niezauważalne. Dopiero po upływie setek lat różnice będą mierzalne, a po tysiącach lat — zauważalne. Ewentualnych trzęsień ziemi można spodziewać się głównie tam, gdzie różnice pionowych ruchów między blokami tektonicznymi są największe. Taka sytuacja ma miejsce między innymi na Podhalu, na bloku przedsudeckim oraz na przedpolu Karpat. Prawdopodobieństwo wystąpienia wstrząsów w pozostałych obszarach kraju jest wielokrotnie mniejsze.