

Anna PIĄTKOWSKA, Marek GRANICZNY

Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa

## **Możliwości wykorzystania metod teledetekcyjnych dla identyfikacji mobilności mas solnych i związanych z nimi przemieszczeń powierzchni terenu**

### **Streszczenie**

Przedstawiono możliwości wykorzystania metod teledetekcyjnych z użyciem danych z satelitów radarowych do rozpoznania struktur geologicznych oraz obserwacji przemieszczeń czy ruchów masowych na powierzchni Ziemi. Podkreślono przydatność interpretacji danych satelitarnych metodą PSInSAR. Przedstawiono założenia rozpoznania zjawisk ruchliwości powierzchni terenu nad i w otoczeniu wysadu solnego Mogilno.

### **1. Metody teledetekcyjne**

Metody teledetekcyjne obejmują pozyskiwanie, przetwarzanie i interpretację danych, otrzymanych poprzez rejestrację z satelity promieniowania emitowanego lub odbitego z powierzchni Ziemi. Obrazy satelitarne wykorzystywane są do interpretacji teledetekcyjnej w celu rozpoznania struktur geologicznych jak również do stałych obserwacji przemieszczeń czy ruchów masowych na powierzchni Ziemi.

Metoda teledetekcyjna obserwacji ruchliwości powierzchni terenu z satelity polega na wykorzystaniu zdjęć radarowych wykonywanych z pokładu satelity. Satelita radarowy ERS, co 35 dni znajduje się nad tym samym punktem Ziemi. Pozyskiwane zdjęcia przechowywane są w archiwach Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA). Wykorzystując dane z satelitów radarowych i przetwarzając metodą InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar), DinSAR (Differential InSAR) czy PSInSAR (Permanent Scattered InSAR), można wykonać mapy przedstawiające obszary niestabilności gruntu z milimetrową dokładnością w funkcji czasu.

Wstępną metodą interpretacji teledetekcyjnej jest analiza obrazów cyfrowych zdjęć satelitarnych (np. Landsat, Spot, EO-1, ERS, RADARSAT itd.) wykonana z wykorzystaniem oprogramowań komputerowych ER Mapper, ENVI itp. Efektem analiz są mapy lineamentów, form kolistych, obszarów zidentyfikowanych w wyniku zróżnicowania tonalnego obrazu.

### **2. Analiza fotogeologiczna**

Najbardziej przydatna metoda wykorzystywana w geologii to analiza fotogeologiczna. Jest to bezpośrednia, wizualna interpretacja obrazów satelitarnych. Mapa powstała w wyniku analizy zdjęć satelitarnych i lotniczych zawierać może informacje np. o liniowych elementach

i formach kolistych, które genetycznie związane są z cechami geologicznymi litologicznymi, hydrogeologicznymi i morfologicznymi. Bazą interpretacji fotogeologicznej na ogół są zdjęcia satelitarne Landsat ETM+. Na rysunku 2.1. przedstawiono przykład zdjęcia satelitarnego Landsat ETM+ w rejonie antykliny Mogilna z interpretacją struktur geologicznych. Na fragmencie zdjęcia zostały przedstawione główne dyslokacje (białe linie), zarys antykliny solnej Mogilna (przerywana linia żółta), zarys wysadu solnego (czerwona linia przerywana – zasięg struktur geologicznych wg Dadleza (1998) oraz lineamenty (zielone linie przerywane) wg Piątkowskiej (2003).



Rys. 2.1. Przykład zdjęcia satelitarnego Landsat ETM+ w rejonie antykliny Mogilna z interpretacją struktur geologicznych;

główne dyslokacje – białe linie, zarys antykliny solnej Mogilna – przerywana linia żółta, zarys wysadu solnego – czerwona linia przerywana, lineamenty – zielone linie przerywane).

Fig. 2.1. An example of satellite image Landsat ETM+ in Mogilno Anticline region, interpretation of geological structures is visible;

the main dislocations – white lines, limits of Mogilno Anticline – dashed yellow line, limits of the salt dome – dashed red line, lineaments – dashed green line.

### **3. Możliwości zastosowania metody PSInSAR do oceny zjawisk ruchliwości powierzchni terenu nad wysadami solnymi**

Ze względu na specyfikę zjawisk halotektonicznych i zlokalizowanie zbiorników w wysadzie solnym, zaplanowano obserwacje wyznaczonych stref tektonicznych dla rejonu Mogilna. Analiza dla wysadu Mogilno polega na przeanalizowaniu ponad 119 scen radarowych obrazów satelitarnych, znajdujących się w archiwum NPA Satellite Mapping. Zdjęcia te zostały wykonane przez satelity ERS, SAR w latach 1992–2006. Wyselekcjonowane odpowiednie obszary muszą spełniać wymagane warunki. Sieć punktów pomiarowych dla metody PSI, wynosi 10–90 punktów na kilometr kwadratowy. Powierzchnia przewidziana do analizy wynosiłaby 600 km<sup>2</sup>. Na bazie tych materiałów wykonana zostałaby mapa przemieszczeń.

### **4. Podsumowanie**

Wyniki analiz radarowych zdjęć satelitarnych, przedstawione w formie graficznej ilustrują rozkład, wielkość oraz szybkości ruchów tektonicznych w funkcji czasu. Na tej podstawie należałoby sprawdzić:

- możliwości oceny wpływu eksploatacji podziemnej soli w wysadach (tworzenie pustek/kawern) na mobilność mas solnych (zagrożenia dla stabilności wyrobisk),
- możliwości rozszczelnienia wysadu poprzez rozwarcie stref tektonicznych czy uaktywnienie systemów spękań w utworach (czapy itd.) oraz stopnia deformacji powierzchni nad i w otoczeniu eksploatowanego wysadu.

Dane pomiarowe uzyskane techniką PSInSAR dają możliwości przetestowanie prognozowania obszarów potencjalnie stanowiących zagrożenie dla infrastruktury powierzchniowej nad i w otoczeniu eksploatowanego wysadu oraz wyznaczenia stref zagrożeń dla stosunków wodnych nad i w otoczeniu eksploatowanego wysadu.

### **Literatura**

- [1] Dadlez R. (1998): Mapa kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na Niziu Polskim, 1:500000, Państwowy Instytut Geologiczny, Wydawnictwo Kartograficzne Polskiej Agencji Ekologicznej S.A., Warszawa.
- [2] Piątkowska A. (2003): Cechsztyńsko-mezozoiczny kompleks strukturalny Kujaw w świetle cyfrowej analizy danych teledetekcyjnych. Instrukcje i Metody Badań Geologicznych, Państwowy Instytut Geologiczny, z. 57, 5–39.

### **Possibilities of application of remote sensing methods for identification of salt masses mobility and related ground motions**

The topic of the research is an application of remote sensing methods, especially radar data to recognize geological structures and observation of ground motions and mass movements. Usability of the PSInSAR satellite data and its interpretation is underlined. Assumptions of recognition of motions above and around Mogilno salt dome were established.

*Przekazano: 10 kwietnia 2006 r.*