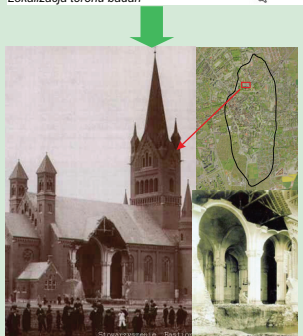




ZASTOSOWANIE SATELITARNEJ INTERFEROMETRII RADAROWEJ DO IDENTYFIKACJI MOBILNOŚCI FORM SOLNYCH CENTRALNEJ POLSKI

Anna Piatkowska¹, Zbigniew Perski², Krzysztof Czuryłowicz¹, Maria Surala¹

¹Państwowy Instytut Geologiczny PIB, ul. Rakowiecka 4, Warszawa; Anna.Piatkowska@pgi.gov.pl; Krzysztof.Czurylowicz@pgi.gov.pl; Maria.Surala@pgi.gov.pl
²Państwowy Instytut Geologiczny PIB, ul. Skrzatów 1, Oddział Karpacki Kraków Zbigniew.Perski@pgi.gov.pl



Zniszczona Kaplica Kościelna, jako przykład aktywności zjawisk krasu solnego. (Efekt działania wód gruntowych w obrębie czapy gipsowej).

Przedmiotem badań jest próba implementacji metody **Interferometrii Satelitarnej** opartej na analizach danych pozyskanych z radarowych zobrażeń satelitarnych dla oszacowania wartości ruchów powierzchni terenu nad formami solnymi. Badania wraz z wnikliwą analizą przestrzenną budowy geologiczno-strukturalnej, tektoniki i litologii pozwalają na określenie przybliżonej jego wartości oraz próby scharakteryzowania jego natury - naturalnej lub indukowanej.

Analizowana struktura geologiczna wysadu solnego Inowrocławia została potraktowana jako klucz interpretacyjny dla form solnych występujących na obszarze Centralnej Polski.

Zastosowanie metody interferometrii satelitarnej dla uzyskania wyników o wysokiej precyzji jest warunkowane istnieniem stałych punktów tzw. Persistent Scatterers (PS).

W tym wypadku kopuła wysadu solnego Inowrocławia znajduje się bezpośrednio pod zabudowaniami miasta Inowrocławia, co stwarza wyjątkową sytuację do tego typu badań.

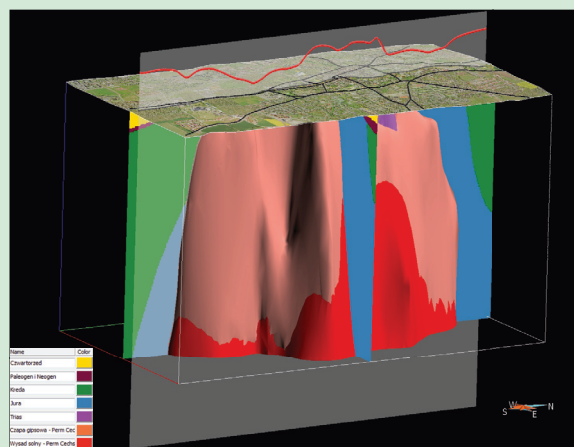
Aktualem metody interferometrii satelitarnej w stosunku do badań geodezji naziemnej jest objęcie badaniem dużego obszaru, a przestrzenna gęstość danych pomiarowych znacznie ułatwia interpretację i interpolację wyników.

Rejon wysadu Inowrocławia jest również obszarem poeksploatacyjnym, dlatego przy wyjaśnianiu przyczyn mobilności terenu uwzględnia się naturalne procesy ruchu wynoszenia kopuły solnej, w kontekście zjawisk odprężeniowych w górotworze związanych z kopalnictwem solnym.

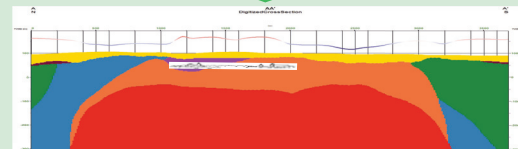
Mechanizm mobilności powierzchni terenu nad wysadem solnym Inowrocław związany jest ze współczesną aktywnością halotektoniczną, należy jednak przyjąć, że za wypiętrzanie lub osiadanie terenu odpowiedzialnych jest wiele innych czynników. Są to między innymi:

- ! litologia (na przykład reakcja czapy gipsowej z wodami podziemnymi, powodująca zwiększenie objętości skały lub utrata wilgoci i osiadanie kompleksu gipsowego);
- ! plastyczne własności kompleksu solnego (zjawisko „płynięcia” w obrębie osadów solonośnych);
- ! skomplikowana budowa wewnętrzna wysadu solnego (silne sfaldowane poziomy solonośne);
- ! Ciężar nadkładu powodujący redukcję miąższości kompleksów solonośnych pod wpływem nacisku;
- ! stan naprężeń regionalnych w otoczeniu wysadu; odnawianie starych założeń tektonicznych oraz zjawiska halotektoniki;
- ! zmiany poziomu wód gruntowych i zakłócenie stosunków wodnych w obrębie starych wyrobisk;
- ! Lokalne zmiany układu naprężeń, w rejonie wyrobisk.

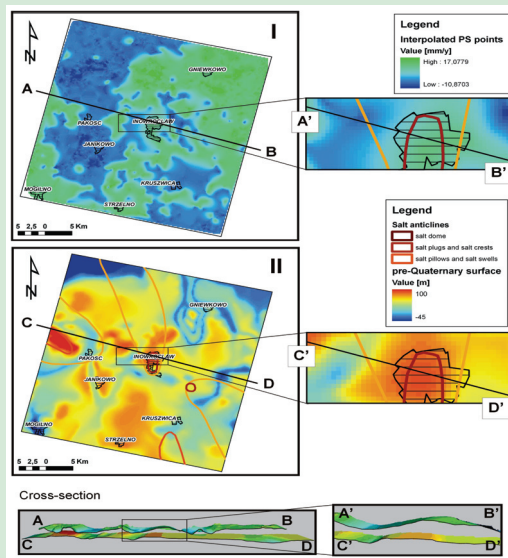
Metoda Persistent Scatterers Interferometry (PSI) opiera się na identyfikacji pikseli reprezentujących tzw. stabilne rozpraszacze, na zestawie wielu scen satelitarnych tego samego terenu. Obrazy pozyskane są tej samej orbity i tym samym satelitą. W prezentowanych badaniach wykorzystano wyniki przetworzenia scen SAR z satelitów ERS-1/2 techniką PSI oraz SBAS (Lanari R. 2003) zaimplementowanych w naukowym oprogramowaniu StaMPS (Hooper A. 2008). Dane zostały opracowane przez Z. Perskiego i T. Wojciechowskiego w ramach projektu pn.: „Zastosowanie satelitarnej interferometrii radarowej do identyfikacji mobilności terenu nad wysadem solnym (rejon Inowrocławia)” nr 61-9202-1101-00-0, finansowanego ze środków przeznaczonych na działalność w ramach zadań statutowych PIG-PIB. Opracowanie zawiera 31 wybranych scen z lat 1992-2006, na podstawie których zidentyfikowano 31 773 punkty PS. Obszar opracowania obejmuje około 1600 km² pomiędzy Gniewkowem i Mogilnem. Otrzymany zbiór punktów PS charakteryzuje się rozkładem prędkości przemieszczeń od wartości +19,0 do 0 mm/r - wznoszących i od -11,6 mm/rok do 0 mm/r - osiadanie terenu. Ze zbioru punktów wybranego do analizy 90% mieści się w przedziale -5 mm/rok do +5 mm/rok.



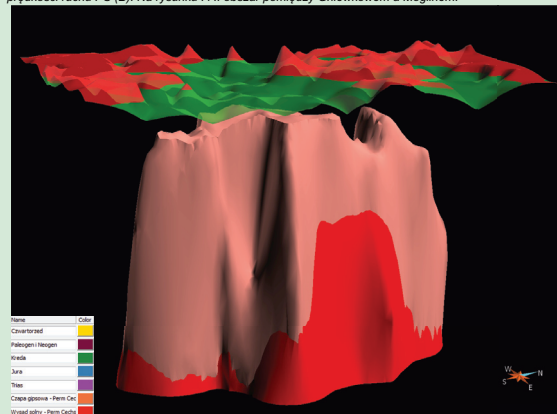
Model przestrzenny wysadu solnego Inowrocław z zobrazeniem budowy geologicznej na płaszczyźnie przekrojów N-W, S-E. Powierzchnię terenu przedstawiono wykorzystując ortofotomapy. Wykres w formie krzywej umiejscowiony na powierzchni przekroju geologicznego N-S, ilustruje mobilność terenu zaobserwowaną w latach 1992-2006. Odczytanie barw dla modelu



Przekrój geologiczny N-W wykonany automatycznie na podstawie modelu przestrzennego

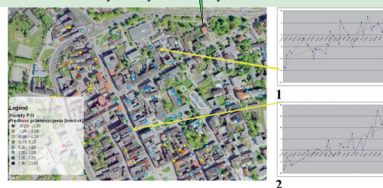


Interpretacja porównawcza przedstawiająca istotne zależności: zależność pomiędzy ukształtowaniem powierzchni morfologicznej podzworodowej (A), a powierzchnią przedstawiającą zinterpolowane wartości prędkości ruchu PS (B). Na rysunku I i II obszar pomiędzy Gniewkowem a Mogilnem.

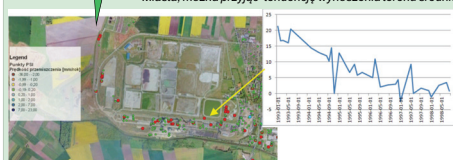


Zależność ukształtowania pomiędzy morfologią powierzchni stropowej wysadu a przestrzennym rozkładem średnich prędkości przemieszczeń (czerwony kolor - wynoszenie terenu; zielony kolor - obniżenie terenu. Przyzwyczajenie pionowe - x5.

Na zdjęciu lotniczym (w barwach naturalnych) zlokalizowane są wszystkie punkty PS, wyselekcjonowane po przetworzeniu radarowych danych satelitarnych.



Rozkład punktów PS o określonych wartościach ruchu, w rejonie Starego Miasta, można przyjąć: tendencję wynoszenia terenu średnio 5mm/r.



Przykład rozkładu punktów PS o określonych wartościach ruchu, w rejonie osadników (tak zwane Białe Morze), można przyjąć: tendencję do osiadania terenu średnio 3mm/r.