

Received July 19, 2013; reviewed; accepted September 27, 2013

*ruchy tektoniczne, geodezja,  
geodynamika Sudetów, Książ,  
Depresja Świebodzic*

Damian KASZA \*

## **KONCEPCJA ROZWOJU SIECI BADAWCZEJ NA POTRZEBY POMIARÓW WSPÓŁCZESNYCH RUCHÓW TEKTONICZNYCH W OBSZARZE KSIĄŻAŃSKIEGO PARKU KRAJOBRAZOWEGO**

W artykule zaprezentowano koncepcję rozwoju sieci badawczej do pomiaru efektów związanych ze współczesną aktywnością tektoniczną w obszarze Książańskiego Parku Krajobrazowego. Przedstawiono pierwsze dowody potwierdzające fakt występowania przemieszczeń na powierzchniach nieciągłości o charakterze zdarzeniowym oraz instrumentarium wykorzystane w badaniach. W pracy scharakteryzowano sposób i kierunek rozwoju poligonu geodynamicznego w Książu, a także metodykę i cel prowadzenia obserwacji.

### 1. WPROWADZENIE

Obszar Sudetów wraz z Przedgórzem Sudeckim to obecnie jeden z najaktywniejszych tektonicznie regionów Polski. Specyfika budowy geologiczno-tektonicznej sprawia, że w całym rejonie Dolnego Śląska odczuwalne i mierzalne są ruchy tektoniczne stanowiące echo niezakończonych jeszcze procesów orogenezy alpejskiej (Cacoń, 2004) oraz efekty sejsmiczne, pochodzenia naturalnego (Kaczorowski, 2006) i antropologicznego, których głównym źródłem jest Legnicko-Głogowski Okręg Miedziowy.

---

\* Politechnika Wroclawska, Instytut Górnictwa, Na Grobli 15, 50-421 Wrocław.

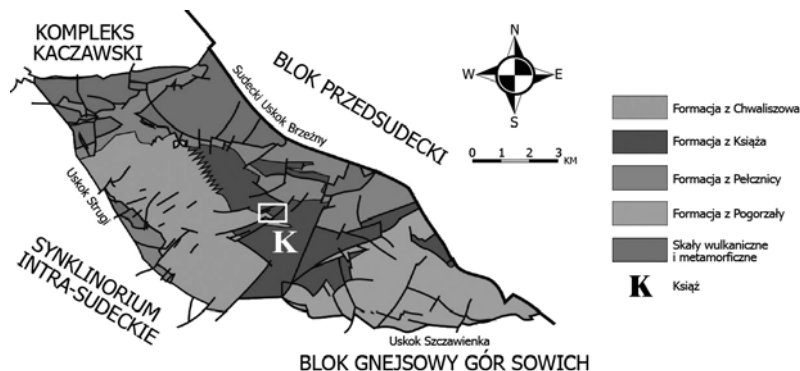
Połączenie tych wszystkich elementów – stosunkowo gęsta sieć dyslokacji, zjawiska tektoniczne o różnym pochodzeniu, natężeniu i sile – może być źródłem potencjalnych zagrożeń dla prowadzenia działalności górniczej, bezpieczeństwa zabytków architektonicznych czy obiektów inżynierskich. Taka sytuacja stwarza możliwość testowania instrumentów i technik pomiarowych na poligonach badawczych pod kątem naruszenia struktury i stabilności obiektów.

Przykładem istniejących sieci badawczych są poligony geodynamiczne Masywu Śnieżnika, Gór Stołowych i system kontrolno-pomiarowy zainstalowany w obszarze zapory wodnej w Dobromierzu (Mąkolski, 2000; Kapłon, 2005).

W artykule przedstawiono cel oraz koncepcję budowy projektowanej sieci badawczej na terenie Książeńskiego Parku Krajobrazowego dla potrzeb związanych z oceną wpływu współczesnej aktywności tektonicznej na obiekty kompleksu zamkowego Książ.

## 2. LOKALIZACJA ORAZ BUDOWA GEOLOGICZNA OBSZARU BADAŃ

Książeński Park Krajobrazowy (KPK) znajduje się między Świebodzicami a Wałbrzychem w obszarze jednostki geologicznej Depresji Świebodzic (Sudety Środkowe). Stanowi ona piętro strukturalne Masywu Czeskiego (Oberc, 1972). W skład utworów geologicznych Depresji wchodzi skały osadowe, głównie w postaci piaskowców, wapieni i zlepieńców. W zależności od składu petrograficznego można je podzielić na 5 grup (porównaj rys. 1) – formacja z Książa, formacja z Chwaliszowa, formacja z Pelcznicy, formacja z Pogorzały oraz inne skały wulkaniczne i metamorficzne. Ich wiek ocenia się na górny dewon – dolny karbon, natomiast miąższość poszczególnych formacji jest zróżnicowana – od 350 do ponad 3000 metrów (Marcinowski, 2004).



Rys. 1. Mapa geologiczna Depresji Świebodzic (opracowanie własne na podst. Kaczorowski & Wojewoda, 2011).  
Fig. 1. Geological map of Świebodzice Sedimentary Basin (own study based on Kaczorowski & Wojewoda, 2011).

### 3. BADANIA GEODYNAMICZNE

#### 3.1. INSTRUMENTARIUM LABORATORIUM GEODYNAMICZNEGO CBK PAN W KSIĄŻU

Laboratorium Geodynamiczne (LG) CBK PAN w Książu zostało założone na początku lat 70. XX wieku. Pod lokalizację LG wybrano fragment kompleksu Riese zawierającego podziemne sztolnie i chodniki wydrążone na głębokości około 50 m pod zamkiem Książ. Pierwszymi zainstalowanymi instrumentami były kwarcowe wahadła horyzontalne. W czasie analizy ich ciągów obserwacyjnych zauważono, że w pewnych okresach wykazywały one wyraźną niestabilność położenia równowagi wyrażającą się poprzez zmianę azymutów pomiarowych. Czas trwania tych zjawisk wynosił od kilku do kilkunastu dni. Wahadłowe obserwacje, trwające nieprzerwanie od roku 1974, zostały zweryfikowane po uruchomieniu (w 2003 roku) nowych instrumentów – klinometrów hydrostatycznych. Sygnały pochodzące z dwóch niezależnych instrumentów dostarczały podobne informacje, co do wielkości oraz czasu trwania zdarzenia, potwierdzając występowanie silnych niepływowych sygnałów stanowiących wskaźnik aktywności tektonicznej w tym obszarze. Jednocześnie różnice budowy klinometrów rejestrujących to samo zjawisko wskazują na ściśle geodynamiczną, a nie instrumentalną, genezę sygnałów (Chojnicki T., Blum P.A., 1996; Kaczorowski, 2007).

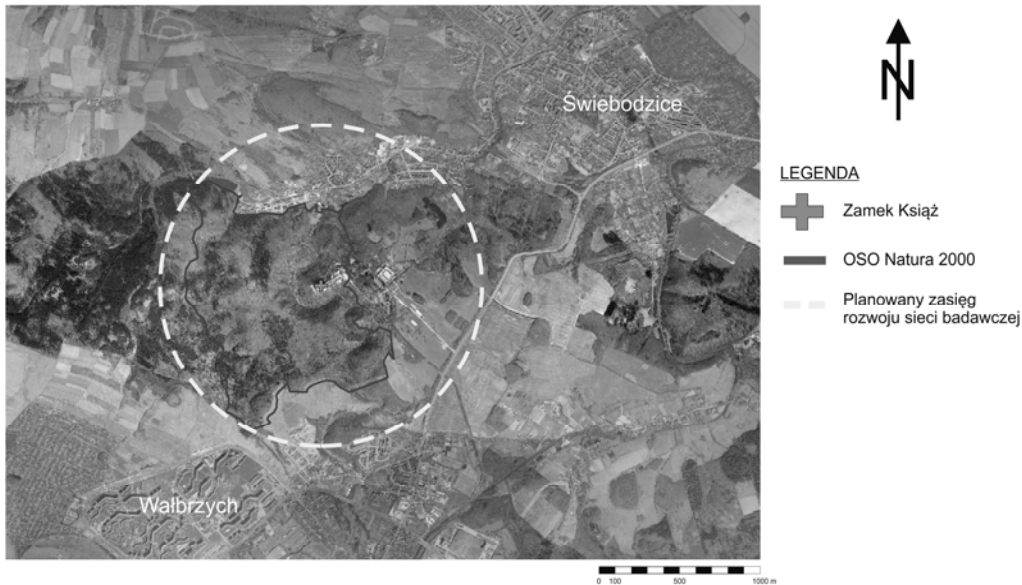
#### 3.2. PROJEKT ROZWOJU SIECI POMIAROWEJ

Przestrzenny zasięg obserwacji prowadzony przez instrumentarium LG jest ograniczony do podziemnych pomieszczeń samego laboratorium. Ze względu na swoje małe rozmiary kwarcowe wahadła horyzontalne rejestrują jedynie składową nachyleniową, natomiast klinometry hydrostatyczne dostarczają informacji o zjawiskach tektonicznych zarówno w aspekcie klinometrycznym jak i ruchów pionowych (duża rozciągłość urządzeń). Połączenie tych trzech czynników znacznie komplikuje pełną interpretację całego zjawiska, które w rzeczywistości stanowią horyzontalne ruchy przesuwcze realizowane na powierzchniach nieciągłości (klinometry obserwują wynik transformacji ruchów poziomych na uskokiach tektonicznych w postaci przesunięć pionowych i nachyleń podłoża).

Zaistniała sytuacja wymusza zastosowanie metod geodezyjnych do wyznaczania składowej horyzontalnej przemieszczeń. Projekt rozbudowy sieci badawczej zakłada trójstopniową strukturę rozwoju. Pierwszy etap prac (listopad 2012 – marzec 2013) obejmował stabilizację punktów osnowy poziomej wewnątrz korytarzy LG. Posłużyły one do identyfikacji oraz wykreślenia dominujących linii dyslokacji widocznych wewnątrz górotworu. Uzyskane informacje po wstępnym opracowaniu częściowo potwierdziły dane archiwalne na temat przebiegu uskoków tektonicznych pochodzące z map geologicznych (Kaczorowski & Wojewoda, 2011). Pozwoliły również uzyskać

informacje, które z wymienionych dyslokacji mogą przechodzić bezpośrednio pod obiektami architektonicznymi kompleksu zamkowego Książ.

Kolejny etap prac obejmować będzie rozwój sieci pomiarowej w obszarze obejmującym teren KPK. Przeprowadzenie analizy uwarunkowań geologiczno-tektonicznych pozwoli na wytypowanie miejsc stabilizacji punktów geodezyjnych do pomiarów sytuacyjnych oraz niwelacji precyzyjnej. Ze względu na fakt, że KPK stanowi obszar specjalnej ochrony Natura 2000 (porównaj rys. 2), instalacja punktów geodezyjnych może odbywać się jedynie w jak najmniej inwazyjny sposób bez użycia ciężkiego sprzętu. Punkty osnowy poziomej oraz repery będą mocowane na wychodniach skalnych w bliskim sąsiedztwie rozpoznanych uskoków mogących wykazywać współczesną aktywność tektoniczną.



Rys. 2. Planowany zasięg rozwoju sieci badawczej (opracowanie własne na podst. RDOŚ Wrocław, 2011).

Fig. 2. The range of planned development of the research network (own study based on RDOS Wrocław, 2011).

W przypadku braku bezpośredniego dostępu do podłoża krystalicznego przewiduje się instalację punktów w postaci prętów stabilizowanych za pomocą wypełnienia w formie betonowego słupa (porównaj rys. 3). W założeniu element ten będzie sprawować funkcję punktu pomiarowego zarówno dla pomiarów klasycznych jak i satelitarnych. Punkty osnowy wysokościowej zostaną również umieszczone na obiektach architektonicznych zamku Książ.



Rys. 3. Widok sposobu stabilizacji punktów geodezyjnych (opracowanie własne)

Fig. 3. The view of the stabilization method of geodetic points (own study)

Ostatni blok rozbudowy sieci zakłada instalację optycznych szczelinomierzy służących do bezpośrednich pomiarów składowej horyzontalnej przemieszczeń. Przewiduje się instalację jednego szczelinomierza na skrzydłach uskoku przebiegającego bezpośrednio pod klinometrem hydrostatycznym w podziemiach LG. Pozwoli to na zoptymalizowanie momentu odczytu wskazań tego urządzenia w oparciu o sygnał z klinometru, a jednocześnie pomoże w identyfikacji zjawiska (czy oba instrumenty obserwują to samo zdarzenie tektoniczne). Kolejny szczelinomierz zostanie umieszczony w wytypowanym miejscu na powierzchni terenu.

Zintegrowany blok pomiarowy, w skład którego wejdą instrumenty LG, sieć geodezyjna oraz szczelinomierze, zostanie uzupełniony o wyniki obserwacji pochodzące z permanentnej stacji GPS zainstalowanej na budynku Geofizyki PAN w Książu oraz Stada Ogierów Książ (w trakcie realizacji).

### 3.3. METODYKA PROWADZENIA OBSERWACJI

Główne źródło informacji na temat przejawów współczesnej aktywności tektonicznej stanowią w chwili obecnej klinometry hydrostatyczne. Ich wysoka czułość oraz zastosowana gęstość próbkowania pozwalają na wyznaczenie momentu pojawienia się zdarzenia tektonicznego z dokładnością dziesiątek minut. Ze względu na zdarzeniowy charakter zjawiska współczesnej aktywności tektonicznej w tym obszarze

informacja ta stanowić będzie sygnał do przeprowadzenia pomiarów sieci geodezyjnej oraz odczytów wskazań szczelinomierzy. Jest to bardzo istotny czynnik decyzyjny również z powodu obserwowanego efektu kompensacyjnego przemieszczeń na uskokach - przeoczenie momentu wystąpienia zjawiska spowoduje utratę jego rejestracji. Dokładna synchronizacja wszystkich elementów sieci pomiarowej pozwoli na stwierdzenie o obserwacji tego samego efektu (Kaczorowski, 2009).

Oprócz kampanii pomiarowych wymuszonych pojawieniem się zjawiska tektonicznego przewiduje się prowadzenie dwóch serii pomiarowych rocznie (co 6 miesięcy) dla pomiarów sieci geodezyjnej oraz odczyty wskazań szczelinomierzy co 30 dni. Obserwacje z wykorzystaniem klinometrów i stacji GPS Książ mają charakter ciągły.

#### 4. PODSUMOWANIE

Planowana rozbudowa infrastruktury badawczej Laboratorium Geodynamicznego w Książu zarówno w kwestii instrumentów jak i technik pomiarowych stwarza dogodną sytuację do obserwacji zjawisk tektonicznych występujących w obszarze Książańskiego Parku Krajobrazowego. Szeroki wachlarz uzupełniających się metod rejestrujących ruchy i efekty przemieszczeń bloków skalnych – prace geologiczne, pomiary klinometryczne oraz geodezyjne – pozwalają na rozszerzenie zakresu obserwowania tego zjawiska jednocześnie w sferze obszaru prowadzenia badań jak i jego specyfiki. Stwarza to wyjątkowo dogodną sytuację do kontynuowania prac związanych z analizą mechanizmów przebiegu efektów tektonicznych niemal w czasie rzeczywistym. Zaproponowana metoda zostanie wykorzystana również do określenia na ile przejawy rejestrowanej aktywności tektonicznej mają charakter lokalny, a w jakim stopniu regionalny. Odpowiedź na to pytanie posłuży do rozwiązania utylitarne zagadnienia, tj. oceny możliwych zagrożeń dla obiektów architektonicznych kompleksu zamkowego Książ.

#### LITERATURA

- CACOŃ S., 2004, *System kontrolno-pomiarowy jako podstawa geodynamicznych badań regionalnych i lokalnych w Sudetach i na bloku przedsudeckim*, Prace Instytutu Geodezji i Kartografii Akademii Rolniczej we Wrocławiu tom L, zeszyt 107, Wrocław, 109–125.
- CHOJNICKI T., BLUM P. A., 1996, *Analysis of ground movements at the Książ observatory in 1974-1993*, Artificial Satellites, vol. 31, no. 3, 123–129.
- KACZOROWSKI M., 2006, *High-resolution Wide-Range Tiltmeter: Observations of Earth Free Oscillations Excited by the 26 December 2004 Sumatra – Andaman Earthquake*, Monograph: Earthquake Source Asymmetry, Structural Media and Rotation Effects. pp. 493–520, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- KACZOROWSKI M., 2007, *Preliminary results of investigations of long lasting non-tidal signals observed by horizontal pendulums and long water tube tiltmeters in Low Silesian Geodynamic Laboratory of PAS in Książ*, Acta Geodyn.Geomater., Vol. 4, No 4. (148), 1–11.

- KACZOROWSKI M., 2009, *Discussion on strong non-tidal signals registered by horizontal pendulums and water tube tiltmeters in Geodynamic Laboratory of PAS in Książ*, Acta Geodyn. Geomater. Vol. 6, No. 3(155), 369–381.
- KACZOROWSKI M., WOJEWODA J., 2011, *Neotectonic activity interpreted from a long water-tube tiltmeter record at the SRC Geodynamic Laboratory in Książ, Central Sudetes, SW Poland*, Acta Geodyn. Geomater. Vol. 8, No. 3 (163).
- KAPŁON J., 2005, *Badania geodynamiczne na obiekcie „Dobromierz”*, Proceedings of the 7th Professional Conference of Postgraduate Students "JUNIORSTAV 2005", Brno.
- MARCINOWSKI R., MARDAL T. [red.], 2004, *Słownik jednostek litostratygraficznych Polski, Tom I: jednostki formalne prekambriu i paleozoiku*, <http://slp.pgi.gov.pl>, dostęp 05.04.2013.
- MAKOLSKI K., 2000, *Projekt geodynamicznych badań współczesnych ruchów Karkonoszy oraz ich pogórza*, Monograph: Opera Corcontica 37: 103–107.
- OBERC J., 1972, *Tektonika. Sudety i obszary przyległe*, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa
- RDOŚ WROCŁAW, 2011, *Informacja Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska we Wrocławiu o spotkaniu dyskusyjnym/warsztacie związanym z opracowaniem projektu planu zadań ochronnych dla obszaru NATURA 2000 PLH020020 Przełomy Pelcznicy pod Książem*, Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska we Wrocławiu, [http://wroclaw.rdos.gov.pl/images/plh020020\\_zaproszenie.pdf](http://wroclaw.rdos.gov.pl/images/plh020020_zaproszenie.pdf), dostęp 05.04.2013.

#### THE CONCEPT FOR DEVELOPMENT OF THE RESEARCH NETWORK FOR THE MEASUREMENTS OF MODERN TECTONIC MOVEMENTS IN KSIĄZ LANDSCAPE PARK

The paper presents the concept for the development of research network for measurements of effects related to modern tectonic activity in the area of Książ Landscape Park. The first evidences for the existence of displacements on the surfaces of discontinuity with event characteristic and the instruments used in the study were described. The way and shape of development of Książ geodynamic polygon were characterized as well as the methodology and purpose of observations.