

УДК 528.481

BADANIA PRZEMIESZCZEŃ BLOKÓW SKALNYCH MASYWU SZCZELIŃCA WIELKIEGO W GÓRACH STOŁOWYCH

K. Mąkowski, M. Kaczalek, M. Bońka, K. Pieńkosz

Uniwersytet Przyrodniczy, Wrocław

I. Romanyszyn, M. Danylewska, A. Dronova, N. Yaryna

Nacjonalny Uniwersytet "Lwiwska polytechnika"

Słowa kluczowe: Szczeliniec Wielki, system kontrolno – pomiarowy, przewyższenia punktów.

Wprowadzenie

Szczeliniec Wielki – ścisły rezerwat skalno-krajobrazowy leży w Górach Stołowych, które położone są na terytorium Polski południowo-zachodniej w części rozległego płaskowyżu, pomiędzy Kotliną Kamiennej Góry, a Kotliną Kłodzką w Sudetach Zachodnich. Posiada nietypową budowę geologiczną, ale charakterystyczną dla całego obszaru Gór Stołowych, gdzie twarde bloki piaskowca ciosowego podścielone są miękkimi i plastycznymi marglami. W budowie morfologicznej zaznacza się wyraźna dwupiętrowość. Górne piętro masywu leżące na wysokości ponad 900 metrów n.p.m. o miąższości ok. 15 m, stanowią różnorodne formy skalne będące efektem zróżnicowanej odporności skał na wietrzenie. Dolne piętro o miąższości ok. 37 m jest bardziej zwarte i podobnie jak górny poziom poddawane jest stałym procesom erozyjnym. Budowa ta w połączeniu z niekorzystnymi warunkami hydrogeologicznymi sprzyja niestabilności masywu. Mechanizm ruchów polega na wyciskaniu plastycznego materiału spod twardych bloków skalnych. Zjawisku temu towarzyszy silna erozja zarówno wietrzna jak i wodna.

Na obiekcie Szczeliniec Wielki prowadzony jest intensywny ruch turystyczny i zagrożenie bezpieczeństwa tego ruchu było powodem rozpoczęcia w roku 1972 przez Studenckie Koło Naukowe Geodetów wówczas Akademii Rolniczej we Wrocławiu, geodezyjnych pomiarów przemieszczeń bloków skalnych. Prace pomiarowe prowadzone były pod nadzorem opiekunów naukowych koła: w pierwszych kilkunastu latach – prof. dr hab. Stefana Cacoń, a następnie dr inż. Krzysztofa Mąkolskiego oraz dr inż. Mirosława Kaczalka.

Prace te realizowane były i są w oparciu o trójrzędowy system kontrolno – pomiarowy, którego koncepcje zaproponował S. Cacoń (S.Cacoń, 1980), umożliwiającą wyznaczenie

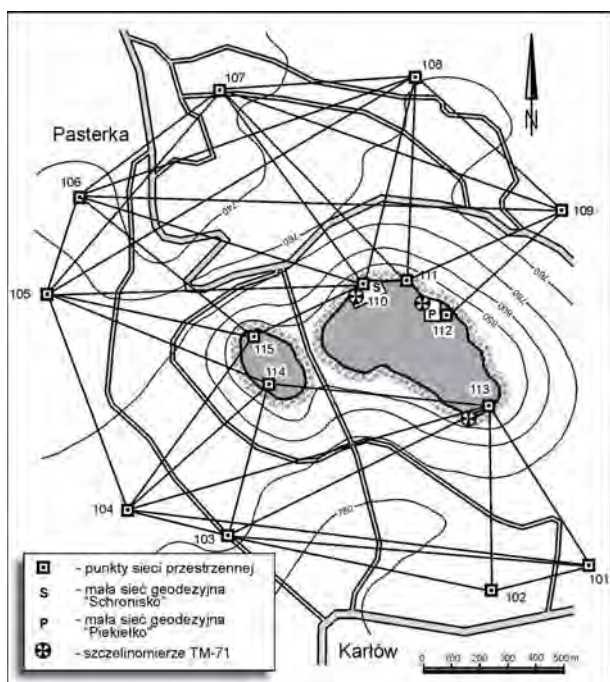
deformacji w trzech poziomach dokładności w skład, którego wchodzi:

- I rząd – sieć przestrzenna obejmująca cały obiekt badawczy o dokładności określenia przemieszczeń poziomych ok. 5 mm, pionowych ok. 10 mm;
- II rząd – lokalne siatki pomiarowe kątowniowe oraz wysokościowe usytuowane w najbardziej zagrożonych miejscach, tzn. w rejonie schroniska turystycznego, dużej krawędziowej szczeliny – „Piekiełka” oraz tarasu przy „starych schodach” o dokładności określenia przemieszczeń poziomych ok. 1 mm, pionowych ok. 0.5 mm;
- III rząd – szczelinomierze TM 71, z których dwa zlokalizowane są na górnej krawędzi masywu w rejonie schroniska oraz „Piekiełka”, a trzeci w rejonie „starych schodów” u podstawy górnego piętra o dokładność określenia przemieszczeń względnych ok. 0.05 mm, (Košťák, B., 2001).

Dokładność pomiarów w sieci przestrzennej dotyczy rozwiązań realizowanych metodami tradycyjnymi (lata: 1974 – 1979). W latach późniejszych pomiary sieci przestrzennej realizowane były techniką GPS (Cacoń i inni, 2003). Szkic sieci pomiarowych założonych na obiekcie (rys. 1), zamieszczany w licznych opracowaniach dotyczących badań prowadzonych na Szczelińcu Wielkim, zaczerpnięto z ostatniej pracy dotyczącej tematu: (Mąkowski i inni 2005).

W opracowaniu przedstawiono wyniki prac pomiarowych zrealizowanych na wspólnym obozie naukowym studentów z Uniwersytetów we Lwowie i we Wrocławiu, który miał miejsce we wrześniu 2009 roku.

Wyniki aktualnie przeprowadzonych prac odniesiono do rezultatów pomiarów geodezyjnych przeprowadzonych wcześniej. W bieżącym roku skupiono się na pomiarach niwelacji precyzyjnej, realizowanej zarówno przy użyciu sprzętu tradycyjnego (niwelator Ni007) jak i nowoczesnych niwelatorów kodowych: DNA03 firmy Leica oraz DL-102C firmy Topcon.



Rys. 1. Szkic sieci pomiarowej "Szczeliniec" (Mąkowski i inni, 2005, na podstawie wcześniejszych opracowań)

Opis prowadzonych na obiekcie pomiarów badawczych.

Od roku 2005 wykonywano na obiekcie pomiary niwelacji precyzyjnej od reperu niwelacji państwowej AY 0701 do punktu 110. Pomiary te wykonano również w latach: 2008 oraz 2009. Reper niwelacji państwowej II klasy AY 0701 znajduje się u podnóża masywu Szczelińca Wielkiego w miejscowości Karłów (rys. 1).

W roku 2009 wykonano także pomiary pomiędzy reperem AY0701 a punktami sieci przestrzennej 102 i 103.

Dla dokładnego określenia zmian wysokościowych w krawędziowej strefie Szczelińca Wielkiego realizowane są pomiary niwelacji precyzyjnej pomiędzy punktami: 110, 111, 112 oraz 113.

Dla dokładnego określenia zmian wysokościowych w krawędziowej strefie Szczelińca Wielkiego realizowane są pomiary niwelacji precyzyjnej pomiędzy punktami: 110, 111, 112 oraz 113. Pomiary te wykonywane były w latach: 1976, 1977, 1978, 1979, 1988, 1991, 2004, 2005, 2006 oraz częściowo w roku 2009.

a. pomiary niwelacji precyzyjnej pomiędzy reperem AY 0701 a punktem 110.

Pomiary niwelacji precyzyjnej w roku 2005 wykonano niwelatorem Ni 007. W roku 2008 wprowadzono do pomiarów niwelator kodowy o najwyższej precyzji obserwacji różnicy wysokości DNA03 firmy Leica oraz kodowe łąty inwarowe. W latach 2005 oraz 2008 pomiary wykonano w obu kierunkach. W roku 2009 wykonano pomiar tylko w jedną stronę, od podstawy masywu do partii krawędziowych. W tabeli 1 przedstawiono wyniki pomiarów uzyskane w latach: 2005, 2008 oraz 2009.

Na podstawie wysokości reperu AY0701 w układzie Kronsztadt 86: 757,3834 m oraz poprawionych przewyższeń obliczono aktualną wysokość punktu 110: **110 – 896,4081 m.**

b. pomiary niwelacji precyzyjnej pomiędzy reperem AY 0701 a punktami 102 i 103.

Różnice wysokości pomiędzy reperem państwowym AY0701 a punktami 102 oraz 103 pomierzono niwelatorem kodowym Topcon DL-102C.

Tabela 1

Zestawienie pomiarów przewyższeń pomiędzy reperem AY 0701 o punktem sieci przestrzennej 110 w latach 2005 – 2009

Oznac. odcinka	Przewyższenie poprawione-pomiar do góry rok 2005	Przewyższenie poprawione-pomiar w dół rok 2005	Przewyższenie poprawione-pomiar do góry rok 2008	Przewyższenie poprawione-pomiar w dół rok 2008	Przewyższenie poprawione-pomiar do góry rok 2009
110 – 307	0,00169	-0,00199	0,00118	-0,00146	0,00166
307 – 306	0,97954	-0,97920	0,97976	-0,97980	0,97959
306 – 305	28,42348	-28,42328	28,42254	-28,42153	28,42211
305 – 304	13,58387	-13,58432	13,58380	-13,58341	13,58360
304 – 303	18,49350	-18,49409	18,49253	-18,49316	45,81645
303 – 302	27,32514	-27,32460	27,32346	-27,32337	
302- 301	25,80808	-25,80915	25,80825	-25,80824	25,80823
301 – AY 0701	24,41142	-24,41152	24,41243	-24,41187	24,41310
110 – AY 0701	139,02671	-139,02815	139,02405	-139,02281	139,02474



Rys. 2. Rozpoczęcie pomiarów w podnóża masywu Szczelińca Wielkiego. Pomiar niwelatorem DL-102C

Pomierzone różnice wysokości poprawiono o poprawki termiczne. Poprawione przewyższenia przedstawiono w tabeli 2.

Na podstawie wysokości reperu AY0701 w układzie Kronsztadt 86: 757,3834 m oraz poprawionych przewyższeń obliczono wysokości punktów 102 oraz 103: 102 – 766,4568 m oraz 103 – 785,2284 m.

c. pomiary niwelacji precyzyjnej pomiędzy punktami: 110 i 113.

Pomiary pomiędzy punktami usytuowanymi na krawędzi masywu wykonano w roku 2009, podobnie jak i w latach poprzednich, przy zastosowaniu klasycznego niwelatora Ni007. Pomiary wykonano w obu kierunkach pomiędzy punktami 110 i 113. Uśredniona różnicę wysokości porównano do różnic uzyskanych w latach poprzednich (tabela 3).

Jak można zauważyć różnica wysokości pomiędzy punktami 110 a 113 uzyskana w roku 2009 jest najmniejsza ze wszystkich uzyskanych w latach poprzednich. Dlatego też, wskazane jest powtórzenie pomiarów na tym odcinku w latach następnych.

Tabela 2

Przewyższenia pomierzone pomiędzy reperem AY0701 a punktami 102 i 103 w roku 2009

Oznaczenie Odcinka	Przewyższenie pomierzone	Poprawka termiczna	Przewyższenie poprawione	Przewyższenie średnie
AY0701-102	9,0730	+0,01	9,0731	9,0734
102-AY0701	-9,0735	+0,01	-9,0736	
AY0701-103	27,8462	-0,13	27,8449	27,8450
103-AY0701	-27,8460	-0,09	-27,8451	



Rys. 3. W drodze na przełęcz pomiędzy Wielkim a Małym Szczelińcem. Pomiar niwelatorem Leica DNA03



Rys. 4. Pomiary w partiach krawędziowych masywu Szczelińca Wielkiego. Pomiar niwelatorem Ni007

Otrzymane przewyższenia punktów krawędziowych sieci przestrzennej w poszczególnych latach

od – do	1976	1977	1978	1979	1988	1991	2004	2005	2006	2009
110 – 111 liczba stan.	1,99932 17	1,99954 11	2,00006 8	1,99934 8	2,00015 8	1,99876 10	1,99959 19	1,99974 14	1,99990 10	
110 – 112 liczba stan.	2,22780 37	2,22722 29	2,22734 26	2,22700 22	2,22783 30	2,22704 34	2,22792 36	2,22948 21	2,22591 24	
110 – 113 liczba stan.	8,36257 57	8,36199 43	8,36213 44	8,36212 34	8,36295 47	8,36171 50	8,36189 41	8,36404 32	8,36207 31	8,36048 37
111 – 112 liczba stan.	0,22848 20	0,22768 18	0,22728 18	0,22766 14	0,22768 22	0,22828 24	0,22833 31	0,22974 19	0,22601 20	
111 – 113 liczba stan.	6,36325 40	6,36245 32	6,36207 36	6,36278 26	6,3628 39	6,36295 40	6,36230 39	6,36430 29	6,36217 27	
112 – 113 liczba stan.	6,13477 20	6,13477 14	6,13479 18	6,13512 12	6,13512 17	6,13467 16	6,13398 22	6,13456 22	6,13616 19	
błąd pojedynczej obserwacji (m ₀)	0,15	0,10	0,25	0,24	0,28	0,10	0,15	0,17	0,17	0,16

Na podstawie wysokości reperu AY0701 w układzie Kronsztadt 86: 757,3834 m oraz poprawionych przewyższeń na odcinkach AY0701 – 110 oraz 110 – 113 obliczono aktualną wysokości punktu 113: **113 – 904,7686 m.**

Wykorzystanie niwelacji geometrycznej w pomiarach dużych różnic wysokości może być skuteczne wyłącznie w przypadku zastosowania w tych pomiarach bieżąco komparowanego kompletu, najlepiej nowych, łąt inwarowych. Bardzo istotne znaczenie w dokładnym określaniu dużych różnic wysokości ma pomiar temperatury łąty, bowiem poprawki do różnicy wysokości określone dla przewyższenia 100 m oraz różnicy temperatury 1°C wynosi odpowiednio: dla łąt inwarowych – 0,13 mm a dla łąt fiberglasy – 1,0 mm.

Podsumowanie.

Zaproponowany na „Szczelińcu” system kontrolno – pomiarowy zapewnia dużą wiarygodność wyników badań i może być z powodzeniem stosowany wszędzie tam, gdzie występują wysokie wymagania, co do kontroli bezpieczeństwa nie tylko na obiektach przyrody nieożywionej.

Uzyskane różnice wysokości oraz wyniki pomiarów realizowanych w segmencie II oraz III (Małolski i inni 2005) świadczą o przemieszczeniach bloków skalnych, które to dyslokacje mogą stanowić zagrożenie dla prowadzonego na obiekcie intensywnego ruchu turystycznego. Dlatego też, powinny być monitorowane przy zastosowaniu różnych technik pomiarowych przedstawionych w wprowadzeniu do niniejszego

opracowania: systematycznie przy pomocy pomiarów względnych (szczelinomierze), ale również i okresowo (corocznie lub co dwa lata) z wykorzystaniem metod geodezyjnych.

Literatura

1. Cacoń S. (1980). Wybrane zagadnienia dotyczące sieci geodezyjnych do badania ruchów skorupy ziemskiej, Zeszyty Naukowe AR Wrocław, nr 25, s. Rozprawy,
2. Cacoń S., Kopecký J., Kaczałek M., Małowski K., Kapłon J., Kontny B. and Bosy J. (2003). Results of geodynamic investigations in the Stołowe MTS. research area, ACTA MONTANA, ser. A, no. 24 (131), Prague 2003, pp. 109 – 116,
3. Košťák, B. (2001). Rock movement analysis of the monument of inanimate nature table hill – Szczeliniec Wielki, Szczeliniec Wielki, Nr 5, pp3,
4. Małolski K., Cacoń S, Kapłon J., Kaczałek M. (2005), Studies of rock blocks displacements on the upper edge of the Szczeliniec Wielki Massif, ACTA GEODYNAMICA ET GEOMATERIALA, vol.2, No. 3 (139), Prague 2005, pp. 2–26.

Дослідження зміщень скельних блоків масиву Великого Щеліньця у Столових горах

К. Монкольські, М. Качалек, М. Бонька,
К. Пієнькош, І. Романишин,
М. Данилевська, А. Дронова, Н. Ярина

Розглянуто методику та наведено результати багаторічних досліджень зміщень скельних блоків масиву Великого Щеліньця.

**Исследование смещений скальных блоков
массива Большого Щелиньца
в Столовых горах**

К. Монкольски, М. Качалек, М. Бонька,
К. Пиенькош, И. Романишин,
М. Данилевская, А. Дронова, Н. Ярына

Рассмотрена методика и приведены результаты многолетних исследований смещений скальных блоков массива Большого Щелиньца.

**Investigation of displacements
of rock blocks of the Wielki Shchelinec
in the Stolowy mountains**

K. Monkolski, M. Kachalek, M. Bonka,
K. Pienkosh, M. Danylowska,
A. Dronova, N. Yaryna

It is considered the methodology and are shown the results of many years investigations of displacements of rock blocks of the Wielki Shchelinec.



**Видавництво Львівської політехніки
пропонує**

**Бурштинська Х.В., Станкевич С.А.
АЕРОКОСМІЧНІ ЗНІМАЛЬНІ СИСТЕМИ**

*Навчальний посібник / Х.В. Бурштинська, С.А. Станкевич . – Львів:
Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 292 с.
ISBN 978-966-553-951-3*

Рекомендувало Міністерство освіти і науки України

Розглянуто загальну модель дистанційного зондування Землі, основні типи космічних та авіаційних літальних апаратів, їх можливості та характеристики. Подано принципи формування зображень, структуру, конструктивні особливості, передавальні можливості та технічні характеристики фотографічних, оптико-електронних, оптико-механічних, інфрачервоних, лазерних, мікрохвильових радіометрів (радіотеплових) та радіолокаційних знімальних систем. Охарактеризовано багатоспектральні та гіперспектральні знімальні системи. Розглянуто принципи побудови цифрових моделей рельєфу з використанням лазерних та радіолокаційних знімальних систем.

Книга буде корисною для студентів, аспірантів, науковців – фахівців у галузі дистанційного зондування Землі, геодезії, картографії, фотограмметрії та кадастру.

ЗМІСТ:

Вступ

1. Загальна модель дистанційного зондування Землі
 2. Лінійна просторово-частотна модель знімальних систем
 3. Знімальні системи з одночасною побудовою та записом (фотографічні)
 4. Сенсори фотографічних знімальних систем
 5. Метрологія аерокосмічних зображень
 6. Знімальні системи з одночасною побудовою та неодноразовим записом (телевізійні та оптико-електронні)
 7. Типи авіаційних та космічних оптико-електронних знімальних систем
 8. Знімальні системи з неодноразовою побудовою та неодноразовим записом (сканувальні)
 9. Радіохвильові знімальні системи
- Перспективні напрями розвитку аерокосмічних знімальних систем
Список літератури*

Книги можна замовити за адресою: вул. Ф. Колесси, 2, корп. 23А, м. Львів, 79000
тел. +38 032 258-21-46, факс +38 032 258-21-36, ел. пошта: vmr@vlp.com.ua, <http://vlp.com.ua>