

# BADANIA PRZEMIESZCZEŃ MASOWYCH BLOKÓW SKALNYCH SZCZELIŃCA WIELKIEGO

## STUDIES OF THE ROCK BLOCKS MOVEMENTS ON THE SZCZELINIEC WIELKI

S. CACOŃ<sup>1</sup>, K. MAKOLSKI<sup>1</sup>, B. KOŠŤÁK<sup>2</sup>, M. KACZAŁEK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki,

stefan.cacon@igig.up.wroc.pl, krzysztof.makolski@igig.up.wroc.pl, miroslaw.kaczalek@igig.up.wroc.pl

<sup>2</sup>Academy of Sciences of the Czech Republic, Institute of Rock Structure and Mechanics, v.v.i., kostak@irms.cas.cz

**Słowa kluczowe:** BLOKI SKALNE, RUCHY MASOWE, POMIARY GEODEZYJNE, OBSERWACJE SZCZELINOMIERZY

**Keywords:** ROCK BLOCKS, MASS MOVEMENTS, GEODETIC MEASUREMENTS, CRACK-GAUGE OBSERVATIONS

### STRESZCZENIE:

Geodezyjne badania ruchów masowych bloków skalnych oraz względne przemieszczenia sąsiednich bloków z zastosowaniem szczelinomierzy TM-71 rozpoczęto w latach 70-tych XX wieku.

Pierwsze prace w tym zakresie podjęto w rejonie schroniska PTTK (1972), a następnie w „Piekielku” (1979). Z różnymi przerwami badania te prowadzone były do 2007 roku. W 2008 roku rozszerzono je na trzeci obiekt – tarasy południowe, gdzie od podstaw zorganizowano pomiary geodezyjne w sieci punktów odpowiednio zlokalizowanych na blokach skalnych. W latach 2008-2010 prowadzone były na wymienionych trzech obiektach przedmiotowe prace badawcze.

Rezultaty badań prezentowane w niniejszym opracowaniu wykazały przemieszczenia bloków skalnych w poziomie i pionie. Największe zmiany rejestrowane są w „Piekielku”, gdzie postępowe ruchy poziome osiągają wartości do 1,43 mm/rok, a towarzyszące im ruchy pionowe do -0,87 mm/rok. Rezultaty te korespondują z wynikami obserwacji szczelinomierza TM-71. Stanowią one o potencjalnym zagrożeniu dla ruchu turystycznego wzdłuż sąsiadującej trasy turystycznej. Trzyletnie obserwacje geodezyjne (2008-2010) na tarasach południowych wykazały poziome przemieszczenia bloków skalnych do 5 mm skierowane do masywu i podnoszenie do +0,68 mm. Część bloków skalnych wykazuje tendencję zmian w kierunku od masywu (do 4,3 mm) oraz obniżanie (do -0,82 mm). Ten skomplikowany mechanizm zmian w górotworze Szczelińca Wielkiego potwierdzają obserwacje szczelinomierza TM-71 prowadzone od 1998 roku, zlokalizowanego u podnóża tarasów południowych.

Powyższe fakty uzasadniają celowość kontynuowania badań, które mają znaczenie poznawcze (dla wyjaśnienia mechaniki górotworu) oraz użyteczne (ocena bezpieczeństwa dla ruchu turystycznego).

### ABSTRACT:

The geodetic research of mass rock block movements and relative movements of the neighbouring blocks with the TM-71 crack-gauges started in the 70-ties of the 20<sup>th</sup> Century. The first studies in this area were undertaken in the PTTK shelter house (1972) and then in the “Piekielko” (1979) as a second object. With different intervals this research was carried out until the year 2007.

In the year 2008 the research was extended to a third object – the southern terraces. Here a new network of geodetic points set upon rock blocks was installed to measure movements. The three mentioned objects were investigated between 2008 and 2010.

The results of this research, presented in the article, have shown vertical and horizontal movements of the rock blocks. The greatest changes have been registered in the “Piekielko”, where horizontal movements reach the values of up to 1.43 mm/year and the accompanying vertical movements of up to -0.87 mm/year. These results correspond with the results of the TM-71 crack-gauge observations and represent a potential threat to tourist movement along the nearby tourist trail. The three years of geodetic observations (2008-2010) on the southern terraces showed horizontal movements of rock blocks of up to 5 mm oriented into the massif and uplifts of up to +0.68 mm. Some rock blocks show the tendency of an opposite orientation, i.e. out of the massif (up to 4.3 mm) and subsidence (up to -0.82mm). Such a differentiated mechanism of displacements in the rock mass of the Szczeliniec Wielki was confirmed by the TM-71 crack-gauges located at the base of the southern terraces where measurements have been carried since 1998.

The above mentioned facts confirm the need to continue this research as important for explanation of the mechanics of the rock mass, as well as due to its practical significance for assessment of the tourist movement safety.

## WSTĘP

Geodezyjne pomiary ruchów masowych bloków skalnych Szczelińca Wielkiego w Górach Stołowych realizowane są od 1972 roku. Celem tych badań było i jest pozyskanie danych ilościowych do oceny przestrzennych zmian unikalnych form skalnych, usytuowanych w partiach krawędziowych masywu, przyciągających liczne grupy zwiedzających.

Znaczenie poznawcze prowadzonych prac wynikają z potrzeby wyjaśnienia mechanizmu przemieszczeń bloków skalnych. Aspekt użytkowy tych badań związany jest ze wskazaniem rejonów zagrożenia dla ruchu turystycznego. Geodezyjne pomiary badawcze prowadzone są głównie w trzech krawędziowych rejonach Szczelińca Wielkiego: przed schroniskiem PTTK, w rozpadlinie „Piekiełko” oraz na tarasach południowych w rejonie tzw. starych schodów. Pomiary geodezyjne wzbogacone są obserwacjami względnych przemieszczeń bloków skalnych prowadzonymi z zastosowaniem trzech szczelinomierzy TM-71. Obie techniki pomiarowe stanowią II i III segment systemu kontrolno-pomiarowego, który scharakteryzowany został w pracy Cacoń i in. 2011 (tab. 1)

W niniejszym opracowaniu prezentowane są rezultaty badań deformacji bloków skalnych ze szczególnym uwzględnieniem obserwacji zrealizowanych w latach 2008-2010 w wymienionych rejonach krawędziowych.

## HISTORIA BADAŃ RUCHÓW MASOWYCH NA SZCZELIŃCU WIELKIM

Przedmiotowe badania rozpoczęto w 1972 roku od założenia poziomej i wysokościowej sieci geodezyjnej przed schroniskiem PTTK (segment II). Od 1974 roku obserwacje geodezyjne w tych sieciach wzbogacono względnymi pomiarami przemieszczeń bloków skalnych szczelinomierzem TM-71 (segment III).

Drugi rejon badań zorganizowano w „Piekiełku”, największej rozpadlinie Szczelińca. W 1979 roku założono tam drugi szczelinomierz. W okresie trzech lat, comiesięcznych odczytów tego urządzenia, zarejestrowano kilkumilimetrowe przemieszczenia pionowe (z). Fakt ten był powodem rozpoczęcia w 1982 roku pomiarów geodezyjnych w sieci kątowno-liniowej (poziomej) i wysokościowej składającej się z 7 punktów odpowiednio rozmieszczonych na niestabilnych blokach skalnych.

Szczegółową charakterystykę organizacji wymienionych sieci badawczych, instalacji szczelinomierzy oraz rezultatów przedmiotowych badań do 2008 roku przedstawiono w pracach: Cacoń (1980), Cacoń, Košťák (1976), Cacoń, Mąkowski (2008), Košťák, Cacoń (1988), Košťák (2001), Mąkowski i in. (2005).

Trzeci obszar badań zlokalizowano w południowej części górnych krawędzi piaskowcowego masywu. W 1998 roku, w rejonie tzw. „starych schodów”, u podnóża południowych tarasów Szczelińca Wielkiego, zainstalowano trzeci szczelinomierz TM-71. Na tarasach tych w 2008 roku zorganizowano obserwacje geodezyjne w sieci poziomej i wysokościowej zgodnie z zasadami przedmiotowych prac realizowanych przed schroniskiem PTTK i w „Piekiełku”. Godnym uwagi jest fakt, że sieci te nawiązano do punktu 113, który włączono

do regionalnej sieci geodynamicznej GEOSUD (Cacoń i in., 2011) nadając mu akronim SZEL. Punkt ten jest jednym z 15 punktów lokalnej sieci przestrzennej obejmującej cały masyw Szczelińca Wielkiego i Małego (ryc. 1).

Sieć tą założono w 1974 roku m.in. dla połączenia w jeden system pomiarów przemieszczeń bloków skalnych w górnej, krawędziowej partii Szczelińca. Należy zaznaczyć, że sieci lokalne przy schronisku PTTK i w „Piekiełku” nawiązane są do punktów 110 i 112 tej sieci przestrzennej.

## REZULTATY POMIARÓW PRZEMIESZCZEŃ BLOKÓW SKALNYCH

### ■ Rejon schroniska PTTK

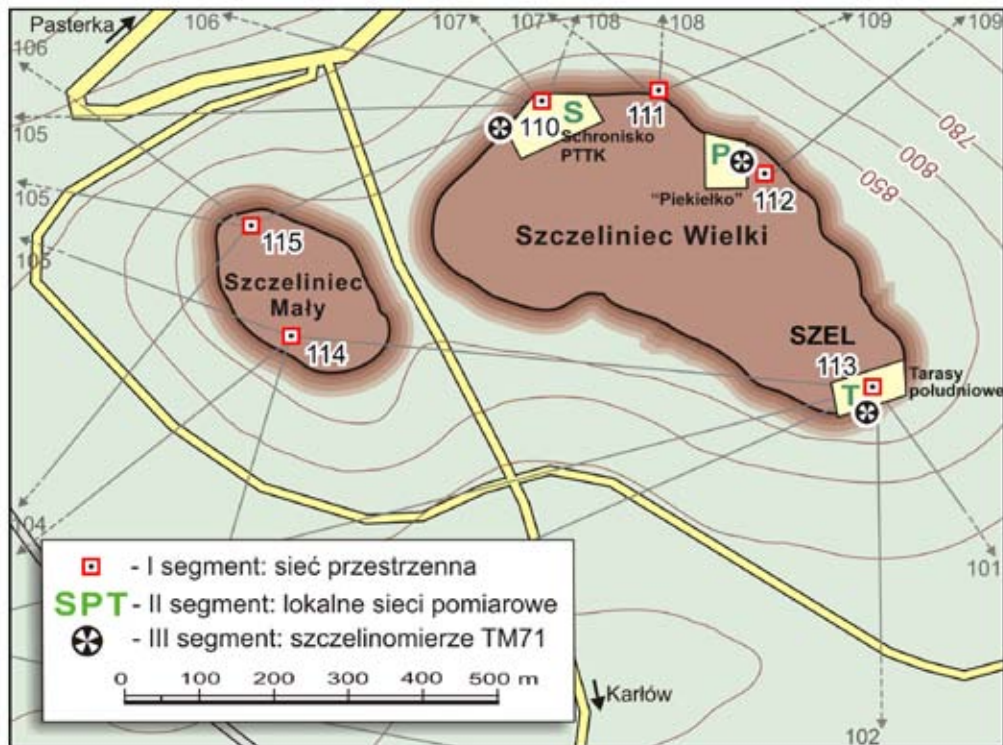
W okresie 1972-2010 pomiary sieci geodezyjnej na plateau przed schroniskiem PTTK wykonywano 15-krotnie. Sieć poziomą obserwowano do 2006 roku, a punkty tej samej sieci poddawano pomiarom wysokościowym do 2010 roku. Informacje dotyczące stabilizacji punktów sieci, pomiarów okresowych oraz zasad opracowywania poszczególnych kampanii obserwacyjnych do 2006 roku podano w cytowanych powyżej pracach.

Na ryc. 2 pokazano lokalizację punktów sieci geodezyjnej, szczelinomierza TM-71 oraz wektory zmian wysokości punktów, na których zmiany te są istotne ( $\Delta H \geq \pm 2m_{\Delta H}$ ;  $P = 95\%$ ).

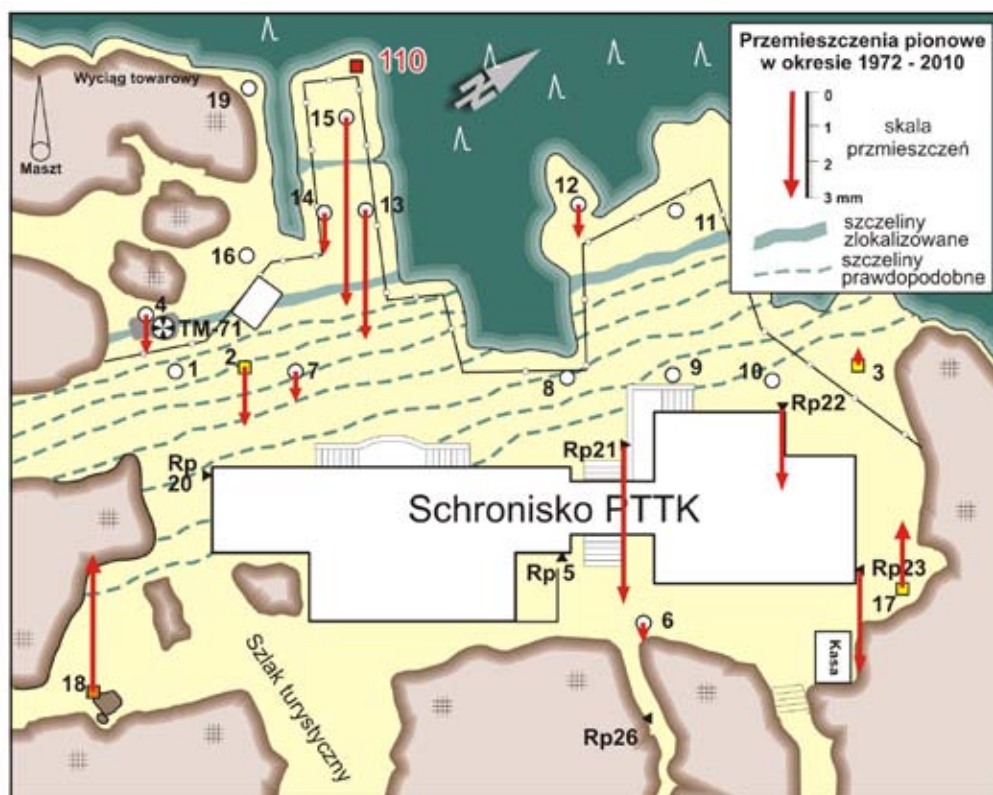
Największe zmiany wysokości w okresie 1972-2010 zarejestrowano na punktach: 15 ( $-5,2 \pm 0,41$ ) mm i 13 ( $-3,6 \pm 0,42$ ) mm, zlokalizowanych na tarasie widokowym oraz reperach na fundamencie schroniska PTTK: Rp 21 ( $-4,6 \pm 0,33$ ) mm, Rp 22 ( $-2,3 \pm 0,35$ ) mm, Rp 23 ( $-2,9 \pm 0,31$ ) mm. Dwa punkty zastabilizowane blokami betonowymi zespolonymi ze skałami podniosły się. Są to punkty: 18 ( $+3,8 \pm 0,31$ ) mm i 17 ( $+1,8 \pm 0,31$ ) mm.

Szczelinomierz TM-71 zainstalowano w szczelinie między punktami 1 i 4, zlokalizowanymi na plateau sąsiednich bloków skalnych. Comiesięczne obserwacje w kierunkach x, y, z szczelinomierza od 1974 do 2002 roku upoważniają do stwierdzenia wysokiej wzajemnej stabilności tych bloków. Świadczą o tym grafy y i z (ryc. 3), a także x, który reprezentuje sezonowe zmiany termiczne.

Od 2003 roku dochodzi do wyraźnej zmiany przebiegu grafów, co jest szczególnie interesujące w odniesieniu do współrzędnej z reprezentującej pionowy ruch. Od czerwca 2003 roku do października 2006 roku krawędziowy blok (do którego przymocowana jest konstrukcja górnego wyciągu towarowego) osiadł 1 mm, by następnie podnieść się o 1,5 mm. Około kwietnia 2008 roku doszło do nagłego osiadania tego bloku o 2,2 mm, by w ciągu miesiąca powrócić do pierwotnego stanu. Tendencja podnoszenia bloku w tempie 1 mm/rok trwała do marca 2011 roku. Kontynuowane obserwacje szczelinomierza pozwolą na kolejne wyjaśnienia i interpretacje rejestrowanych zmian. Tym niemniej godnym uwagi jest szersze odniesienie zarejestrowanych zmian po czerwcu 2003 roku. Korespondują one bowiem z podobnymi zmianami, jakie zaobserwowano w jaskiniach Masywu Czeskiego, co zinterpretowano (Stemberk et al. 2010) jako tektoniczny impuls ciśnień w Europie Środkowej, który „poruszył” górną warstwę litosfery w tym rejonie.

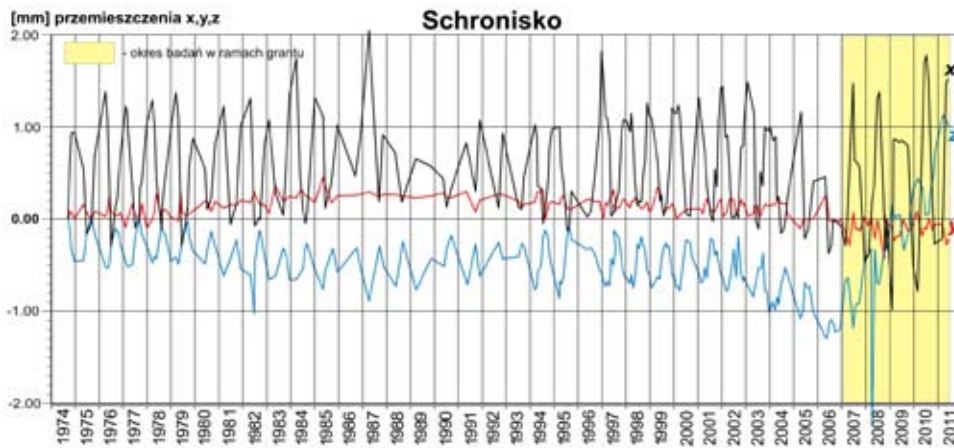


Ryc. 1. Fragment lokalnej sieci przestrzennej obejmującej górną część Szczelinieca Wielkiego i Małego  
 Fig. 1. Part of the local spatial network covering the upper part of the Szczeliniec Wielki and the Szczeliniec Mały



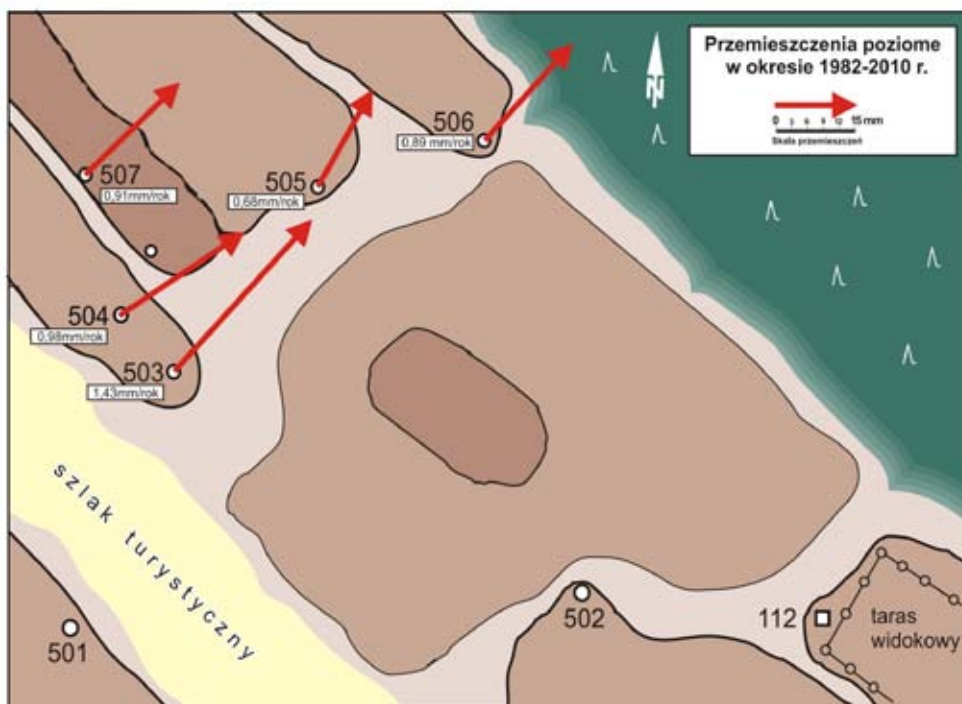
Ryc. 2. Przemieszczenia pionowe punktów sieci w rejonie schroniska PTTK  
 Fig. 2. Vertical movements of the network points in the PTTK shelter house area





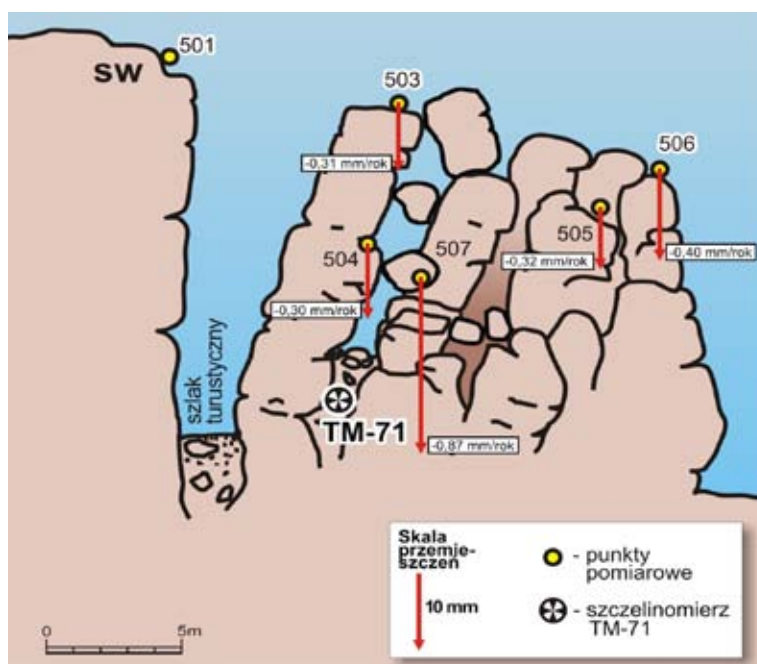
Ryc. 3. Rezultaty obserwacji szczelinomierza przez schroniskiem PTTK

Fig. 3. The results of the crack-gauge observations in front of the PTTK shelter house



Ryc. 4. Rezultaty przemieszczeń poziomych punktów w sieci „Piekielko”

Fig. 4. The results of the horizontal movements of the points in the „Piekielko” network



Ryc. 5. Przemieszczenia pionowe punktów w sieci „Piekielko”

Fig. 5. Vertical movements of the points in the „Piekielko” network

W analizowanym okresie (1972–2011) zarejestrowane pionowe przemieszczenia względne badanych bloków skalnych nie miały wpływu na stabilność sąsiednich bloków skalnych, na których posadowiono schronisko.

#### ■ Rejon „Piekiełko”

Geodezyjne pomiary sieci poziomej i wysokościowej w rejonie „Piekiełka” w okresie 1982–2010 wykonano 14-krotnie. Na ryc. 4 przedstawiono wektory przemieszczeń poziomych punktów.

Największe ruchy poziome w całym okresie badawczym zarejestrowano na punkcie 503 (1,43 mm/rok), zlokalizowanym na wierzchołku bloku skalnego, najbliższym usytuowanym przy szlaku turystycznym. Prędkości zmian pozostałych punktów podano również na ryc. 4, prezentującym wektory przemieszczeń poziomych.

Przemieszczenia pionowe tych samych punktów oraz prędkości zmian pionowych w okresie 1982–2010 zobrazowano na ryc. 5. Największe ruchy pionowe w tempie  $-0,87$  mm/rok rejestrowane są na punkcie 507.

Należy zaznaczyć, że rejestrowane przemieszczenia poziome, jak również pionowe punktów w sieci Piekiełko są istotne, to znaczy ich wartości przekraczają dwukrotną wartość błędów ich wyznaczenia.

Szczelinomierz TM-71 zlokalizowano w dolnej części szczeliny oddzielającej blok skalny z punktami 503 i 504 od bloku, na którym umieszczono punkt 507. Obserwacje względnych przemieszczeń w lokalnym układzie współrzędnych x, y, z między tymi blokami skalnymi w latach 1979–2011 (maj) obrazują grafy na ryc. 6.

Rejestrowane zmiany x, y, z, potwierdzają zsuwanie się skalnych bloków po stoku. Długookresowe zmiany obserwowane na osi z od 1979 roku wykazują względne pionowe przemieszczenia bloków, które w okresie 32 lat (do 2011 roku) osiągnęły wartość 10,5 mm. Przyczyną tych przemieszczeń są lokalne warunki hydrologiczne, denudacja i głęboki proces sufozyjny w obszarze źródłiskowym rzeki Pośna – dopływu rzeki Ścinawka.

Od 1993 roku zaznaczają się pochylecia między wysokimi blokami graniczącymi z wąwozami na stoku. Do roku 2004 pochylecia te zwiększały się, by ponownie w 2007 roku wrócić do poprzedniej normy.

Zmiany na osi x w okresie 1979–2000 wykazywały zamykanie szczeliny do 3 mm, a od 2000 do 2011 roku następuje powrót do pierwotnego stanu.

Obserwacje zmian na kierunku y wykazują sezonowe zmiany termiczne.

#### ■ Tarasy południowe

Badania ruchów masowych bloków skalnych zorganizowano od podstaw w 2008 roku. Założono sieć 13 punktów geodezyjnych (601–613) dowiązanych do punktu 113, który zastabilizowano w 1974 roku. Trzy kampanie pomiarowe tej sieci przeprowadzono we wrześniu (2008, 2009 i 2010). Na ryc. 7 przedstawiono wektory przemieszczeń poziomych punktów w okresie 2008–2010.

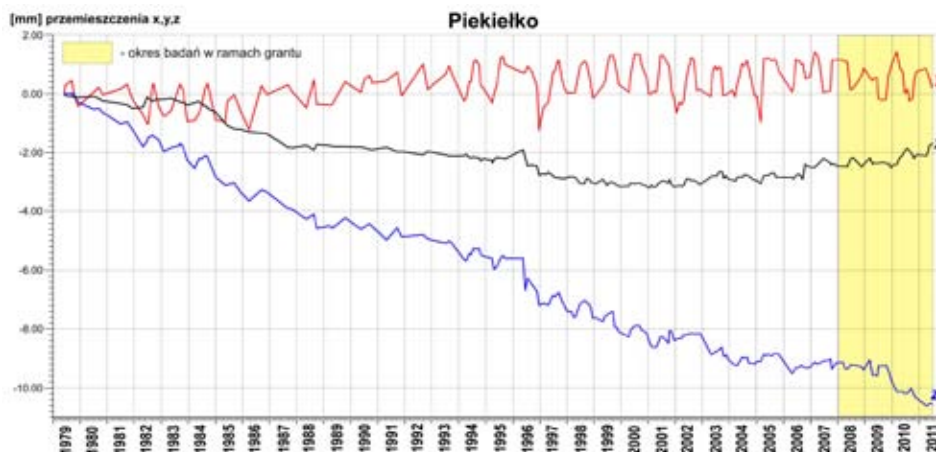
Największe istotne przemieszczenia poziome zarejestrowano na blokach skalnych usytuowanych na wschód od punktu 13. Dotyczą one punktów 606 ( $5,0 \pm 1,8$ ) mm i 610 ( $5,0 \pm 1,3$ ) mm. Pozostałe punkty w tym rejonie tarasów wykazały przemieszczenia istotne w granicach 3,4–3,8 mm. Wszystkie te wektory skierowane są do masywu Szczelińca. Przemieszczenia punktów na zachód od punktu 113 wykazują ogólną tendencję zmian w kierunku od masywu, przy czym największe przemieszczenie zarejestrowano na punkcie 611 ( $4,3 \pm 1,3$ ) mm.

Wektory przemieszczeń pionowych punktów zobrazowano na ryc. 8.

Istotne przemieszczenia pionowe dotyczą wartości dodatnich (podnoszenie punktów) i ujemnych (obniżanie punktów). Wartości te zawierają się w granicach od  $-0,82$  mm (punkty w zachodniej strefie tarasów) do  $+0,68$  mm (wschodnia strefa tarasów). Istotne wektory zmiany wysokości obu grup punktów z kierunkami przemieszczeń pokazano na ryc. 8.

Szczelinomierz TM-71 założono w 1998 roku u podnóża bloków skalnych z tarasami południowymi w rejonie tzw. „starych schodów”. Rezultaty obserwacji szczelinomierza prezentowane są w postaci grafów x, y, z na ryc. 9.

Obserwacje od 1998 do połowy 2011 roku charakteryzują względną niestabilność wysokich skalnych ścian objawiającą się ruchami ich górnych krawędzi. Potwierdzają to także pomiary geodezyjne (ryc. 7 i 8) w okresie 2008–2010. Przejawia się to w cyklicznych termicznych dylatacjach na



Ryc. 6. Rezultaty obserwacji szczelinomierza „Piekiełko”

Fig. 6. The results of the „Piekiełko” crack-gauge observations



Ryc. 7. Rezultaty przemieszczeń poziomych punktów na tarasach południowych

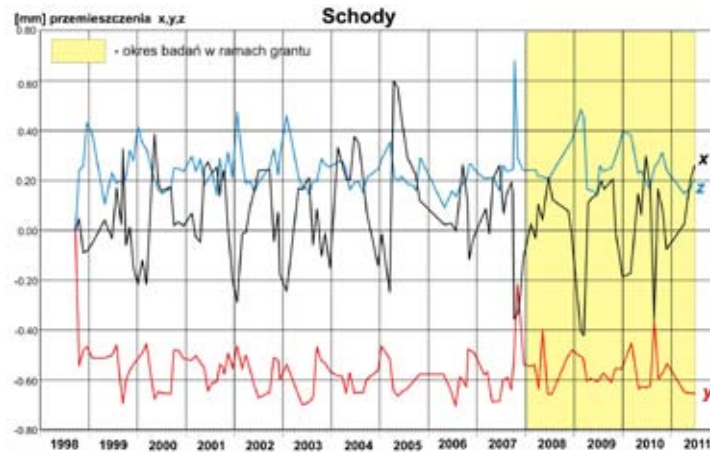
Fig. 7. The results of the horizontal movements of the points on the southern terraces



Ryc. 8. Przemieszczenia pionowe punktów na tarasach południowych

Fig. 8. Vertical movements of the points on the southern terraces





Ryc. 9. Rezultaty obserwacji szczelinomierza „Schody”

Fig. 9. The results of the „Schody” crack-gauge observations

osi x o wielkości do 0,5 mm. Powracające przemieszczenia świadczą o tym, że ściany skalne są pod wysokim napięciem i reagują na różne miejscowe naprężenia w masywie skalnym. Seryjne „zagięcia” w grafie x obserwuje się w latach 1999/2000, 2003, 2005, 2007, 2009, 2010, które charakteryzują przemieszczenia rozszerzające szczeliny do 1,0 mm.

Sezonowe zmiany termiczne na osi y osiągają wartości 0,35 mm, a na osi z dochodzą do 0,40 mm.

Rejestrowane względne przemieszczenia u podstawy wysokich ścian skalnych pod tarasami południowymi mają inny charakter niż w analizowanych rejonach – przy schronisku PTTK i „Piekiełku”. Dotychczasowe obserwacje od 1998 roku, a w tym w okresie 2008-2010/2011, nie wykazują trendu długookresowego, tym niemniej nie można wykluczyć ruchu postępowego bloków skalnych w następnych latach.

## PODSUMOWANIE

Badania przemieszczeń masowych bloków skalnych na obszarze Szczelińca Wielkiego prowadzono z zastosowaniem metody geodezyjnej oraz względnych pomiarów szczelinomierzami TM-71. Prace te skoncentrowane były w trzech rejonach: przy schronisku PTTK, Piekiełku oraz na tarasach południowych. Na dwóch pierwszych obiektach przedmiotowe badania, w okresie 2008-2010/2011, stanowiły ich kontynuację. Na tarasach południowych od podstaw założono w 2008 roku geodezyjną sieć badawczą (poziomą i wysokościową) i przeprowadzono trzy kampanie pomiarowe. Do procesu badawczego w tym rejonie włączono obserwacje szczelinomierza TM-71 prowadzone od 1998 roku.

Rezultatem badań realizowanych w okresie 2008-2010/2011 są ilościowe dane dotyczące przemieszczeń punktów badawczych na blokach skalnych.

**W rejonie schroniska PTTK** w okresie 1972-2010 zarejestrowano największe osiadania pionowe na tarasie widokowym na punktach: 15 (-5,2 mm) i 13 (-3,6 mm). Ruchy pionowe tych punktów osiągające największe wartości do -0,14 mm/rok nie stanowią zagrożenia dla ruchu turystycznego. Konkluzja ta dotyczy również osiadania reperów na fundamencie schroniska dochodzących do -4,6 mm w tym samym okresie.

Wyniki obserwacji szczelinomierza TM-71 również nie wykazują zagrożenia ruchami bloków skalnych w tym rejonie Szczelińca Wielkiego.

**Rejon „Piekiełka”** charakteryzuje się największymi przemieszczeniami badanych bloków skalnych. Ruchy osiągające wartości 1,43 mm/rok w poziomie oraz osiadanie w tempie 0,87 mm/rok zarejestrowane w okresie 1982-2010 są największymi ruchami bloków skalnych w obszarze całego PNGS. Wielkości te są zbliżone z obserwacjami szczelinomierza TM-71. **Ruchy tych bloków skalnych stanowią potencjalne zagrożenie dla trasy turystycznej, która usytuowana jest w ich bezpośrednim kontakcie.**

**Rejon tarasów południowych** w okresie 2008-2010/2011, w trzyletnim cyklu badań geodezyjnych, wykazuje przemieszczenia poziome wielkości do 5,0 mm skierowane do masywu Szczelińca (wschodnia ich część) oraz do 4,3 mm w kierunku od masywu (część zachodnia). Zmianom tym towarzyszą przemieszczenia pionowe do -0,82 mm (zachodnia strefa) i +0,68 (wschodnia strefa tarasów). Zmiany te sugerują ześlizgiwanie się bloków skalnych z ich rotacją do masywu (wschodni taras) oraz wychylanie zachodnich bloków w kierunku od masywu z ich osiadaniem.

Obserwacje ruchów względnych szczelinomierzem TM-71 usytuowanym przy starych schodach realizowano u podnóża bloków skalnych w zachodniej części tarasów południowych. Wyniki tych obserwacji w okresie 1998-2010/2011 nie korespondują w pełni z obserwacjami geodezyjnymi. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, iż oba miejsca pomiarów są oddalone w pionie o około 20 m, a poza tym szczegółowego wyjaśnienia wymaga mechanizm górotworu w tym skomplikowanym rejonie Szczelińca Wielkiego. Zagadnienie to wychodzi poza zakres niniejszych badań i ich opracowania.

Powyższe fakty wykazują unikalny charakter ruchów masowych bloków skalnych oraz uzasadniają celowość ich kontynuowania.

## LITERATURA

Cacoń, S., 1980. Wybrane zagadnienia dotyczące sieci geodezyjnych do badania ruchów skorupy ziemskiej. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu*, s. Rozprawy, nr 25, s. 74.

- Cacoń, S., Košťák, B., 1976.** Displacement registration of sandstone blocks in the Stolowe Gory Mountains, Poland. *Bulletin IAEG*, no 13, pp. 117-122.
- Cacoń, S., Košťák, B., 1987.** Pomiary i próba interpretacji deformacji strefy krawędzowej rezerwatu skalnego Szczeliniec. III Konferencja Naukowo-Techniczna, Polanica Zdrój 1987, str. 42-48.
- Cacoń, S., Mąkolski, K., 2008.** Współczesne ruchy masowe Szczelińca Wielkiego [w:] Monografia Parku Narodowego Gór Stołowych. Wyd. PGNS „Szczeliniec”, Kudowa Zdrój, s. 114-127.
- Cacoń, S., Kaplon, J., Košťák, B., Grzempowski, P., 2011.** Badania geodynamiczne na obszarze Parku Narodowego Gór Stołowych [w:] „Geoekologiczne warunki środowiska przyrodniczego PNGS”.
- Košťák, B., Cacoń, S., 1988.** Monitoring and interpretation of sandstone block movements on a table hill margin. Proceedings of 5 Int. Symp. On Landslides, Lausanne, A.A. Balkema, Rotterdam/Brookfield, pp. 439-442.
- Košťák, B., 2001.** Rock movement analysis of the monument of inanimate nature table hill – Szczeliniec Wielki. *Wyd. PNGS “Szczeliniec”*, Kudowa Zdrój, nr 5, pp. 3-39.
- Mąkolski, K., Cacoń, S., Košťák, B., Kaplon, J., Kaczalek, 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, pp. 21-26.
- Stemberk, J., Košťák, B., Cacoń, S., 2010.** A tectonic pressure pulse and increased geodynamic activity recorded from the long-term monitoring of faults in Europe. *Tectonophysics*, vol. 487 No. 1-4, pp. 1-12.