

Morfologia grupy skalnej Paciorki w Karkonoszach

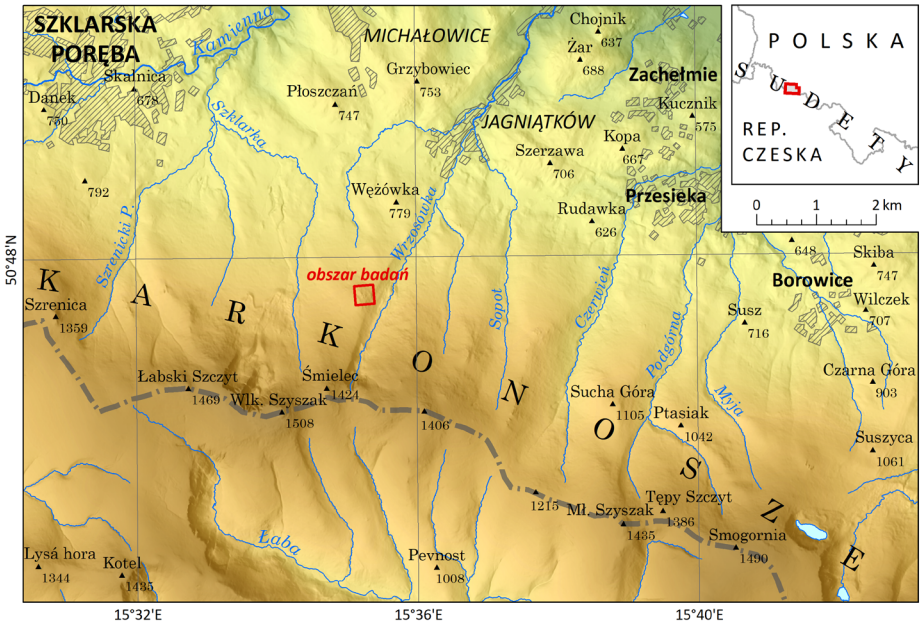
Wstęp

Karkonosze słyną z występowania granitowych skałek. Zasięg występowania tych form jest rozległy i obejmuje wszystkie piętra wysokościowe Karkonoszy, jednak najczęściej znajdują się one na rozległych stokach (np. Końskie Łby, Borówczane Skały) oraz na spłaszczeniach w ich obrębie (np. Pielgrzymy, Kotki), na zboczach dolin (np. Szwedzkie Skały, skała Słup) i nieco rzadziej w pozycji grzbietowej (np. Trzy Świnki, Śląskie Kamienie). Ze względu na dużą atrakcyjność krajobrazową tych form, w ich sąsiedztwie zostało poprowadzonych wiele szlaków turystycznych. Niektóre skałki włączono w infrastrukturę edukacyjną Karkonoskiego Parku Narodowego w postaci stanowisk na ścieżkach edukacyjnych. Stanowią one również cel społeczności wspinaczkowej. Niemniej jednak wiele interesujących stanowisk pozostaje poza zasięgiem dostępnych tras turystycznych – w tej grupie skałek znajdują się także opisywane w niniejszej pracy Paciorki, położone w centralnej części Karkonoszy (ryc. 1). W okolicy Paciorków najłatwiej dotrzeć niebieskim szlakiem turystycznym (tzw. Koralową Ścieżką), biegnącym z Jagniątkowa w kierunku Śnieżnych Kotłów.

Granitowe skałki były najczęściej wymieniane w opracowaniach edukacyjnych

Karkonoskiego Parku Narodowego (MIGOŃ 2012) lub w monografiach dotyczących całych Karkonoszy (CZERWIŃSKI 1985, MIGOŃ 2005, KASPRZAK i TRACZYK 2013). Pomimo dużej atrakcyjności i powszechności form skalnych w karkonoskim krajobrazie, nie doczekały się one wielu naukowych opracowań o tematyce geomorfologicznej. W nielicznych pracach najczęściej poruszano zagadnienie genezy oraz wieku skałek granitowych (JAHN 1962, BARTOŠIKOVÁ 1973). A. JAHN (1962) w swojej pracy podkreślił, że ważnym elementem formowania się skałek jest ich predyspozycja strukturalna, przejawiająca się poprzez głębokie wietrzenie oraz proces denudacji. W późniejszej literaturze zwrócono uwagę na kwestię określenia dokładnego czasu zakończenia procesu wyeksponowania skałek, który prawdopodobnie nastąpił we wczesnym plejstocenie (BARTOŠIKOVÁ 1973) oraz na morfologię kociołków wietrzeniowych na granitowych skałkach Karkonoszy (CHMAL 1974).

Celem niniejszego artykułu jest charakterystyka morfologiczna Paciorków, które stanowią interesujący przykład dużej granitowej grupy skalnej oraz identyfikacja głównych czynników mających wpływ na jej kształtowanie. Realizując ten cel, przeprowadzona została również inwentaryzacja form skalnych oraz wykonana szczegółowa mapa geomorfologiczna dla tej dużej grupy skalnej.



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań na tle Karkonoszy.
Fig. 1. Location of the study area in the Karkonosze Mts.

Metody badań

Badania terenowe obejmowały kartowanie geomorfologiczne, w którym wykorzystano zestaw znaków służących do szczegółowej inwentaryzacji skałek, który został zaproponowany w innej publikacji naukowej (MICHNIEWICZ i in. 2016). W trakcie prac terenowych korzystano z materiałów kartograficznych obejmujących rysunek poziomicowy w cięciu 1 m, do sporządzenia których wykorzystano wysokorozdzielczy cyfrowy model wysokości. Cyfrowy model został wygenerowany na podstawie danych wysokościowych pochodzących z lotniczego skaningu laserowego (LiDAR). W trakcie kartowania przeprowadzono dokładną inwentaryzację form skałkowych, jak również pomiary morfometryczne grupy skałek, takie jak odległości pomiędzy naj-

więszymi formami, ich długość, wysokość, a także pomiary mikrorzeźby powierzchni skałkowych. Większość badanych obiektów była widoczna na poziomicowej mapie wyjściowej opracowanej z wysokorozdzielczego cyfrowego modelu wysokościowego. Brakujące elementy zostały domierzone w terenie za pomocą kompasu geologicznego i dalmierza laserowego, a następnie naniesione na mapę. W rezultacie tych prac opracowano mapę geomorfologiczną Paciorków zaprezentowaną w dwóch częściach na ryc. 2.

Podczas prac terenowych dokonano analizy cech strukturalnych granitowego podłoża. Zmierzono powierzchnie spękań, dla których określono kąty upadu oraz kierunku zapadania powierzchni nieciągłości. Liczba wszystkich pomiarów wyniosła 30 (po 15 pomiarów w górnej i dolnej części).

Wyniki pomiarów przedstawiono na wspólnym diagramie spękań (ryc. 3).

Obszar badań

Paciorki to rozległa grupa skałek położona na dużym spłaszczeniu stokowym opadającym w kierunku północnym od szczytu Śmielca (1424 m n.p.m.). Spłaszczenie rozciąga się wzdłuż doliny Wrzosówki, której głębokość w pobliżu Paciorków sięga 85 m. Nachylenie stoku powyżej spłaszczenia wynosi 13°, zaś stok poniżej spłaszczenia opada w kierunku północnym pod kątem 19-21° (ryc. 4). Samo spłaszczenie rozciąga się na długości 450 m i ma szerokość 200 m. Najniżej położona skałka w obrębie grupy znajduje się na wysokości 1010 m n.p.m., najwyższej położona – na ok. 1080 m n.p.m.; odległość między nimi wynosi około 400 m.

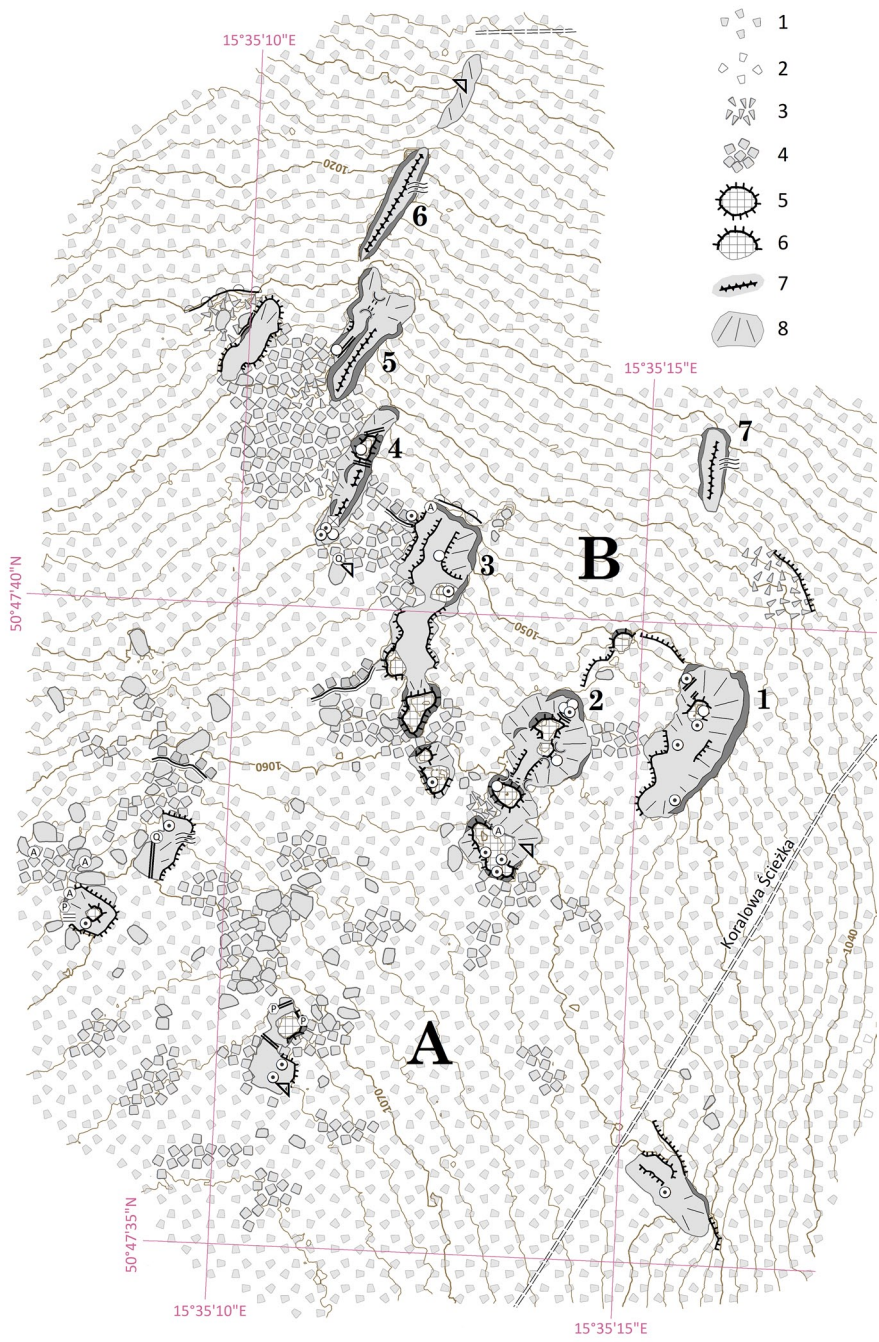
Masyw Karkonoszy jest zbudowany głównie z dwóch odmian granitu, większą jego część tworzą granity porfirowate, natomiast partie grzbietowe składają się z granitu równoziarnistego. Granit porfirowaty charakteryzuje się występowaniem dużych porfirokryształów skaleni alkalicznych (do 6 cm) w średnioziarnistej masie skalnej. Ponadto występują w nim szliry (nieostre, rozmyte smugi ciemnych minerałów) oraz enklawy maficzne, będące kulistymi fragmentami skał składających się z ciemnych minerałów oraz o cechach teksturalnych odmiennych niż otoczenie (LORENC 1994). Głównym budulcem granitu jest kwarc (21–40% objętości), plagioklaz (25–48%) i skałek alkaliczny (13–35%), poza tym występują takie minerały jak biotyt (4–21%) i amfibol (0–3%). Ze względu na stosunkowo duży udział magmy maficznej porfirowaty typ granitu ma ciemną barwę. Granit równoziarnisty (występujący na grzbietach) jest skałą jasną, zbudowaną przede wszystkim z drobno- lub średnioziarnistego kwarcu

i skaleni. Występują w nim żyły aplitowe oraz lamprofiry, te drugie można odnaleźć również w granitach porfirowatych (ALEKSANDROWSKI i in. 2015). Grzbiet znajdujący się na północ od Śmielca, w obrębie którego położone są Paciorki, zbudowany jest z granitu porfirowatego, który tworzy tutaj długą na około 700 m i szeroką na 300 m strukturę, znajdującą się w otoczeniu granitu równoziarnistego.

Charakterystyka morfologiczna

W wyniku kartowania zinventaryzowano 14 izolowanych skałek o różnych parametrach morfometrycznych - długość skałek waha się między 14 a 48 m, wysokość około 4-11 m. Oprócz samych skałek znajduje się tu szereg mniejszych form skalnych oraz pokrywy stokowe o frakcji blokowej. Skałki koncentrują się głównie na zachód od Koralowej Ścieżki i tym samym większa część grupy nie jest dostępna dla turystów. Jedynie dwie formy skałkowe, położone po wschodniej stronie szlaku, znajdują się w jego bezpośrednim sąsiedztwie. Skałki te od strony wschodniej opadają stromymi ścianami i progami w kierunku doliny Wrzosówki, a jedna z nich stanowi punkt widokowy w kierunku północno-wschodnim.

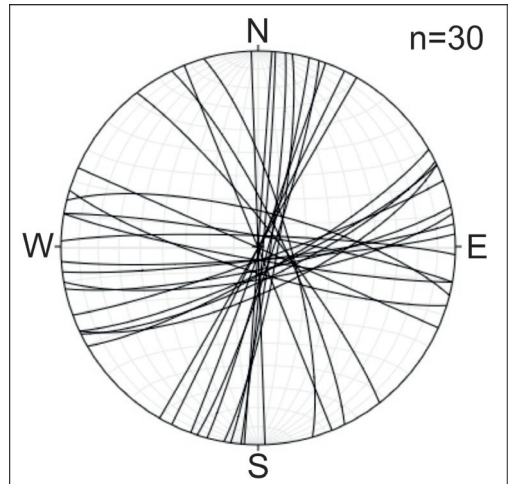
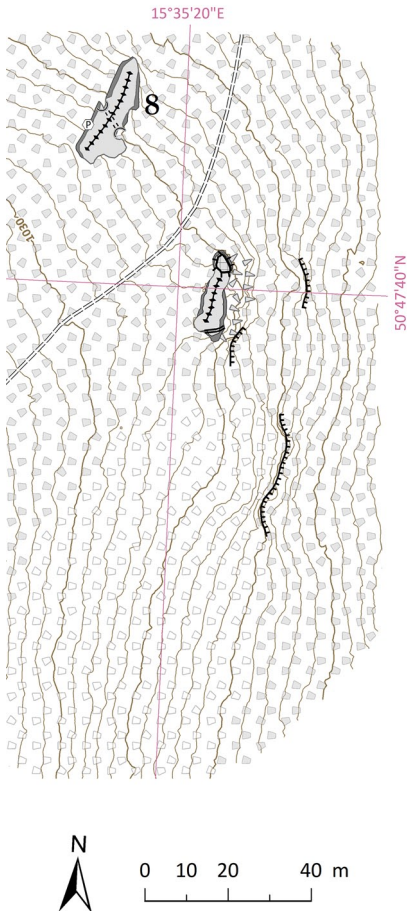
Główne skupisko skałek położone jest na zachód od szlaku (najbliższa wychodnia w odległości 35 m). Skałki koncentrują się głównie na północnej krawędzi spłaszczenia stokowego oraz na wypukłym załomie, który stanowi granicę tego spłaszczenia. Wyjątek stanowi jedna izolowana i zdegradowana skałka, która jest oddalona od Paciorków o 100 m w kierunku południowym, przez co nie została ona objęta mapą geomorfologiczną. Samo spłaszczenie stokowe przykryte jest przez chaotycznie załugające granitowe bloki, które nie tworzą tu zwartej pokrywy. Bloki w tym miejscu



| | | | |
|--|----|--|----|
| | 9 | | 18 |
| | 10 | | 19 |
| | 11 | | 20 |
| | 12 | | 21 |
| | 13 | | 22 |
| | 14 | | 23 |
| | 15 | | 24 |
| | 16 | | 25 |
| | 17 | | |

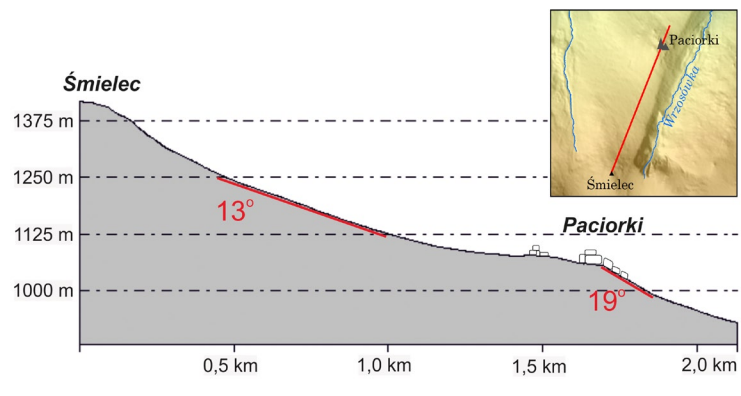
Ryc. 2. Mapa geomorfologiczna grupy skalnej Paciorki. Objasnienia: 1 – stok z pokrywą blokową zwartą, 2 – stok z pokrywą blokową rozproszoną, 3 – stok skalno-rumowiskowy, 4 – pole blokowe in situ, 5 – baszta, 6 – ambona, 7 – grzęda, 8 – wypukłe i stromo nachylone powierzchnie skalne, 9 – ściana, 10 – wklęsły załom stoku, 11 – próg skalny, 12 – próg blokowy, 13 – szczelina, 14 – tunel skalny, 15 – ścieżka, 16 – blok, 17 – okap skalny, 18 – okno skalne, 19 – kociołek wietrzeńniowy, 20 – otwarty kociołek wietrzeńniowy, 21 – pseudowarstwowanie, 22 – szliry biotytowe, 23 – żyła kwarcowa, 24 – żyła apłitowa, 25 – gniazdo pegmatytu.

Fig. 2. Geomorphological map of the Paciorki tor group. Explanations: 1 – slope with dense block cover, 2 – slope with dispersed block cover, 3 – rock debris slope, 4 – in situ block field, 5 – tower, 6 – pulpit, 7 – ridge, 8 – convex and steeply sloping rock surfaces, 9 – bedrock wall, 10 – concave slope break, 11 – rock step, 12 – block-covered step, 13 – cleft, 14 – rock tunnel, 15 – path, 16 – block, 17 – rock overhang, 18 – rock window, 19 – weathering pit, 20 – open weathering pit, 21 – pseudo-bedding, 22 – biotite schlieren, 23 – quartz vein, 24 – aplite vein, 25 – pegmatite.



Ryc. 3. Diagram przedstawiający spękania dla Paciorków dolnych i górnych.

Fig. 3. Joints diagram for the upper and lower parts of the Paciorki.



Ryc. 4. Profil morfologiczny przez północny stok Śmieleca i spłaszczenie stokowe. Na czerwono zaznaczono wartości spadków na różnych odcinkach stoku.

Fig. 4. Morphological cross-section of the northern slope of Mt. Śmielec and mid-slope flatness. Red lines represent inclination values on different slope sections.



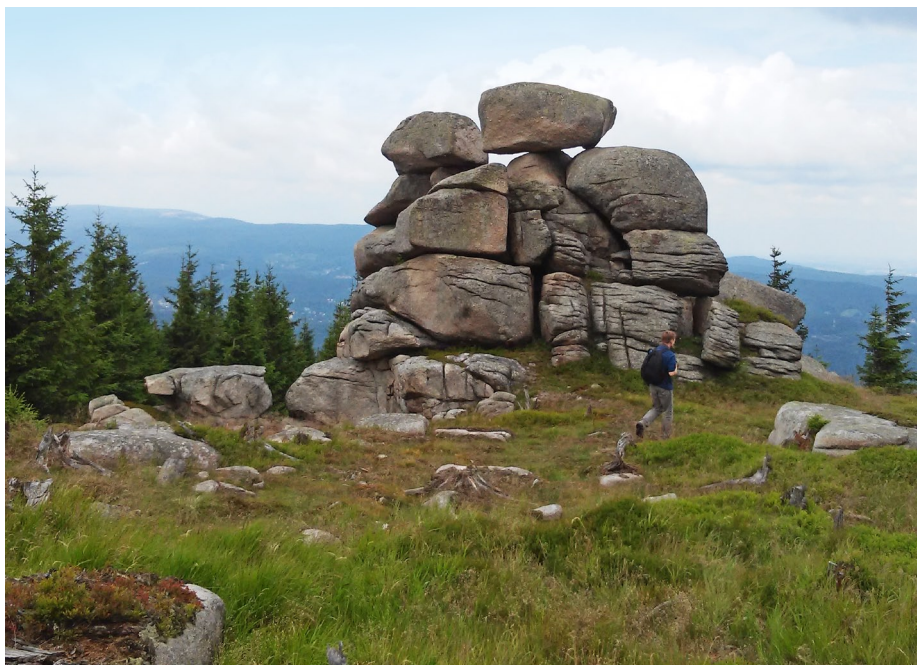
Fot. 1. Wschodnia skałka w górnej części Paciorków. Zdjęcie wykonane od strony zachodniej (fot. A. Michniewicz).

Phot. 1. Eastern tor within the upper part of the Paciorki. Photo taken from western side (photo A. Michniewicz).

osiągają do 1,5 m średnicy. Ze względu na odmienne cechy morfologiczne i położenie nad poziomem morza, skałki podzielono na dwie grupy – górną, południowo-zachodnią (część A na ryc. 2) oraz dolną, północno-wschodnią (część B na ryc. 2). Dwie wymienione strefy oddziela około 22-metrowy pas podmokłego terenu wolny od skałek.

Górne Paciorki. W części południowo-zachodniej znajdują się 3 skałki, których bryły są przysadziste, mają nieregularne i mocno zaokrąglone zarysy. Dwie z nich są położone po zachodniej stronie spłaszczenia, trzecia zaś leży 49 m na wschód od nich. Ta wschodnia skałka ma długość 24 m i wysokość 5 m. Skałkę rozcinają spękania

pionowe i zbliżone do pionu, reprezentujące kilka kierunków, spośród których w morfologii ścian skalnych szczególnie zaznaczają się kierunki o azymutach 295° oraz 10°. Pionowe nieciągłości przecinają skałkę na całej wysokości, rozdzielając ją na szereg bloków, oddzielonych od siebie strefami o szerokości 10-40 cm (fot. 1). Skałka zachodnia w planie jest zbliżona do kwadratu o długości boku 14,5 m. Wysokość skałki to 6,4 m i tym samym jest ona najwyższa w górnej części Paciorków. W górnej części skałki zalega duży blok, który opiera się na cokole skalnym na wąskiej podstawie, przypominając tym samym typ skałki chybotka (ang. *balanced rock*) (fot. 2). Morfologia skałki jest urozmaicona przez spękania, które nie tworzą tutaj



Fot. 2. Zachodnia skałka w górnej części Paciorków. Zdjęcie wykonane od strony wschodniej (fot. A. Michniewicz).

Phot. 2. Western tor within the upper part of the Paciorki. Photo taken from eastern side (photo A. Michniewicz).



Fot. 3. Północna skałka w górnej części Paciorków (fot. A. Michniewicz).

Phot. 3. Northern tor within the upper part of the Paciorki (photo A. Michniewicz).

regularnego układu. Nieciągłości pionowe nie są tak liczne jak w skałce wschodniej, a część spękań zapada pod kątem 60-70°. Bloki składające się na górną część są mocno zaokrąglone oraz nie posiadają ostrych i wyraźnych krawędzi. Po stronie zachodniej skałka opada pionową, prostą ścianą, która pokryta jest prawie w całości apłitem. Sama skałka wznosi się ponad zawalisko dużych bloków, które otaczają ją bezpośrednio od północy. Wielkość elementów skalnych w tym miejscu sięga 2,5-3 m długości. Trzeci ostaniec skalny górnych Paciorków położony jest 12 m na północ od skałki zachodniej. Jest on najniższy w całej grupie (3,6 m) i w planie ma kształt prostokąta, którego dłuższa oś ma kierunek 30°. Szerokość skałki wynosi 7,5 m, a jej długość to 16 m. Skałka

ma wyrównaną górną powierzchnię, która opada łagodnie w dół stoku. W morfologii skałki wyraźnie zaznaczają się spękania pokładowe o upadzie zgodnym z nachyleniem stoku, jak również zespół spękań zbliżonych do pionowych (fot. 3).

Skałki w południowo-zachodniej części Paciorków noszą także przejawy wietrzenia na powierzchni terenu. Na każdym z trzech ostańców zidentyfikowano kociołki wietrzeniowe – dwa kociołki na wschodniej skałce oraz po jednym na skałce po zachodniej i północnej stronie spłaszczenia. Wszystkie kociołki są zamknięte i posiadają średnicę nie większą niż 30 cm. Większe wymiary posiada duży kociołek wietrzeniowy znajdujący się na powierzchni skalnej punktu widokowego przy szlaku turystycznym.

Średnica kociołka wynosi 70 cm, a jego głębokość 14 cm.

Dolne Paciorki. Ostańce skalne w strefie północno-wschodniej Paciorków są położone od 13 do 30 m niżej niż skałki południowo-zachodnie. Oprócz tego, ich główną i wyróżniającą cechą jest większa wysokość względna i długość. W tej części, w planie, skałki tworzą uporządkowany układ o kształcie litery U, składający się z szeregu dziewięciu podłużnych i równoległych do siebie form skałkowych. Formy te sąsiadują ze sobą w różnych odległościach (od 10 do 30 m) i rozpościerają się na długości 150 m. Ostańce nie posiadają swoich indywidualnych nazw, toteż na potrzeby tego artykułu niektórym z nich zostały nadane numery, które widoczne są na mapie (ryc. 2). Dłuższe osie we wszystkich skałkach rozciągają się wzdłuż linii NNE-SSW (azymut 15-30°), który stanowi kierunek pionowych spękań przewodnich. Inne wyróżniające się w morfologii zespoły spękań pionowych przebiegają ukośnie (50-60°) i prostopadle WNW-ESE (105-115°) do kierunku spękań przewodnich.

Położona w skrajnie wschodniej części skałka nr 1 jest długa na 38 m. Forma ta jest asymetryczna względem swojej dłuższej osi, ponieważ po stronie zachodniej wysokość wynosi 5 m, zaś od wschodu opada ona stromo skalną powierzchnią o wysokości 15 m. Powierzchnia skałki 1 jest w dużym stopniu pokryta przez roślinność runa leśnego (głównie borówka) i w niewielu miejscach widoczne są w całości bloki skalne. Skałka nr 2 położona jest 14 m w kierunku zachodnim od skałki nr 1. Długość drugiej skałki wynosi 47 m, a wysokość maksymalna to 10,5 m. Składa się ona z dwóch ambon na jej północnym i południowym krańcu oraz jednej baszty, wystającej pośrodku muru skalnego na wysokość 10 m (fot. 4). Oprócz tego w obrębie tej skałki zinventaryzowano dwa tunele skalne, szczelinę oraz okap skalny. Pomiędzy skałkami nr 2 i 3 znajduje



Fot. 4. Baszta w obrębie skałki nr 2, dolne Paciorki. Zdjęcie wykonane z północnej części tej samej formy skałkowej (fot. K. Jancewicz).

Phot. 4. Rock tower within tor no. 2, lower Paciorki. Photo taken from northern side of the same rock form (photo K. Jancewicz).

się samotnie stojąca ambona skalna (fot. 5), na którą można wspiąć się od strony południowej. Wysokość tej formy wynosi 5,5 m. Kolejnym rozległym ostańcem skalnym jest skałka nr 3 o długości 52 m oraz o szerokości sięgającej miejscami 16 m. Skałka ta jest mocno urozmaicona na swojej górnej powierzchni i składa się z szeregu mniejszych form o różnej wysokości. W jej centralnej części znajduje się powierzchnia skalna, na którą prowadzi pole bloków rozciągające się po zachodniej stronie. W swojej północnej części skałka opada dwustopniowym progiem skalnym oraz pionową ścianą (wysokość 10,5 m), zaś w części południowej



Fot. 5. Izolowana ambona (czerwona strzałka) w dolnej części skałek; na prawo widoczny fragment skałki nr 3 (fot. K. Jancewicz).

Phot. 5. Isolated rock pulpit (red arrow) in the lower part of the group; on the right a fragment of tor no. 3 is visible (photo K. Jancewicz).

jest zakończona wysoką na 9 m basztą. Po zachodniej stronie skałki 3 znajdują się dwa progi utworzone przez nagromadzenia bloków. Wyżej położony próg osiąga długość 21 m i wysokość 1,5 m, dolny zaś znajduje się przy północnym krańcu skałki i wyznacza granicę pola bloków wypełniającego podłoże pomiędzy formami skałowymi.

Mury skalne o numerach 4-6 różnią się swoją rzeźbą od trzech poprzednich. Formy te są znacznie węższe i strzeliste a kształty ich bocznych ścian są bardziej wyrównane. Forma nr 4 (fot. 6) składa się z pionowego, wąskiego muru o wysokości około 7 m oraz baszty o wysokości 9,2 m, która oddzielona jest od pozostałej reszty szczeliną o orientacji 265°. W miejscu przecięcia się spękania pionowego o azymucie 100° oraz spękania pokładowego powstało okno skalne, znaj-

dujące się na wysokości 3,5 m. Po stronie zachodniej mur skalny nr 4 otacza rumosz bloków, których dłuższa oś mierzy 2-3,5 m. W bliskim sąsiedztwie rozciąga się mur skalny nr 5, którego długość wynosi 26 m, a wysokość 7,5 m (fot. 7). Jego zachodnią ścianę rozcina szczelina o szerokości maksymalnej 30 cm i kierunku 15°. Wzdłuż ściany poniżej szczeliny, znajduje się tunel skalny o wysokości 1,3 m i długości 1,5 m, z którego możliwe jest dojście do kolejnej formy skalnej. Jest to mur skalny nr 6 znajdujący się już całkowicie w obrębie świerkowego lasu, którego długość wynosi 27 m, a wysokość 8 m. Skałka ta, położona na stoku o nachyleniu około 20°, jest gęsto spękana przez cios pokładowy określany również jako pseudowarstwowanie (ang. *pseudobedding*). Nieciągłości przecinają skałkę co 20-30 cm,



Fot. 6. Dolne Paciorki, wąski mur skalny nr 4 (fot. M. Różycka).

Phot. 6. Narrow tor no. 4 in the lower part of the Paciorki (photo M. Różycka).

a ich upad jest zgodny z nachyleniem stoku. U podnóża północnej krawędzi skałki nr 6 znajduje się seria kilku skalnych płyt, które tworzą tu okap o wysokości 1,5 m i głębokości 1,6 m. Bardzo podobną morfologią cechuje się skałka o numerze 7 sięgająca wysokości 7 m, której bryła również jest całkowicie rozcięta przez pseudowarstwowanie. W jej pobliżu oraz 25 m na zachód od szlaku wyrasta mur skalny nr 8. Skałka ta ma również wyrównany i wrzecionowaty kształt, której całkowita długość wynosi 27 m, a wysokość 7 m. Rozcina ją szeroka strefa spękań o kierunku 148°, w której dodatkowo powstał tunel, którego strop stanowi blok skalny przykrywający skałkę w górnej części. Długość ścian tunelu wynosi 4,5 m, a wysokość 2,2 m (fot. 8).

W północno-wschodniej części Pacior-

ków zinwentaryzowano łącznie 28 kociołków wietrzeniowych, przy czym uwzględniano tylko wyraźnie pogłębione i rozwinięte formy. Kociołki posiadają bardzo zróżnicowaną morfologię, od okrągłych zamkniętych mis po zdegradowane półokrągłe formy. W grupie najmniejszych kociołków znajdują się formy o średnicy około 12-15 cm. Bardzo interesujący przykład na poziomej powierzchni skałki nr 1 stanowi kaskada trzech małych kociołków o podobnej wielkości, które są położone na różnych wysokościach (fot. 9A). Oprócz tego na skałce 1 zidentyfikowano największy kociołek wietrzeniowy. Jest to forma otwarta, o głębokości 53 cm i średnicy 65 cm (fot. 9B). Na powierzchni dużej skałki nr 3 oraz u jej podnóża zlokalizowano kociołki na przewróconych granitowych blokach. Kociołek znajdujący się na



Fot. 7. Skalka nr 5 w dolnej części Paciorków (fot. M. Różycka).

Phot. 7. Tor no. 5 in the lower part of the Paciorki (photo M. Różycka).



Fot. 8. Tunel przecinający mur skalny nr 8 (fot. M. Różycka).

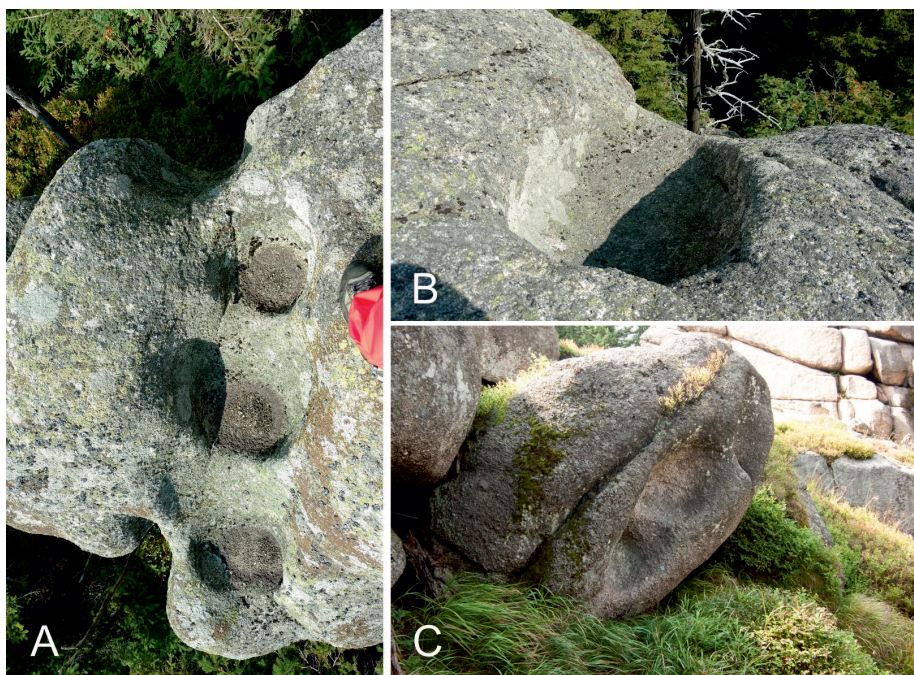
Phot. 8. Rock tunnel crossing tor no. 8 (photo M. Różycka).

przewróconym bloku na skałce ma głębokość 16 cm oraz posiada średnicę 40 cm. Na drugim bloku poniżej skałki znajduje się szereg trzech płytkich kociołków w inicjalnym stadium (fot. 9C).

Zróżnicowanie petrograficzne

Granit porfirowaty budujący Paciorki posiada interesujące i zróżnicowane cechy petrograficzne. W obrębie skałek odnotowano dwie żyły kwarcu, 5 intruzji aplitowych, 4 gniazda pegmatytu oraz szliry biotytowe. Jedna z żył kwarcu (szerokość

3 cm) występuje na najniższej (północnej) skałce w części górnej Paciorków. Druga żyła jest zlokalizowana w dolnej części grupy, pod okapem niewielkiej skałki znajdującej się pomiędzy formą nr 3 i murem nr 4. Szerokość żyły kwarcu w tym miejscu wynosi 12 cm. Intruzje aplitu (skały o bardzo drobnoziarnistej strukturze i jasnej barwie) występują w postaci zachowanych żył lub ich pozostałości. Największa żyła aplitu, o szerokości dochodzącej do 1 m, znajduje się w dolnej części Paciorków i przecina w poprzek skałkę nr 2. Aplit ten jest szczególnie widoczny na zachodniej ścianie, gdzie odsłania się w zagłębieniu skalnym, które jest gęsto porozcinane przez spękania



Fot. 9. Przykłady kociołków wietrzeniowych w dolnej części skałek: A – „kaskada” trzech kociołków na skałce 1, B – otwarty kociołek wietrzeniowy na skałce 1, C – 3 kociołki na przewróconym bloku skalnym (fot. A. Michniewicz, K. Jancewicz).

Phot. 9. Examples of weathering pits in the lower part of the group: A – “cascade” of 3 weathering pits in tor no. 1, B – open weathering pit in tor no. 1, C – 3 weathering pits in the tilted block (photos A. Michniewicz, K. Jancewicz).

pionowe, w odstępnie około 15 cm. Apliit występuje także często na fragmentach ścian skałek i bloków skalnych, jako pozostałości po większych strukturach (fot. 10). Pegmatyty, rozumiane jako skała gruboziarnista składająca się z takich samych minerałów jak granit (MIGOŃ 2012), występują na skałkach w różnych częściach grupy i składają się głównie z kryształów kwarcu i skalenia potasowego, przybierając zazwyczaj kształt elipsoidalnych gniazd o średnicy kilkunastu centymetrów (fot. 11) lub rozciągniętych, podłużnych struktur. Wiele z tych stanowisk znajduje się w zagłębieniach noszących ślady po eksploatacji. Szliry biotytowe to smużyste nagromadzenia ciemnych łysz-

czyków, które są widoczne w górnej części Paciorków i odsłaniają się na jednej ze ścian skałki zachodniej.

Dyskusja i wnioski

Skałki Paciorków wykazują między sobą zarówno podobieństwa, jak i różnice w morfologii oraz położeniu, przez co można było dokonać ich podziału na dwa mniejsze skupienia (górną i dolną strefę). Górne skupienie skałek składa się ze stosunkowo niskich i małych form. Cechują się one niezbyt regularną morfologią granitowych brył, zaokrąglonymi



Fot. 10. Fragmenty żyły apłitowej na jednym z bloków u podnóża zachodniej skałki w górnych Paciorkach (fot. A. Michniewicz).

Phot. 10. Fragments of aplite veins on one of the blocks at the base of western tor, upper Paciorki (photo A. Michniewicz).

krawędziami ścian skalnych i bloków oraz szerokimi szczelinami przecinającymi ostaniec na całej wysokości. Poszerzone szczeliny pionowe są często wypełnione materiałem organicznym. Dolne Paciorki to skałki o znacznych rozmiarach, o długości nawet 48 m oraz o wysokości większej o 4-6 m od wysokości skałek w górnej części. Ich zarys w planie jest silnie podyktowany orientacją spękań głównych, które nadały kierunek podłużnym skałkom i murom. W obrębie tych skalnych murów znajdują się wyższe fragmenty tworzące postać ambon i baszt skalnych, które w swoich górnych partiach są często bardziej zaokrąglone. Powierzchnie i ściany skalne są urozmaicone przez liczne kociołki wietrzeniowe, tunele oraz przez jedno okno skalne. Te pierwsze są represen-

towane przez formy o różnej wielkości, od niewielkich i płytkich zagłębień, po głębokie i zdegradowane misy.

Uwarunkowanie ogólnej morfologii form skalnych w Karkonoszach od trzech kierunków spękań (SQL) wyznaczonych przez CLOOSA (1925) podkreślił najpierw BERG (1927 za: CZERWIŃSKI 1985) a następnie JAHN (1962). Prawdopodobnie ta sprawdza się również dla Paciorków. Struktura i układ całej grupy są silnie uwarunkowane przez zespół spękań pionowych o kierunku NNE-SSW, wzdłuż których rozwinęły się równoległe formy skałkowe oraz podłużne strefy spękań, tworzące dzisiaj korytarze pomiędzy nimi. Zależność ta uwidacznia się szczególnie w dolnej części Paciorków. JAHN (1962) wspomina o Paciorkach w kontekście skałek, w których



Fot. 11. Pegmatyt z kryształami kwarcu i skałeni, górne Paciorki (fot. A. Michniewicz).

Phot. 11. Pegmatite with crystals of quartz and feldspar, upper Paciorki (photo A. Michniewicz).

rzeźbie zaznacza się wyraźnie cios ławicowy (pokładowy), którego upad wzrasta wraz z nachyleniem stoku. W istocie, kąt zapadania spękań pokładowych rośnie ze spadkiem, jednakże gęste pokładowe spękanie (pseudowarstwowanie) obserwuje się tylko w przypadku trzech skałek (nr 6, 7 i skałka północna w górnej części). Na pozostałych skałkach gęstość spękań pokładowych to 0,5-1,0 m.

Cechy petrograficzne masywu granitowego w tym obszarze są bardzo interesujące, jednak nie można przypisywać im istotnej roli w występowaniu i morfologii skałek. Wystąpienia aplitu w miejscach, gdzie osiągnęły znaczne szerokości (nawet kilkadziesiąt cm) cechują się gęsto spękaną strukturą, co powoduje miejscowe osłabie-

nie skały, a następnie powstawanie wyrw i szczelin w ścianach. Z kolei rola obecnych w ścianach skalnych zrostów minerałów o dużych kryształach, jest trudna do jednoznacznej interpretacji w kontekście ich udziału w kształtowaniu mikrorzeźby, ponieważ w przeszłości ich naturalny kształt został zmieniony przez człowieka w wyniku pozyskiwania minerałów.

Na uwagę zasługują także pokrywy wietrzeniowe w otoczeniu skałek. Zgodnie z teorią zaproponowaną przez LINTONA (1955) o dwuetapowym rozwoju skałek, którą JAHN zastosował na terenie Karkonoszy (1962), Paciorki rozwijały się pod powierzchnią terenu na drodze wietrzenia chemicznego, a następnie zostały odsłonięte poprzez usunięcie zwietrzliny z ich powierzchni i otoczenia. Mocno zaokrąglone krawędzie oraz pionowe szczeliny poszerzone szczególnie w górnych partiach skałek, wzdłuż których intensywniej zachodziło wietrzenie, przemawiają za wspomnianą teorią. Materiał pokrywający stoki składa się wyłącznie z bloków, nie występują tu raczej pokrywy blokowo-głazowe, a więc składające się z fragmentów skał o średnicy mniejszej niż 1 m. Gęste pokrywy blokowe wypełniają głównie obniżenia powierzchni stokowej pomiędzy kolejnymi murami skalnymi. Bloki skalne poza zasięgiem grupy skalnej występują sporadycznie. Duża ilość materiału skalnego wypełniającego przestrzenie pomiędzy skałkami może wskazywać, że są to pozostałości trzonów bryłowych tkwiących niegdyś w drobniejszym materiale zwietrzelinowym (OLLIER 2010) lub częściowo pochodzą one z rozpadu bocznych fragmentów form skałkowych. Dodatkową przesłanką przemawiającą za tą koncepcją jest blok skalny, na którego bocznej ścianie znajdują się 3 kociołki wietrzeniowe. Powierzchnia bloku, obecnie zalegającego u podnóża skałki, musiała niegdyś stanowić fragment górny poziomej powierzchni skałki.

Szereg przedstawionych powyżej infor-

macji sugeruje, że skałki w górnej i dolnej części Paciorków reprezentują różne etapy rozwoju i wyeksponowania form ostańcowych. Formy wietrzeniowe na skałkach górnego skupienia są nieliczne, zaś same kociołki to formy już rozwinięte, ale niezbyt pogłębione. Z kolei kociołki wietrzeniowe w dolnym zespole skałek pojawiają się zarówno na najwyższych częściach skał (np. ambony), jak również na niżej położonych półkach skalnych. Te pierwsze są często bardzo głębokie i niekiedy zdegradowane (otwarte), drugie zaś mają postać wręcz inicjalną. Przesłanki te mogą świadczyć o tym, że skałki w dolnej części były odslaniane stopniowo i zostały wyeksponowane wcześniej niż skałki górne. Dzięki temu powierzchnie skałek w dolnej części pozostawały wyeksponowane dłużej przez co w ich obrębie mogły wykształcić się głębokie i duże misy wietrzeniowe. Mając na uwadze wspomniane różnice morfologiczne można zaprezentować dwie koncepcje. Pierwsza z nich opiera się na tym, że dolne Paciorki, które znajdują się na wypukłym odcinku stoku o większym nachyleniu, miały lepsze warunki ku temu, aby zostać odslonięte we wcześniejszym etapie. Ta koncepcja byłaby zgodna z hipotezą JAHNA, który uważał, że proces eksponowania skałek w Karkonoszach zachodzi w górę stoku. Stosując założenie JAHNA oraz bazując na wynikach badań autorów, można przypuszczać, że skałki na krawędzi spłaszczenia nie zostały jeszcze w pełni wyeksponowane, a proces ich ekshumacji został spowolniony i zatrzymany przez zmiany środowiskowe – ocieplenie się klimatu u schyłku plejstocenu, ustabilizowanie pokryw stokowych i pojawienie roślinności. Druga z proponowanych koncepcji jest w istocie odwrotna. To, że obecnie skałki na spłaszczeniu stokowym są mniej okazałe może być wynikiem ich wcze-

śniejszego odslonięcia i dalszej degradacji już na powierzchni terenu, zaś dolne Paciorki to skałki „młodsze”, które były odslaniane dłużej i czas ich rozpadu na powierzchni był krótszy. Obydwa proponowane scenariusze rozwoju są wyłącznie założeniami, które oparto na wynikach obserwacji terenowych oraz pomiarów geomorfologicznych, takich jak różnice w wysokości i długości skałek, różnice w liczbie i rozmiarach kociołków wietrzeniowych, obecność pokryw blokowych, nachylenie stoku.

Podsumowanie

Paciorki są przykładem dużej granitowej grupy form skałkowych, składającej się z 14 skałek, które charakteryzują się dużym zróżnicowaniem morfologicznym i petrograficznym. Ze względu na cechy morfologiczne oraz położenie, grupę można było podzielić na dwa osobne skupienia skałkowe – pierwsze, leżące na spłaszczeniu stokowym, składające się z tylko trzech skałek o niewielkich rozmiarach oraz drugie na załomie stoku, gdzie rozciąga się seria podłużnych skałek o znaczniejszych wysokościach i silnie rozwiniętych formach wietrzeniowych. Wiodące znaczenie dla rozmieszczenia skałek wewnątrz grupy oraz dla kształtu największych form ma zespół spękań pionowych NNE-SSW, zaś drugorzędnie są to spękania poprzeczne, rozcinające mury skalne wzdłuż kierunku WNW-ESE. Wyjaśnienia dysproporcji w morfologii skałek należy upatrywać w ich odmiennej drodze rozwoju i czasie pozostawania w warunkach powierzchniowych, jednak aby zweryfikować te hipotezy należałoby przeprowadzić badania polegające na datowaniu powierzchni skalnych.

Podziękowania

Autorzycy składają podziękowania Milenii Różyckiej i prof. dr hab. Piotrowi Migonowi za pomoc w pracach terenowych oraz za dyskusję w trakcie tworzenia artykułu, jak również Recenzentom za cenne uwagi

do początkowej wersji tekstu. Badania były prowadzone w ramach projektu „Geomorfologiczne znaczenie form skalnych Sudeatów Zachodnich”, nr 2016/21/N/ST10/03256, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.

Literatura

- ALEKSANDROWSKI P., SŁABY E., SZUSZKIEWICZ A., GALBARCZYK-GĄSIOROWSKA L., MADEJ S., SZEŁĘG E. 2013. Budowa geologiczna. [W]: KNAPIK R. & RAJ A. (red.). Przyroda Karkonoskiego Parku Narodowego, Karkonoski Park Narodowy, Jelenia Góra: 7-46.
- BARTOŠIKOVÁ H. 1973. Morfológický významné vychozy Krkonošského zuloého masivu, Opera Corcontica 10: 71-91.
- BERG G. 1927. Zur Morphologie des Riesengebirges. Zeitschrift für Geomorphologie 2: 1-20.
- CHMAL H. 1974. Geneza i wiek kociołków wietrzeniowych na skałkach Karkonoszy. Acta Univ. Wratisl. 236, Prace Inst. Geogr., Seria A. Geografia Fizyczna 1: 39-58.
- CLOOS H. 1925. Tektonische Behandlung magmatischer Erscheinungen, I, Reisengebirge, Berlin.
- CZERWIŃSKI J. 1985. Główne rysy rzeźby i rozwój geomorfologiczny. [W]: JAHN A. (red.). Karkonosze polskie. Ossolineum, Wrocław: 53-76.
- JAHN A. 1962. Geneza skałek granitowych. Czasopismo Geograficzne 32(1): 19-44.
- LORENC M.W. 1994. Rola magm zasadowych w ewolucji intruzji granitoidowych (studium porównawcze wybranych masywów hercyńskich). Geologia Sudetica 28(1): 3-130.
- KASPRZAK M., TRACZYK A. 2013. Ukształtowanie powierzchni. [W]: KNAPIK R. & RAJ A. (red.). Przyroda Karkonoskiego Parku Narodowego, Karkonoski Park Narodowy, Jelenia Góra: 47-90.
- LINTON D. 1955. The problem of tors. Geographical Journal 121: 470-487.
- MICHNIEWICZ A., JANCEWICZ K., RÓŻYCKA M., MIGOŃ P. 2016. Rzeźba granitowego skalnego miasta Starościrskich Skał w Rudawach Janowickich (Sudety Zachodnie). Landform Analysis 31: 17-33.
- MIGOŃ P. 2005. Karkonosze - rozwój rzeźby terenu. [W]: MIERZEJEWSKI P. (red.), Karkonosze - Przyroda nieożywiona i człowiek, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego: 323-351.
- MIGOŃ P. 2012. Karkonosze – skały i krajobraz. Karkonoski Park Narodowy, Jelenia Góra, 100 s.
- OLLIER C. 2010. Very deep weathering and related landslides. Geological Society London Engineering Geology Special Publications 23(1): 5-14.

Morphology of the Paciorki tor group in the Karkonosze

Summary

Granite tors are very common landforms of the Karkonosze. Here we describe a large granite tor group – Paciorki, located in the central part of the Karkonosze, ca. 1060 m a.s.l. The objectives of the study included a geomorphic characteristics of the Paciorki and an analysis of the main factors affecting the tor morphology. The research was based on field mapping of the tor group and on joint measurements. The result is a detailed geomorphic map presenting the most important rock forms. The rock forms

were divided in two groups (upper and lower) in terms of their morphological and topographical features. The upper one consists of three small tors and the lower one includes a series of long and high rock forms. The general morphology analysis in relation to the joint system showed a significant impact of the vertical NNE-SSW joints.

Adres autorów:

*Institut Geografii i Rozwoju Regionalnego
Uniwersytet Wrocławski
pl. Uniwersytecki 1, 50-137 Wrocław
e-mail: aleksandra.michniewicz@uwr.edu.pl
kacper.jancewicz@uwr.edu.pl
joanna.stankowska@uwr.edu.pl
grzegorz.walusiak@uwr.edu.pl*