



Karkonoski  
Park Narodowy

# Granit – od magmy do kamienia w służbie człowieka

Piotr Migoń





# Granit – od magmy do kamienia w służbie człowieka

W granitowym świecie zachodnich Sudetów

---

Piotr Migoń



Karkonoski Park Narodowy  
Jelenia Góra 2012



„Granit – od magmy do kamienia w służbie człowieka”  
W granitowym świecie zachodnich Sudetów

© Karkonoski Park Narodowy, ul. Chalubińskiego 23, 58-570 Jelenia Góra

Tekst: Piotr Migoń

Ilustracje: wszystkie rysunki i fotografie autora, za wyjątkiem ryc. 4 (opracowanie Agnieszka Placek),  
5 (fot. Andrzej Paczos) i 64 (ze zbiorów Karkonoskiego Centrum Edukacji Ekologicznej KPN).

Fotografia na 1. stronie okładki: Granitowe rumowiska na Wielkim Szyszaku, na drugim planie  
krawędź Wielkiego Śnieżnego Kotła (fot. Piotr Migoń)

Fotografia na 2. stronie okładki: Wodospad Podgórznej w Przesiecu (fot. Piotr Migoń)

Fotografia na 4. stronie okładki: Skalka granitowa przy Drodze Chomontowej powyżej Borowic  
(fot. Piotr Migoń)

Skład i druk: „Dimograf”, Bielsko-Biała

ISBN 978-83-935532-2-8



Publikacja  
dofinansowana ze środków  
Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej  
we Wrocławiu

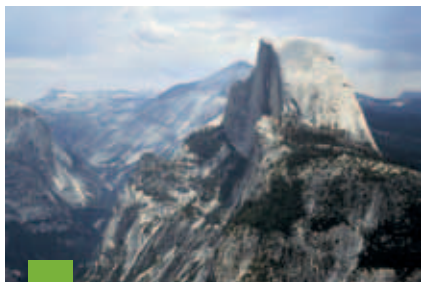




## Wstęp

Budulcem skorupy ziemskiej są skały, czyli zespoły minerałów powstające wskutek naturalnych procesów przyrodniczych. Specjaliści-geolodzy zajmujący się skałami, czyli petrologzy (od greckiego *petros* – skała), wyróżniają kilkadziesiąt podstawowych rodzajów skał i znacznie więcej odmian, różniących się między sobą udziałem poszczególnych minerałów lub wyglądem zewnętrznym. W tej ogromnej rodzinie skał miejsce szczególnie zajmuje **granit**, a to z kilku względów. Po pierwsze, należy do najpowszechniej występujących skał na Ziemi. Ocenia się, że obszary zbudowane z granitu zajmują około 15% powierzchni lądów. Po drugie, jako że granit powstaje głęboko pod powierzchnią ziemi, z krystalizacji płynnej, gorącej magmy, jest dla nas nieocenionym źródłem informacji o warunkach panujących na tych niedostępnych do bezpośredniej obserwacji głębokościach. Po trzecie, ze skałami granitowymi jest często związane osobliwie ukształtowana rzeźba terenu. Monumentalna połodowcowa dolina

Yosemite w Kalifornii (ryc. 1), dziesiątki skalnych kopuł wokół Rio de Janeiro czy samotna góra wyspowa Spitzkoppe na pustyni Namib w Afryce (ryc. 2) to tylko nieliczne przykłady granitowych krajobrazów. Po czwarte wreszcie, granit jest skałą na różne sposoby wykorzystywaną przez ludzi, będącą od wieków symbolem solidności i trwałości. W starożytnym Egipcie z granitu wykuwano obeliski, które mimo upływu kilku tysięcy lat nadal dumnie wystrzelują w niebo (ryc. 3). Z granitowych bloków budowano fundamenty gotyckich katedr i mury niewielkich, acz urokliwych wiejskich kościołków, stawiano mury obronne i wieże zamkowe, wznoszono pomniki wydarzeń i osób szczególnie zasłużonych. Do dzisiaj podziwiamy stan nawierzchni dróg i ulic, wyłożonych sto lat temu kostką granitową. Granitowe płyty powszechnie widzimy odwiedzając nasze cmentarze. Nic więc dziwnego, że granit należy także do najbardziej rozpoznawalnych i najłatwiej kojarzonych skał.



Ryc. 1. Dolina Yosemite w górach Sierra Nevada w Kalifornii została ukształtowana przez erozję lodowcową w masywie granitowym



Ryc. 2. Granitowa góra wyspowa Spitzkoppe na pustyni Namib ma ponad 600 m wysokości względnej



Ryc. 3. Granitowy obelisk egipski z XIII w. p.n.e. ustawiony na Piazza del Popolo w Rzymie

W Polsce skały granitowe odsłaniają się na powierzchni terenu w niewielu miejscach, przede wszystkim w Sudetach i na ich przedpolu – Przedgórzu Sudeckim. Do największych w tej części Polski należy masyw granitowy, obejmujący kilka regionów geograficznych: Karkonosze, część Gór Izerskich, Kotlinę Jeleniogórską i zachodnie stoki Rudaw Janowickich. Przez polskich geologów jest on nazywany **plutonem karkonoskim**. To z granitem właśnie jest w dużej mierze związane przyrodnicze i kulturowe bogactwo tego obszaru: bogata historia

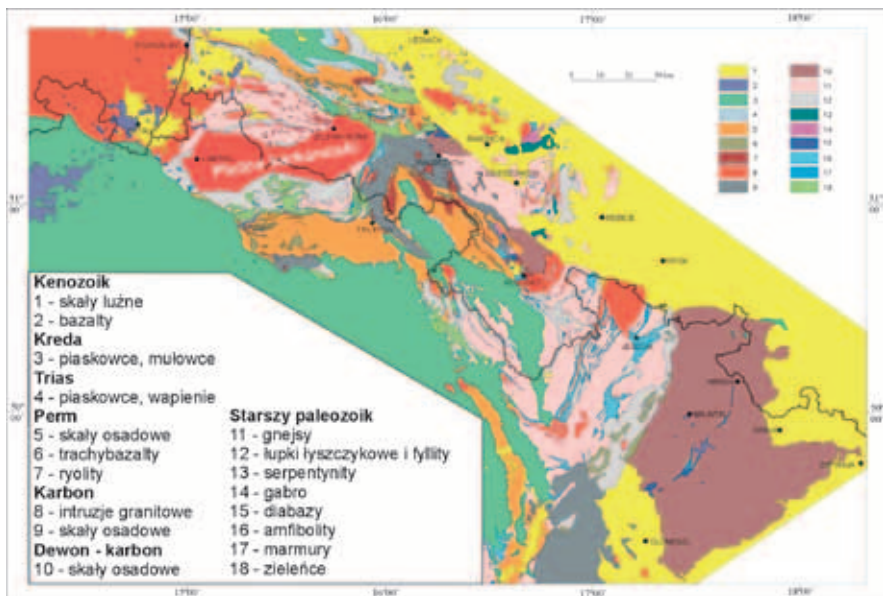
geologiczna, wyjątkowa różnorodność krajobrazów, osobliwe formy skałkowe, górnicza przeszłość sięgająca średniowiecza i wspaniałe romantyczne założenia parkowe wokół Jeleniej Góry. Zadaniem niniejszej publikacji jest przybliżenie tego bogactwa i różnorodności, a równocześnie odkrycie kart z dziejów Ziemi – wciąż mało znanych nie-specjalistom. Jej częścią jest też prezentacja – w formie wydzielonych fragmentów tekstu – blisko 20 miejsc w regionie, do których stosunkowo łatwo dotrzeć i dzięki którym można tę wyjątkową różnorodność zobaczyć na własne oczy.

Zapraszam zatem do wspólnego poznawania fascynującego świata granitu!

## SUDETY – ŚWIAT GRANITU, ALE NIE TYLKO

Sudety są regionem niezmiernie zróżnicowanym geologicznie. Gdy spojrzymy na mapę geologiczną ukazującą rodzaje i wiek skał występujących w Sudetach (ryc. 4), to zapewne będziemy pod wrażeniem bogactwa kolorów i mozaiki ich występowania. Geolodzy tworząc mapy geologiczne posługują się różnymi kolorami dla oznaczenia skał powstałych w różny sposób i w różnym czasie, tak więc im bardziej zróżnicowana kolorystycznie mapa, tym bardziej złożone były dzieje Ziemi. Jakie podstawowe informacje przekazuje nam mapa geologiczna Sudetów?

- pokazuje, że skalny zapis historii geologicznej regionu zaczyna się już w początkach ery paleozoicznej, ponad **500 milionów lat temu**. Do najstarszych skał sudeckich należą kambryjskie gnejsy i łupki łyszczykowe sprzed około 500 milionów lat, występujące we wschodnich Karkonoszach, między Karpaczem a Kowarami.
- ujawnia, że w Sudetach występują skały należące do wszystkich trzech głównych



Ryc. 4. Uproszczona mapa geologiczna Sudetów z zaznaczonymi kolorem czerwonym masami granitowymi (autorka: Agnieszka Placek)

typów: **magmowe**, czyli powstałe przez zastąpienie gorącej płynnej magmy w głębi skorupy ziemskiej bądź wulkanicznej lawy na powierzchni, **osadowe**, czyli powstałe przez stopniowy przyrost osadów znoszonych przez rzeki do obniżen terenu, opadających na dno morskie lub powstałych ze szczątków roślinnych i zwierzęcych oraz **metamorficzne**, powstałe z wcześniej istniejących skał, poddanych w głębi skorupy ziemskiej działaniu wysokich ciśnień i temperatur.

- pokazuje, że sudeckie skały metamorficzne i zdecydowana większość skał magmowych mają wiek ponad 300 milionów lat, karboński lub starszy. W okresach późniejszych w Sudetach powstawały głównie skały osadowe, wypełniające dwie wielkie niecki położone w ich środkowej i północno-

chodniej części, zwane odpowiednio srodsudecką i północnosudecką. Jest to bardzo ważne spostrzeżenie, pozwalające nam podzielić historię geologiczną Sudetów na **dwie główne etapy**. W starszym etapie tworzył się fundament geologicznej struktury Sudetów, a jego zwieńczeniem było powstanie rozległego łańcucha górskiego na przełomie dewonu i karbonu. Ruchy górotwórcze, które do tego doprowadziły, określamy jako **orogenezę hercyńską** (lub waryscyjską). W owym czasie obszar dzisiejszych Sudetów znajdował się na styku płyt litosfery, które zderzając się ze sobą spowodowały wypiętrzenie gór. W młodszym etapie ten stary łańcuch górski był niszczonej przez erozję, powstawała pokrywa osadowa, a niekiedy uaktywniały się wulkany.

## SUDETY – GÓRY STARE CZY MŁODE?

Często można spotkać się ze stwierdzeniem, że Sudety to góry „stare”. Przeciwstawiane są one Karpatom, przedstawianym jako góry „młode”. Powstanie w miejscu dzisiejszych Sudetów wysokiego łańcucha górskiego w odległej orogenezie hercyńskiej, ponad 300 mln lat temu, wydaje się być zgodne z takim rozróżnieniem. A jednak przedstawianie Sudetów jako gór „starych” jest niewłaściwe. Prawdą jest, że większość skał budujących Sudety ma znaczny wiek, liczony w setkach milionów lat. Jednak hercyński górotwór został później całkowicie zniszczony przez erozję i zrównany, a około 80 milionów lat temu niemal cały obszar dzisiejszych Sudetów był zalany przez morze. Górski krajobraz, który obserwujemy obecnie, powstał w trakcie ostatnich kilku, może kilkunastu milionów lat, wskutek pionowych ruchów na uskokach tektonicznych i z górami sprzed 300 mln lat nie ma nic wspólnego. Sudety jako góry są zatem równie „młode”, jak Karpaty.

Pluton karkonoski powstał w schyłkowym okresie orogenezy hercyńskiej, podobnie jak kilka innych dużych masywów granitowych w regionie. Są wśród nich znany z wysokiej jakości pozyskiwanego kamienia masyw Strzegom – Sobótka na Przedgórzu Sudeckim, granity okolic Strzelina, także od wieków cenione jako surowiec skalny, masyw Żulovej w czeskiej

części Przedgórza Sudeckiego oraz masyw kłodzko-złotostocki. Z geologicznego punktu widzenia wszystkie są jednakowo interesujące, natomiast nie ulega wątpliwości, że właśnie w masywie karkonosko-izerskim mamy do czynienia z największym zróżnicowaniem krajobrazowym i najbardziej intrygującymi formami rzeźby terenu.

## PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY SUDETÓW ZACHODNICH W JELENIEJ GÓRZE

Miejscem, gdzie możemy szybko i łatwo poznać najważniejsze cechy budowy geologicznej Sudetów Zachodnich jest park miejski w Jeleniej Górze. W 1902 roku powstał tam wyjątkowy obiekt – model odtwarzający budowę geologiczną regionu przy pomocy profilu poprowadzonego od Teplic nad Metują przez niekę śródsudecką po Śnieżkę, dalej głównym grzbieciem Karkonoszy po Szklarską Porębę, po czym przez Góry Izerskie, Pogórze Izerskie do Grodźca na Pogórzu Kaczawskim (ryc. 5). Został on wykonany w skali 1:5000 i ma 20 m długości. Oddaje on także zróżnicowanie rzeźby terenu i w najwyższym punkcie (Śnieżka) ma 60 cm wysokości. Do jego budowy zostały wykorzystane skały występujące w poszczególnych odcinkach przekroju, w przypadku występowania skał osadowych oddano także ich ułożenie. Model powstał z inicjatywy miejscowych działaczy Towarzystwa Karkonoskiego (*Riesengebirgsverein*), a inspirowało go z jednej strony lapidarium skał sudeckich znajdujące się w przy murach miejskich w Lwówku Śląskim (przetrwale zresztą do dzisiaj), z drugiej zamieszczony w naukowej publikacji profil geologiczny przez Sudety autorstwa wrocławskiego profesora geologii Georga Güricha.





Ryc. 5. Przekrój geologiczny Sudetów Zachodnich w parku miejskim w Jeleniej Górze (fot. Andrzej Paczos)

Model został zlokalizowany w taki sposób, że tło dla niego tworzyła panorama Karkonoszy, a więc środkowy odcinek profilu. Po II wojnie światowej usunięto niemieckie opisy skał i miejscowości, a profil został zaniedbany i niszczał. Miejsce utraciło także swoje walory widokowe wskutek zarośnięcia. Obiekt odnowiono dopiero w XXI w., na nowo opisano i opatrzone tablicami informacyjnymi na temat jego historii i przedstawianej treści geologicznej.

#### **Jak się tam dostać?**

Model znajduje się w południowo-zachodniej części parku miejskiego na Wzgórzu Kościuszki, powyżej ul. Adama Mickiewicza. Obok niego prowadzi żółty szlak turystyczny z Jeleniej Góry na Wzgórza Łomnickie i dalej na Pogórze Karkonoskie oraz ścieżka przyrodnicza. Poniżej, przy ul. Mickiewicza, znajduje się parking.

## JAK I KIEDY POWSTAWAŁ KARKONOSKI GRANIT?

### *Zasięg masywu granitowego*

Skały granitowe, które widzimy wokół Jeleniej Góry, Szklarskiej Poręby i na grzbiecie Karkonoszy, należą do dużej jednostki geologicznej określanej jako pluton karkonoski. Nazwa ta jest jednak nieco myląca, gdyż nie odzwierciedla faktycznego położenia masywu granitowego względem głównych regionów geograficznych w obrębie Sudetów (ryc. 6). W granicach Polski obejmuje on zdecydowaną część Karkonoszy i Kotlinę Jeleniogórską, także fragmenty Rudaw Janowickich i niewielki, południowy fragment Gór Izerskich,

natomiast w Czechach buduje niemal całe Góry Izerskie i sięga aż po podnóża pasma Ještědu koło Liberca.

W planie masyw granitowy ma zarys leżącej elipsy z wyraźnym przewężeniem w środku, mniej więcej na wysokości Harrachova i Jakuszyc. Niekiedy jego obrys jest też przyrównywany do motyla z rozpostartymi skrzydłami. Długość masywu w kierunku wschód-zachód to blisko 70 km, szerokość jest zróżnicowana i wynosi od 8 do 20 km.



Ryc. 6. Granice plutonu karkonoskiego na tle ukształtowania terenu Sudetów Zachodnich i położenia głównych jednostek geograficznych

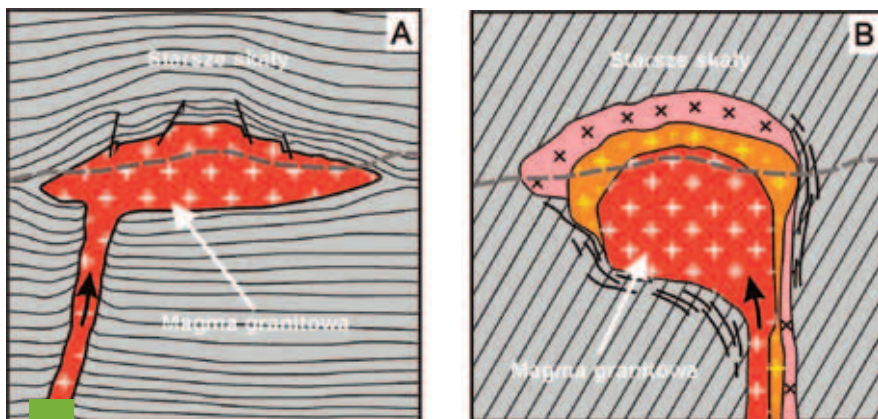
## CZY ŚNIEŻKA JEST ZBUDOWANA Z GRANITU?

Odpowiedź jest krótka i jednoznaczna – nie jest. Piramidę Śnieżki budują skały zwane hornfelsami, a granit występuje tylko u jej północnego i wschodniego podnóża. Tak więc okazuje się, że choć granit jest skałą twardą i wytrzymałą, to w Karkonoszach występują skały jeszcze twardsze. Powstanie hornfelsów jest zresztą nieodłącznie związane z powstaniem granitu. Sąsiedztwo gorącej magmy granitowej o temperaturze ponad 600-700°C nie mogło pozostać bez wpływu na starsze łupki łyszczykowe, w które magma wnikała. Zmianie uległa wewnętrzna struktura łupków, stały się one masywniejsze i zatraciły warstwową budowę, powstały w nich nowe minerały. Proces ten określamy jako metamorfizm kontaktowy, a jego efektem jest właśnie powstanie wzdłuż brzegów masywu granitowego pasa hornfelsów o szerokości kilkuset metrów. Z hornfelsów zbudowana jest nie tylko Śnieżka. Także na druga pod względem wysokości w Karkonoszach Luční hora oraz ostro zarysowany grzbiet Wysokiego Kamienia w Górach Izerskich są tworzone przez tę skałę, a granit występuje w pozycji obniżonej.

### Czym jest granit?

Granit jest jedną ze skał magmowych głębiny, czyli powstaje przez zastygnięcie magmy na dużej głębokości w skorupie ziemskiej – kilku lub kilkunastu kilometrów. Jak do tego dochodzi? Magma granitowa jest dość lekka i dla-

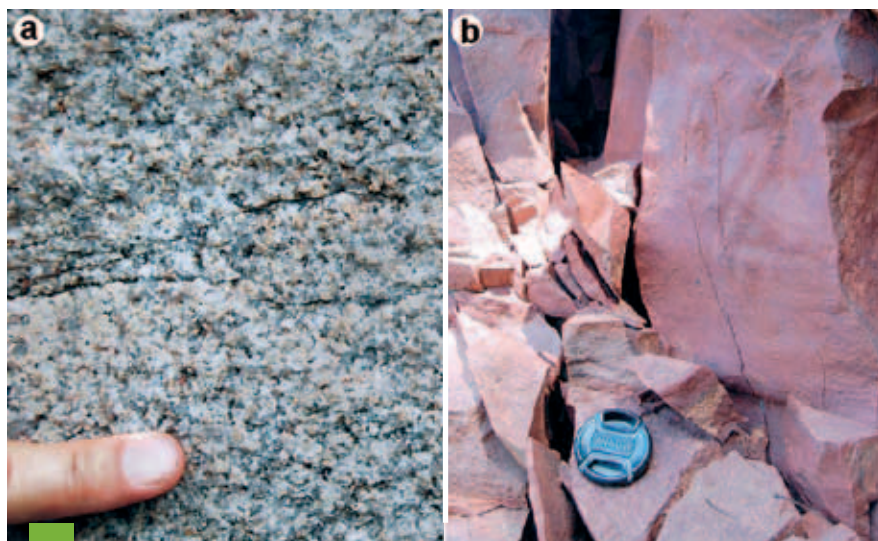
tego stosunkowo łatwo przemieszcza się w wyższe partie skorupy ziemskiej, położone bliżej powierzchni ziemi; wyższe, czyli także chłodniejsze (ryc. 7). Ten proces przemieszczania się magmy ku górze nosi nazwę **intruzji**.



Ryc. 7. Schemat ukazujący powstawanie masywu granitowego w obrębie starszych skał. Po lewej (A) prosta, jednorazowa intruzja, po prawej (B) intruzja wieloetapowa, podczas której ku górze migrowały kolejne porcje magmy. Pluton karkonoski, złożony z kilku odmian granitu, jest bliższy sytuacji B. Późniejsza erozja spowodowała odsłonięcie granitu na powierzchni (gruba linia przerywana)

Gdy temperatura płynnej magmy spadnie poniżej około 800°C, rozpoczyna się proces krystalizacji pierwiastków obecnych w magmie. Łączą się one w mieszaniny pierwiastków, z których powstają poszczególne minerały. Wcześniej krystalizują minerały ciemne, później jasne, kwarc jest zwykle ostatni. Proces krystalizacji odbywa

się długo i w stabilnych warunkach temperaturowych, dlatego poszczególne minerały są dobrze widoczne. Ta cecha skały – obecność wykrystalizowanych minerałów widocznych gołym okiem – odróżnia skały magmowe głębinowe od wylewnych. Określamy ją mianem struktury jawnokrystalicznej (ryc. 8).



Ryc. 8. Granit (po lewej – a) jest skałą jawnokrystaliczną. Jej wylewnym odpowiednikiem jest nyolit (po prawej – b), będący skałą skrytokrystaliczną

Czy każdy zbiór minerałów powstały przez zastygnięcie magmy w głębi skorupy ziemskiej nazywamy granitem? Zdecydowanie nie. Aby mówić o granicie, skała musi składać z pewnych tylko minerałów, dodatkowo występujących w określonych proporcjach. W skład granitu wchodzi cztery główne minerały: kwarc, skałen potasowy, skałenie sodowo-wapniowe, tak zwane plagioklasy, oraz łuszczyki, czyli mika. Wprawne oko geologa rozpozna te minerały bez trudu, ale przy odrobinie wysiłku dokona tego i nie-specjalista (ryc. 9). W granicie karkonoskim, szczególnie w jego gruboziarnistej odmianie, najłatwiej rozpoznać skałenie potasowe. Wyróżniają się one dużymi rozmiarami, nawet do 10 cm długości, oraz barwą kremową do różowej, miejscami nawet czerwoną. Jego powierzchnie łupliwości są gładkie. Drugim charakterystycznym minerałem jest biotyt, czyli ciemny łuszczyk, przybierający postać mieniających się w świetle cienkich blaszek. W wielu granitach występuje też jasny łuszczyk zwany muskowitem, ale w granicie karkonoskim prak-

tycznie nie występuje. Kryształy kwarcu mają barwę szarą i są na ogół niewielkie, choć w skałach żyłowych przecinających granity karkonoskie można spotkać też okazy o potężnych rozmiarach, do kilkunastu centymetrów długości i regularnym pokroju, mające dużą wartość kolekcjonerską. Najmniej charakterystyczne pod względem wyglądu są plagioklasy, ale to one często stanowią główny składnik granitu pod względem objętościowym. Ale nawet rozpoznanie czterech głównych minerałów nie oznacza jeszcze, że na pewno mamy do czynienia z granitem. Tylko skały o określonych proporcjach między minerałami nazywamy granitami: udział kwarcu musi być pomiędzy 20 a 60%, a skałeni między 10 a 65%. Aby skomplikować sprawę jeszcze bardziej, zauważmy że identyczny z granitem skład mineralny mają niektóre skały metamorficzne, na przykład gnejsy. Podobieństwo nie jest zresztą przypadkowe – wiele gnejsów (jak pamiętamy z poprzedniego rozdziału, gnejsy są skałami metamorficznymi) powstało przez przeobrażenie starszych granitów. Różna



Ryc. 9. Granit i minerały wchodzące w jego skład



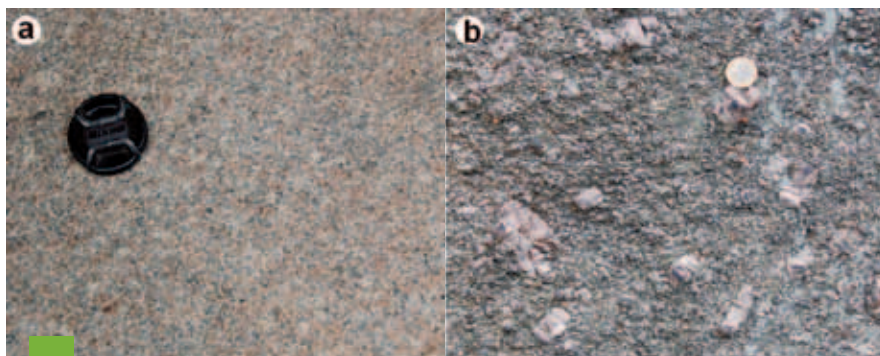
Ryc. 10. Typowy warstewkowy gnejs z doliny Jedlicy we wschodnich Karkonoszach

geneza granitów i gnejsów odzwierciedla się w ich wyglądzie. O ile granity ogólnie nie wykazują uporządkowania w rozmieszczeniu minerałów, to w gnejsach takie uporządkowanie można łatwo dostrzec (ryc. 10).

### **Granit granitowi nierówny**

Wiemy już, że granity mogą nieco różnić się od siebie składem mineralogicznym. Odbiciem tych różnic jest do pewnego stopnia barwa skały. Granity o dużej zawartości kwarcu i plagioklazów będą szare, większy udział skaleni potasowych nadaje barwę różową, podczas gdy znacząca zawartość biotyту sprawia, że granit jest ciemniejszy. Odwrotnie, mniej biotyту to jaśniejsza barwa granitu, w stronę jasnokremowej. Istotne znaczenie ma udział związków żelaza i ich stopień utlenienia. Granity wzbogacone w minerał hematyt mają zabarwienie czerwone. Granity karkonoskie są przeważnie szaro-różowe.

Inna cechą różnicującą granity między sobą jest wielkość tworzących minerałów, a granity karkonoskie doskonale to zróżnicowanie pokazują. W niektórych odmianach poszczególne kryształy są bardzo drobne i osiągają tylko 1-2 mm długości. O takich granitach mówimy, że są drobnziarniste. Ich przeciwieństwem są granity grubziarniste, w których długość kryształów dochodzi do 1 cm, a nierzadko jest większa. Pośrednią pozycję zajmują granity średnioziarniste. Spotkać można się także z określeniem **granit równoziarnisty**. Jak nazwa wskazuje, w tej odmianie różne minerały mają zbliżoną wielkość i żaden nie dominuje optycznie nad pozostałymi. Zupełnie inaczej jest w **granitach porfirowatych**, gdzie pojedyncze skalenie potasowe potrafią osiągać kilka centymetrów długości, podczas gdy pozostałe minerały nie przekraczają 1 cm (ryc. 11).



Ryc. 11. Granit równoziarnisty (a) i granit porfirowaty (b)

Granity odmiany porfirowatej spotkamy przede wszystkim w północno-wschodniej części masywu granitowego, a więc w Kotlinie Jeleniogórskiej, na stokach Rudaw Janowickich i na Pogórzu Karkonoskim. Granity równoziarniste występują na głównym grzbiecie Karkonoszy i jego stokach, budując między innymi kulminacje Szrenicy, Łabskiego Szczytu, Wielkiego Szyszaka, Śmielca i Małego Szyszaka. Także w Górach Izerskich ta odmiana przeważa.

Powyższe odmiany nie wyczerpują różnicowania obserwowanego w granitach plutonu karkonoskiego, ale odmienności mogą być już zbyt subtelne dla oka nie-specjalisty. Zainteresowany Czytelnik może sięgnąć do rozpraw naukowych poświęconych karkonoskim granitom, których wykaz przedstawiono na końcu książki.

## PIEC W RUDAWACH JANOWICKICH

Z różnorodnością odmian granitu budującego pluton karkonosko-izerski jest dobrze zapoznać się odwiedzając skałkę Piec. Jest ona jedną z kilkudziesięciu okazałych skałek w północnej części Rudaw Janowickich, dla geologów ma jednak znaczenie szczególne. Jest bowiem zbudowana z dwóch wyraźnie różniących się od siebie odmian granitu, które dodatkowo różnią się odpornością na wietrzenie, czego efektem jest bardzo charakterystyczny kształt skałki. Patrząc od południa (z drogi, którą prowadzi niebieski szlak turystyczny), Piec wydaje się być skałką mało efektowną, o wysokości zaledwie kilku metrów. Gdy jednak zejdziemy pod skałkę, to zobaczymy, że nad nami wznosi się potężny nawis o wysokości blisko 20 m, a dolna część ściany skalnej jest cofnięta (ryc. 12). Podstawa tego nawisu naśladuje przebieg granicy dwóch odmian granitu. Wyżej znajduje się masywny, gruboziarnisty granit porfirowaty, o rzadkiej sieci spękań. Tę samą odmianę zobaczymy na górnej powierzchni skałki. Dolną część skałki tworzy jaśniejszy granit drobno- i średnioziarnisty, zwany granofirowym. Nie znajdziemy w nim dużych skaleni potasowych, mniej jest też biotyty. Na granicy obu odmian, a także w obrębie granitu porfirowatego występują żyły aplitowe, które wnikały w pęknięcia powstające podczas stygnięcia magmy. Ich obecność pomogła w określeniu, który z dwóch oglądanych granitów jest starszy, a który młodszy. W tym przypadku młodszy jest znajdujący się niżej granit granofirowy, który wnikał w chłodną już, starszą odmianę granitu porfirowatego sam ulegał szybkiemu wychłodzeniu, pękał, a w te pęknięcia wnikały resztki magmy, które po zastygnięciu dały aplit.

## Jak się tam dostać?

Miejscowością położoną najbliżej Pieca są Janowice Wielkie. Najszybszym dojściem do skałki będzie wędrownka w górę doliny Janówki szlakiem żółtym, aż do skrzyżowania ze szlakiem niebieskim, którym w prawo dobrze utrzymaną drogą leśną. Po lewej mijamy imponujący mur Skalnego Mostu o wysokości około 30 m, a na zakręcie drogi po prawej stronie wznosi się Piec. W celu obejrzenia obu odmian granitu należy zejść pod skałkę, najlepiej omijając ją z prawej strony. Czas dojścia z Janowic Wielkich to około 1 g 15 minut. Oglądanie Pieca warto połączyć z odwiedzinami ruin zamku Bolczów (zob. s. 53) i skalnego miasta na Starościńskich Skałach.



Ryc. 12. Kontakt dwóch odmian granitu na skałce Piec w Rudawach Janowickich

## ***Od magmy do granitu czyli kiedy, jak i dlaczego powstał karkono-izerski masyw granitowy***

Odpowiedź na pytanie „jak powstał masyw granitowy?” jest pozornie prosta i po przeczytaniu wcześniejszych rozdziałów możemy jej łatwo udzielić: powstał przez zastygnięcie magmy. Geologom taka prosta odpowiedź jednak nie wystarczy. Zadają oni bowiem kolejne pytania:

- dlaczego masyw granitowy powstał w tym miejscu, a nie w innym?
  - dlaczego granit nie jest wszędzie jednako-  
wy, tylko spotykamy się z jego różnymi  
odmianami?
  - jak długo trwało zastygnięcie magmy?
- Do udzielenia właściwych odpowiedzi przydat-  
na jest jeszcze jedna informacja, a mianowicie  
o wieku granitu. Jak ją uzyskać?

Wiek skał można określić na dwa sposoby. Określając **wiek względny** stwierdzamy, czy badane przez nas skały są starsze czy młodsze od innych skał występujących w sąsiedztwie. Jeszcze trudniejsze i wymagające skomplikowanych analiz w specjalistycznych laboratoriach naukowych jest ustalenie **wieku bezwzględnego**, czyli podanie dokładnego wyznaczenia czasu w historii Ziemi, gdy dana skała powstawała. Co zatem wiemy o wieku względnym granitu karkonoskiego? Jest on na pewno młodszy od skał z nim sąsiadujących, o czym przekonują nas następujące obserwacje (ryc. 13). Po pierwsze, wzdłuż granicy masywu granitowego łupki metamorficzne zostały zmienione pod wpływem wysokiej temperatury w hornfelsy (wróć Czytelniku do opisu budowy geologicznej Śnieżki w ramce na s. 8), a więc musiały one istnieć, zanim wdarła się w nie granitowa magma. Po drugie, z trzonu granitowego masywu wybiegają żyły przecinające skały osłony i wnikające w nie. Z kolei interesujący fakt zauważono badając skały osadowe niecki śródsudeckiej okolic Lubawki i Kamiennej Góry. W warstwach zawierających pokłady węgla kamiennego, pochodzących z okresu w dziejach Ziemi zwanego karbonem (z łaciny *carbo* – węgiel), otoczków granitu nie ma, natomiast pojawiają się one w piaskowcach i zlepieńcach z kolejnego okresu geologicznego określanego jako perm.



Ryc. 13. Schemat ukazujący strefę metamorfizmu kontaktowego na granicy intruzji magmy granitowej i żyły granitu wchodzącej w skały osłony

Oznacza to, że granit karkonosko-izerski musi być starszy od permu, ale także, że w karbonie nie był on jeszcze odsłonięty na powierzchni. Pamiętajmy cały czas, że granit jest skałą magmową głębinową, powstającą wiele kilometrów pod powierzchnią terenu. Dopiero późniejsza erozja prowadzi do odsłonięcia granitu i wtedy zaczyna on dostarczać otoczków do pradawnych rzek. Z kolei obserwacja granic między granitem równoziarnistym a porfirowatym prowadziła do wniosku, że odmiana równoziarnista jest młodsza i zastąpiła w obrębie już uformowanego granitu porfirowatego. Wskazują na to między innymi obserwacje ze skałki Piec w Rudawach Janowickich, przedstawionej na s. 12.

A jaki jest wiek bezwzględny granitu karkonoskiego? Pomocne w jego określeniu jest zjawisko rozpadu promieniotwórczego pierwiastków, który dla różnych pierwiastków zachodzi w różnym, ale stałym tempie. Działanie metody bliżej wyjaśnia tekst w ramce, tu podamy od razu wyniki pomiarów. Okazuje się, że zastygnięcie granitu karkonoskiego miało miejsce w okresie około 330-310 milionów lat temu, był to więc proces rozciągnięty w czasie. Badania wieku bezwzględnego potwierdziły także, że granit porfirowaty jest starszy od równoziarnistego. Powstanie masywu granitowego karkonosko-izerskiego nie było zatem jednorazowym „aktem stworzenia”, ale długotrwałym i złożonym procesem, w ramach którego z głębszych partii skorupy ziemskiej przedostawały się kolejne porcje magmy, wnikając w już zastygły granit. Główna masa granitu powstała w pierwszym okresie tworzenia się masywu, w późniejszych fazach magma docierała przeważnie w postaci wąskich pni i kominów. Te młodsze, mniejsze porcje magmy, otoczone wychłodzonym już granitem, zastygały szybciej i zabrakło czasu do powstania dużych kryształów, typowych dla granitu porfirowatego.



Powstanie wielkiego (na skalę sudecką oczywiście) masywu granitowego w podanym okresie 330-310 milionów lat temu nie było przypadkiem. Mniej więcej w tym samym czasie powstały też inne masywy granitowe na dzisiejszym Przedgórzu Sudeckim, a nieco wcześniej miały miejsce znaczne deformacje struktury wcześniej istniejących skał. Wiemy też, że na obszarze dzisiejszych Sudetów na dużą skalę zachodziły wówczas procesy erozji, a zapadliśka i kotliny śródogórskie szybko wypełniały się

znośzonymi przez rzeki piaskami, żwirami i otoczkami. Wszystkie te wydarzenia i procesy były związane z ruchami górotwórczymi znanej nam już orogenezy hercyńskiej, które objęły całą dzisiejszą środkową Europę, w pasie od Masywu Centralnego na zachodzie po Sudety na wschodzie. Pluton karkonoski powstał w schyłkowej fazie tych ruchów górotwórczych, kiedy „korzenie” utworzonego łańcucha górskiego znalazły się na tak dużej głębokości, że uległy stopieniu i zamieniły się w płynną magmę.

## JAK OKREŚLAMY WIEK BEZWZGLĘDNY SKAŁY?

Ustalając wiek bezwzględny skał wykorzystujemy zjawisko rozpadu pierwiastków radioaktywnych. Zachodzi ono w stałym tempie i każdy pierwiastek ma swój specyficzny okres połowicznego rozpadu. Jedną z częściej stosowanych metod jest metoda potasowo-argonowa, stosowana między innymi do określania wieku granitu. Wśród składników granitowej magmy jest potas, występujący w dwóch postaciach izotopowych. Jeden z nich, izotop  $^{40}\text{K}$ , jest promieniotwórczy. Gdy magma zastyga, izotop ten wchodzi w skład powstających minerałów, po czym stopniowo rozpada się, a produktem rozpadu jest gaz szlachetny – argon, uwięziony w mikroskopijnych próżniach w skale. Mierząc zawartość argonu i znając czas połowicznego rozpadu potasu 40, możemy określić, ile milionów lat upłynęło od momentu powstania masywu granitowego.

## ŻYŁY, GNIAZDA, ENKLAWY, SZLIRY...

Wbrew pozorom, pluton karkonoski wcale nie jest monotony pod względem geologicznym. Oprócz kilku głównych odmian granitu omówionych w poprzednim rozdziale spotkamy w nim całe bogactwo skał wprawdzie powiązanych ze zjawiskiem zastygania magmy, niemniej wyglądających inaczej niż granit, a więc i inaczej nazywanych. Inny jest też ich sposób występowania, stąd tytułowe żyły, gniazda, enklawy i szliry. Przyjrzyjmy się tym skałom bliżej i zastanówmy się, jak one powstały.

W wielu miejscach naszą uwagę powinny zwrócić długie, ale wąskie pasy jasnej, kremowej skały przecinającej granit. Mają one szerokość od

kilku centymetrów do kilku metrów, mają gładkie zewnętrzne powierzchnie i często pękają w dość regularną kostkę (ryc. 14). W przeciwieństwie do granitu poszczególne minerały są bardzo drobne, niemal nie do rozróżnienia gołym okiem. Niekiedy skała sprawia wrażenie jednolitej masy, z okazjonalnie tylko pojawiającymi się większymi kwarcami, co wskazuje na bardzo szybką krystalizację. Ta skała to **aplit**, a jego głównymi składnikami są minerały o jasnej barwie: kwarc i skalenie potasowe. Biorąc pod uwagę sposób występowania aplitu, określamy go jako skalę żyłową, bądź mówimy krótko o **żyłach aplitowych**. Ponieważ aplity występują w obrębie granitu, to muszą być od niego młodsze. Jak powstały? Na-



Ryc. 14. Żyła aplitowa na Zbójeckich Skałach pod Chojnikiem

leżą one do skał tworzących się już po zastygnięciu większości magmy, a źródłem dla nich są resztki magmy, w skład której wchodzi substancje krystalizujące w najniższych temperaturach,

głównie krzemionka. Te gorące i lekkie roztwory wnikają w spękania powstałe podczas zastygania i w tych ograniczonych przestrzeniach dochodzi do szybkiej krystalizacji.

## TAJEMNICZA SZACHOWNICA

Aplity występują w Karkonoszach i Rudawach Janowickich w wielu miejscach i łatwo je rozpoznać w terenie. Szczególnie zachęcam jednak do zobaczenia Szachownicy – niepozornego bloku skalnego leżącego przy drodze z Podgórzyna do Borowic na Pogórze Karkonoskim (ryc. 15). Jest on zbudowany z gruboziarnistego granitu porfirowatego, pozostaje częściowo zagrzebany w zwietrzelinie i ma około 1,5 m długości i 1,3 m wysokości. Jego górną powierzchnię buduje fragment jasnej żyły aplitowej o grubości 5 cm, spękany w regularną kostkę przypominającą szachownicę, stąd nazwa. Poszczególne kostki mają rozmiary od 7 x 7 cm do 15 x 18 cm. W prawym dolnym rogu bloku kostek aplitowych nie ma i jest odsłonięta podścielająca powierzchnia granitowa z „negatywem” spękań aplitu w postaci lekko wypukłych rys. Według przedwojennych opisów opisywanemu blokowi skalnemu towarzyszył drugi większy, na którym widoczne były rysy tworzące wyraźny prostokątny wzór, interpretowane jako „negatyw” spękań aplitu. Blok ten został jednak usunięty w niewyjaśnionych okolicznościach.

### Jak się tam dostać?

Szachownica leży na poboczu drogi z Podgórzyna do Borowic, tuż za ostrym zakrętem w lewo, po lewej stronie (przeciwnej względem potoku Kacza). Może być trudna do zauważenia. Droga nie prowadzi żaden szlak turystyczny, dopiero nieco wyżej przecina ją czarny szlak z Sosnówki do Przesieki. Droga – fragment niedokończonej Drogi Sudeckiej na Przełęcz Karkonoską – jest wąska i pozbawiona poboczy, stąd parkowanie przy Szachownicy jest niewskazane. Drogą kursują autobusy komunikacji miejskiej do Borowic, ale nie ma w tym miejscu przystanku. Dojście z Podgórzyna Górnego lub Borowic zajmuje około 30-40 minut



Ryc. 15. Szachownica

Skal żyłowych w granitach karkonoskich spotkamy więcej. Szarą barwą cechują się **żyły kwarcowe**, zwykle o niewielkiej grubości kilku centymetrów lub nawet poniżej 1 cm. Są one częste w okolicach Szklarskiej Poręby. We wschodniej części masywu granitowej licznie występują żyły **mikrogranitu**. Jak nazwa wskazuje, ich skład jest tożsamy z granitem, natomiast wielkość minerałów jest rzędu 1-2 mm, a miejscami są one w ogóle trudne do rozróżnienia. Jedną z żył mikrogranitu biegnie od grzędy rozdzielającej kotły Małego Stawu i Wielkiego Stawu przez Polanę, w stronę Czoła i Grabowca na Pogórzu Karkonoskim i kontynuuje się w dnie Kotliny Jeleniogórskiej. Z mikrogranitu zbudowane są między innymi skałki na stokach Grabowca: Ostra, Mała i Patelnia (ryc. 16). Na Pogórzu i w Kotlinie towarzyszą jej inne żyły, równoległe w przebiegu, tak że mówi się o wiązce skal żyłowych. Jeszcze inna grupa skal żyłowych cechuje się ciemną barwą,



Ryc. 16. Ostra – jedna z kilku skałek mikrogranitowych pod Grabowcem na Pogórzu Karkonoskim

wskazującą na mniejszy udział kwarcu, a większy minerałów ciemnych: plagioklazów i amfiboli. Te z kolei są nazywane **lamprofirami**. Wyjątkową skalą występującą w plutonie karkonoskim jest **pegmatyt**. Ma skład zbliżony do poznanego już aplitu i składa się głównie z kwarcu i skaleni potasowych, ale występują w nim też inne minerały, w tym takie, które rzadko występują w przyrodzie. W przeciwieństwie do aplitów pegmatyty są bardzo gruboziarniste, a zróżnicowane ze sobą kryształy skaleni mają po kilka centymetrów długości (ryc. 17). Ponadto pegmatyt występuje nie tyle w postaci żył (choć także), co wyodrębnionych gniazd



Ryc. 17. Pegmatyt z Czerwonej Jamy w Szklarskiej Porębie

i soczew, od długości od kilku centymetrów do kilkunastu-kilkudziesięciu metrów. Pegmatyty spotkamy dość powszechnie w okolicach Szklarskiej Poręby, w środkowej części Pogórza Karkonoskiego i w Górach Sokolich. W przeszłości były eksploatowane na potrzeby przemysłu szklarskiego i ceramicznego, a do dziś pozostają w kręgu zainteresowań zbieraczy minerałów w związku z podwyższonymi koncentracjami różnych rzadkich pierwiastków, a więc i obecnością nie często spotykanych minerałów. Inną osobliwością granitu jest obecność elementów zbudowanych z bardzo drobnych, ciemnych kryształów, tworzących zwykle niewielkie soczewki o wyraźnych granicach (ryc. 18). Określa



Ryc. 18. Enklawa minerałów ciemnych w granicie porfirowatym na Witoszy w Kotlinie Jeleniogórskiej

się je jako **enklawy**, ale czym one są? Ciemna barwa oznacza, że w skład enklawy wchodzi niewiele kwarcu i skalenia potasowego, a dominują minerały ciemne, z dużym udziałem magnezu i żelaza. To z kolei prowadzi nas do wniosku, że magma z której powstała enklawa musiała mieć inny skład niż magma granitowa i została do niej domieszana.

Będąc w Karkonoszach nie sposób wreszcie przejść obojętnie obok zadziwiających smug ciemnych minerałów, głównie biotyту (ryc. 19). Są one nazywane **szlirami** i mówią nam bardzo wiele o warunkach zastygania magmy. Biotyt krystalizuje dość wcześnie i jako cięższy od otaczającej go płynnej magmy powoli opada niżej, szliry są więc przejawem różnicowania się granitu w trakcie krystalizacji. Z kolei spotykane w różnych miejscach sfałdowanie szlirów jest dowodem płynięcia magmy.



Ryc. 19. Szliry biotytowe na Pielgrzymach w Karkonoszach

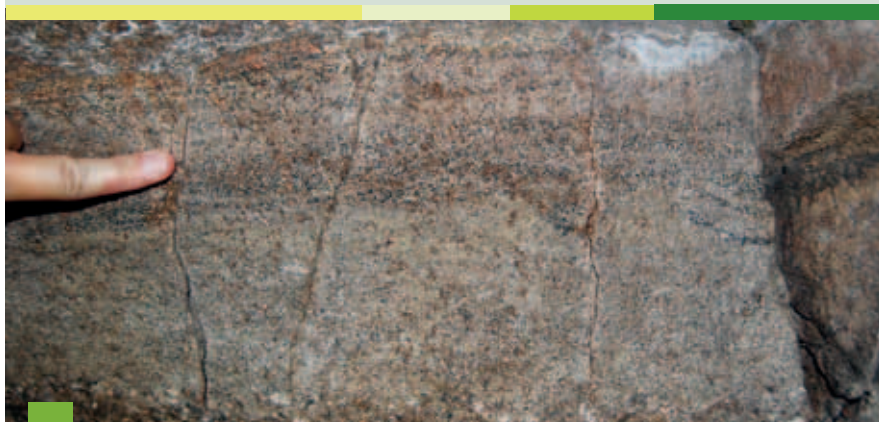
## PŁOSZCZAŃ

Jednym z miejsc na Pogórzu Karkonoskim, gdzie występują dobrze wykształcone szliry biotytowe jest Płoszczań (747 m), którego szeroka kopuła wznosi się w zachodniej części Pogórza, nad doliną Czarnej Płóczki. Płoszczań jest w ogóle bardzo interesujący geologicznie, a na skałkach na jego stokach odsłaniają się różne odmiany granitu. Dominuje granit gruboziarnisty w odmianie porfirowatej, ale w pobliżu wierzchołka występują odmiany równoziarniste, o średniej wielkości kryształów. Częste są żyły i gniazda pegmatytowe oraz szliry biotytowe. Linijne nagromadzenia biotyту są różnej grubości, od bardzo cienkich, poniżej 1 cm, do osiągających 3-4 cm grubości (ryc. 20). W wielu miejscach szliry nie są poziome, ale tworzą struktury faliste, co można tłumaczyć plastycznymi deformacjami magmy podczas jej zastygania, gdy nie była ona jeszcze całkowicie zestalona.

Będąc na Płoszczaniu warto też przyjrzeć się miejscowym skałkom. Nie zaliczają się one wprawdzie do najwyższych w Karkonoszach, ale wykazują duże bogactwo kształtów. Granity średnioziarniste w części szczytowej budują skałki kanciaste, przypominające pokrojem baszty i mury, niżej w granicie porfirowatym powszechniejsze są skałki o kształtach zaokrąglonych. Selektywne wietrzenie stworzyło urozmaiconą mikrorzeźbę ścian skalnych, a pod jedną ze skałek znajduje się znacznych rozmiarów schronisko podskalne o wysokości około 4 m. Na wielu formach skalnych są wyraźne struktury pseudowarstwowania, związane zapewne z odciążeniem masywu granitowego.

## Jak się tam dostać?

Płaszczań leży poza znakowanymi szlakami turystycznymi. Tylko u jego stóp biegnie niebieski szlak z Michałowic na główny grzbiet Karkonoszy. Chcąc dojść do skałek w partii szczytowej trzeba odbić od szlaku w prawo, korzystając z jednej z nieznakowanych ścieżek. Do Michałowic można dojechać miejską linią autobusową z Jeleniej Góry.



Ryc. 20. Szliry biotytowe na skałkach pod wierzchołkiem Płaszczańia

## GRANIT ZDROWY I CHORY

Odwiedzając Karkonosze i obszary przyległe, widząc wysokie formy skałkowe, pionowe urwiska kotłów polodowcowych i wielkie głazy w korytach potoków utwierdzamy się w przekonaniu, że granit jest jedną z najtrwalszych i najtwardszych skał występujących na powierzchni ziemi. Ale znów rzeczywistość okazuje się bardziej skomplikowana niż nasze wyobrażenia. Okazuje się bowiem, że są miejsca, gdzie ten wydawałoby się twardy jak stal granit możemy rozkruszyć posługując się tylko rękami! Jednym z nich jest Przełęczka pod Czołem w Karpaczu Górnym. Przy ostatnim przystanku autobusowym linii z Jeleniej Góry znajduje się odsłonięcie ukazujące granit odmiany porfirowatej w różnych stadiach rozpadu.

Widzimy w nim zarówno fragmenty masywne, zachowujące swoją zwięzłość i twardość, jak i takie, gdzie granit uległ daleko posuniętej

dezintegracji (ryc. 21) – tak znacznej, że bez większego problemu jesteśmy w stanie palcami wyodrębnić ze ściany odsłonięcia poszczególne minerały tworzące granit: szare kwarcy, różowe skalenie potasowe i ciemnobrunatne blaszki biotytu. Widzimy zatem, że w rozluźnionym granicie są obecne te same składniki, które budują twardą, „zdrową” skałę. Jak dochodzi do



Ryc. 21. Nierównomierne wietrzenie granitu w Karpaczu Górnym

takiego rozluźnienia? Odpowiedzialny jest za to proces określany jako **wietrzenie**. Pod tą nazwą kryją się fizyczne i chemiczne przemiany skał zachodzące przy powierzchni ziemi pod wpływem wody opadowej i podziemnej, zmian temperatury i rosnących na skałach roślin. Gdy przemiany te polegają tylko na rozluźnianiu skały i ostatecznie jej rozpadzie na mniejsze fragmenty, mówimy o **wietrzeniu fizycznym**, gdy towarzyszą im zmiany składu chemicznego, pewne minerały ulegają rozkładowi, a w ich miejsce tworzą się inne – mamy do czynienia z **wietrzeniem chemicznym**. W Karpaczu Górnym widzimy efekty głównie wietrzenia fizycznego, ale zmiany natury chemicznej są także dostrzegalne. Ich przejawem jest na przykład rdzawe zabarwienie rozluźnionego granitu,

które nadają uwalniane z minerałów pierwotnych związki żelaza. Głównym „sprawcą” utraty przez granit związości jest jednak niepozorny biotyt. W warunkach dużej wilgotności gruntu czasowo przyłącza on cząsteczkę wody (proces ten nosi nazwę hydratacji) i zwiększa swoją objętość, niejako „rozpychając się” w obrębie skały. Wielokrotne zmiany objętości biotytu powodują stopniowe rozluźnienie struktury całej skały. Rozpadający się granit nosi nazwę **zwietrzeliny**, a taki ziarnisty utwór, jaki występuje w Karpaczu Górnym, bywa określany jako „kasza granitowa”. Oczywiście, nie jest to jedyne miejsce w masywie karkonosko-izerskim, gdzie z tego rodzaju zwietrzelinami granitu można się spotkać. Dwóm z nich – w Krzaczyźnie i Miłkowie – poświęcam dłuższy opis.

## ZWIETRZELINY GRANITOWE W KRZACZYŹNIE

W odsłonięciu zwietrzelin granitu w dawnej zwirowni powyżej zabudowań Krzaczyzny u podnóża Kowarskiego Grzbietu we wschodnich Karkonoszach możemy przekonać się, do jak dużych głębokości może sięgnąć proces dezintegracji skały wskutek działania procesów wietrzeniowych. Całkowita grubość zwietrzeliny, odsłoniętej na kilku poziomach, wynosi około 15 m, a ponieważ nie widzimy przejścia do twardej skały, to w rzeczywistości jest ona jeszcze większa. W Krzaczyźnie występuje granit w odmianie porfirowatej i jest on względnie równomiernie zwietrzały (ryc. 22). Przyglądając się zwietrzelinie dokładniej przekonamy się, że zmiany mineralogiczne w granicie są niewielkie. Gółym okiem można zidentyfikować wszystkie pierwotne minerały tworzące granit, choć na biotycie i plagioklazach widać ślady inicjalnego wietrzenia, w postaci m.in. obwódok żelazistych. Wskazuje to na przewagę wietrzenia mechanicznego nad chemicznym. Przyczyna tak dużej grubości partii zwietrzałych nie jest jasna. Zapewne składają się na to dwa czynniki: położenie stanowiska u podnóża stoku, a więc w miejscu z jednej strony mniej narażonym na erozję, z drugiej zbierającym wodę z wyższych odcinków stoku, a także predyspozycja tektoniczna. Kowarski Grzbiet został podniesiony w stosunku do dna Kotliny Jeleniogórskiej wzdłuż uskoku, które przebiegają właśnie na linii Karpacz – Krzaczyzna – Kowary. Przesunięcia mas skalnych powodują powstanie dodatkowych pęknięć w skałe, a to z kolei bardzo ułatwia wietrzenie. Wartość odsłonięcia w Krzaczyźnie podnosi obecność grubej na około 1 m żyły apłitowej,



Ryc. 22. Zwietrzeliny granitu w Krzaczyźnie, z widoczną żyłą apłitu przecinającą granit

przecinającej granit. Aplit jest splekany, ale nie uległ dezintegracji w takim stopniu jak granit, który może być rozkruszony ręką. W ten sposób odsłonięcie doskonale ukazuje mechanizm i skutki selektywnego wietrzenia granitu i przecinających go skał żyłowych.

### Jak się tam dostać?

Wyrobisko jest położone na wysokości około 550 m n.p.m., przy drodze będącej przedłużeniem asfaltowej drogi biegnącej przez osiedle. Nie prowadzi nią żaden znakowany szlak turystyczny, ale niżej przez osiedle biegnie szlak zielony z Karpacza do Kowar. Dojście od szlaku do dawnej żwirowni zajmuje około 5 minut. Obiekt jest swobodnie dostępny. Do Krzaczyzny można dojechać komunikacją publiczną (trasa Jelenia Góra – Kowary – Karpacz).

Wietrzenie prowadzi do rozpadu skały na różne sposoby. Na głównym grzbiecie Karkonoszy możemy obserwować efekty działania innego mechanizmu wietrzenia. Szczytowe partie Szrenicy, Łabskiego Szczytu czy Wielkiego Szyszaka są pokryte potężnymi rumowiskami złożonymi z bloków osiągających nawet 3 m długości (ryc. 23). Poszczególne bloki są zbudowane z takiego samego granitu, jaki zobaczymy na ścianach kotłów polodowcowych czy w obrębie sąsiednich skałek, tak więc mamy niewątpliwie do czynienia z wietrzeniem fizycznym. Jakie siły

doprowadziły do rozpadu twardego granitu? Odpowiedzialne za ten stan rzeczy są niskie temperatury, spadające poniżej 0°C. W takich warunkach woda krążąca w szczelinach skalnych przy powierzchni zaczyna zamarzać i tworzy się soczewka lodu. Przyciąga ona wodę obecną jeszcze w skale, krążącą głębiej, która także zamarza, a soczewka lodu powiększa się i rozsada skałę. Pamiętajmy przy tym, że już samo przejście wody w lód jest związane ze wzrostem objętości o kilka procent. Opisany mechanizm nosi nazwę **wietrzenia mrozowego**.



Ryc. 23. Rumowiska granitowe na Wielkim Szyszaku są wynikiem mechanicznego rozpadu skały



## OD GRANITU DO KAOLINU

Zwierzelina ziarnista to nie jedyny produkt wietrzenia granitu o charakterze ciągłej pokrywy. Duże podobieństwo do świeżego granitu sprawia, że jej powstawanie możemy uznać za wstępny etap głębokiego wietrzenia skały. Dalsze przemiany chemiczne powodują całkowity rozkład skaleni, w miejsce których tworzą się tzw. minerały wtórne, między innymi kaolinit, należący do grupy minerałów ilastych. Z pierwotnych składników granitu pozostaje wówczas głównie kwarc. Kaolinit ma kolor biały lub jasnoszary, stąd zwierzeliny bogate w ten minerał wyróżniają się bardzo jasną barwą. Są one nazywane kaolinami i powszechnie występują w obszarach o klimacie ciepłym i wilgotnym, sprzyjającym wietrzeniu chemicznemu, na przykład na sawannach afrykańskich. Kaoliny są od kilkuset lat cennym źródłem surowca dla przemysłu ceramicznego i chemicznego. W masywie karkonosko-izerskim kaolinów nie ma, ale występują one na Przedgórzu Sudeckim, gdzie były pozyskiwane między innymi do produkcji porcelany.

W pewnym zakresie działa ono i dzisiaj, ale było szczególnie intensywne podczas tak zwanej epoki lodowej, czyli plejstocenu, który rozpoczął się około 2,5 miliona lat temu, a zakończył około 10 tysięcy lat temu. W tym okresie w dziejach Ziemi, a zwłaszcza podczas ostatniego miliona lat, Karkonosze niejednokrotnie stawały się arktyczną pustynią, a wystawione na działanie silnych mrozów skały stopniowo pękały.

## POPEKANE GRANITY I CO Z TEGO WYNIKA

Skały odsłaniające się na powierzchni ziemi mają pewną cechę wspólną – są pocięte licznymi i różnokierunkowymi pęknięciami. W granitach karkonosko-izerskich obecność pęknięć – fachowo określanymi jako **spękania** – jest szczególnie dobrze widoczna (ryc. 24). W wielu miejscach zadziwiają nas one swoją regularnością, a skała wydaje się być złożona z idealnie dopasowanych do siebie, kanciastych bloków o sześciennym pokroju. Bloki te są wydzielone przez trzy kierunki spękań: dwa pionowe i jeden zbliżony do poziomego. Układ ten powtarza się w tak wielu miejscach, że został uznany za charakterystyczny dla całego masywu i nazwany ciosem prostokątnym lub kwadro-



Ryc. 24. Regularny prostokątny system spękań w granicie – Szwedzkie Skały w Karkonoszach

wym. Obecność ciosu korzystnie wpływa na możliwości pozyskiwania granitu w kamieniołomach, gdyż oznacza, że wzdłuż pewnych przewidywalnych kierunków skała stosunkowo łatwo dzieli się.

## WIELKI ŚNIEŻNY KOCIOŁ

Wielki Śnieżny Kocioł jest najdoskonalszym w Karkonoszach przykładem rzeźby polodowcowej, którą kształtowały lodowce górskie w plejstocenie, ale my przyjrzymy się mu pod nieco innym kątem. Ściany kotła są znakomitym naturalnym odsłonięciem spękanych granitów, a przy tym im rzeźba pokazuje, jak przemożny wpływ na wygląd powierzchni terenu mają właśnie spękania (ryc. 25). Regularność systemu spękań jest rzeczywiście uderzająca. Obecne są tu dwa pionowe, prostopadłe do siebie zespoły spękań: jeden o ogólnym kierunku NE-SW i drugi o kierunku NW-SE. Odległość między spękaniem jest zróżnicowana. Tam, gdzie są one stosunkowo daleko od siebie (co 1-2 m), ściany skalne są zwarte i masywne. Natomiast tam, gdzie spękania są zagęszczone, rozwinęły się głębokie żleby i rozpadliny, których w obrębie ścian kotła jest kilkanaście. W niektórych miejscach granit jest tak gęsto potrzaskany, że sypie się w rękach, a miejsce wąskiego żlebu zajmuje szeroka, wieloramienna rynna. Taką rynną jest Żleb Kryształowy po zachodniej stronie kotła (ryc. 26). Oprócz spękań pionowych na ścianach kotła dostrzeżemy spękania poziome, a także nachylone, mniej więcej równoległe do nachylenia powierzchni stołu. Te ostatnie są związane z odciążeniem masywu skalnego, czyli usunięciem skał leżących wyżej przez erozję. Wówczas uprzednio „ściśnięta” skała się rozpręża, ale ponieważ jest ciałem sztywnym, które praktycznie nie zmienia objętości, jedyną możliwą reakcją jest pęknięcie. W przypadku kotłów polodowcowych powstawanie takich spękań jest szczególnie efektywne, gdyż w kategoriach czasu geologicznego powstanie głębokiego kotła (a więc znaczny ubytek masy granitu) było niezwykle szybkie.



Ryc. 25. Różnokierunkowe spękania na ścianach Wielkiego Śnieżnego Kocioła

## Jak się tam dostać?

Systemy spękań w granitach Wielkiego Śnieżnego Kotła i żleby rozcinające ściany skalne najlepiej oglądać z platform widokowych zlokalizowanych na górnej krawędzi kotła. Leżą one przy szlaku czerwonym prowadzącym głównym grzbietem Karkonoszy. Dno kotła leży w strefie ochrony ścisłej i jest wyłączone z ruchu turystycznego. Wyjście nad Wielki Śnieżny Kocioł jest poważną całodzienną wyprawą, która powinna być podejmowana tylko w dobrych warunkach pogodowych. Czas wędrowki można wydatnie skrócić korzystając z wyciągu krzeselkowego ze Szklarskiej Poręby na Szrenicę, niemniej ze Szrenicy jest jeszcze około półtorej godziny marszu.



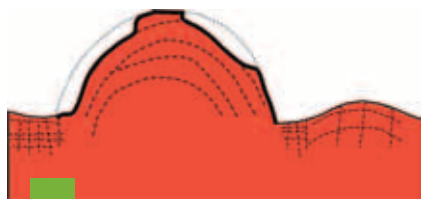
Ryc. 26. Żleb Kryształowy powstał w strefie znacznego zagęszczenia spękań w granicie

Nie wszędzie jednak układ spękań jest tak regularny. Na wielu skałkach, zwłaszcza na głównym grzbiecie Karkonoszy i jego północnym stoku, zauważymy że spękania poziome wykazują bardzo dużą gęstość (ryc. 27). Wygląd



Ryc. 27. Gęsty cios pokładowy zwany pseudo-warstwowaniem na skalce na stokach Suchej Góry powyżej Przesieki

nasuwa skojarzenia z położonymi na sobie warstwa po warstwie płytami, jednak o warstwowaniu w takich przypadkach nie mówimy. Warstwowanie to cecha skał osadowych, powstających przez stopniowe odkładanie się kolejnych warstw, a granit jest – jak pamiętamy – skałą o zupełnie innym pochodzeniu: magmową głębinową. Jeszcze inny układ spękań występuje na niektórych wzgórzach na Pogórzu Karkonoskim i w Kotlinie Jeleniogórskiej. Zamiast ciosu prostokątnego widzimy masywne kopuły, tworzone przez grube koncentryczne łuski oddzielone od siebie spękaniami zakrzywionymi, zwiększającymi nachylenie ku dołowi (ryc. 28, 29).



Ryc. 28. Schemat ukazujący system spękań w obrębie kopułowego wzgórza granitowego



Ryc. 29. Zakrzywione powierzchnie spękań na stokach Witoszy w Kotlinie Jeleniogórskiej

Obserwując spękania warto także zauważyć, że ich gęstość nie jest stała. Obok siebie potrafią występować partie rzadko spękane, gdzie sąsiednie pęknięcia są oddalone o 2 m i więcej oraz takie, gdzie między kolejnymi spękaniem jest zaledwie 20-30 cm. To zróżnicowanie gęstości spękań ma zasadnicze znaczenie dla kształtowania się rzeźby terenu. Wiemy już, że przy powierzchni ziemi skały ulegają rozluźnieniu i rozkładowi wskutek wietrzenia, a twarde granit zamienia się stopniowo w mało zwięzłą zwietrzelinę. Wietrzenie jest tym intensywniejsze, im więcej wody wnika w skałę, gdyż to ona jest swoistym motorem napędzającym ten proces, zarówno w sposób fizyczny, jak i chemiczny. Ponieważ gęściej spękane partie skały są w stanie przyjąć i zmagazynować więcej wody, to one będą szybciej zmieniać się w zwietrzelinę. Grubość przypowierzchniowej warstwy zwietrzałego granitu jest zatem niejednakowa, większa w miejscach zagęszczenia spękań. Postęp wietrzenia przede wszystkim wzdłuż spękań prowadzi także do tego, że obok

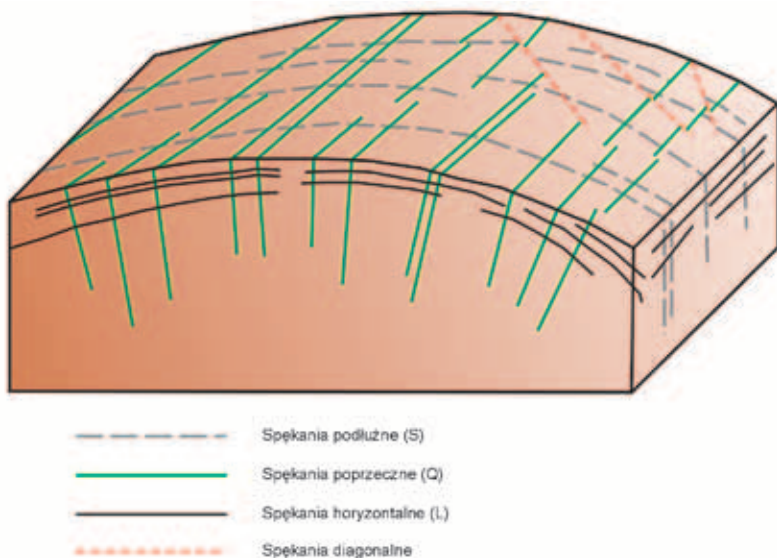
siebie może występować znacznie już rozluźniona skała i praktycznie świeży, „zdrowy” trzon granitowy (ryc. 30). Przykładów takiego nierównomiernego postępu wietrzenia dostarcza między innymi doskonale odsłonięcie geologiczne w Miłkowie (opisane bliżej na s. 43).



Ryc. 30. Trzony brytowe w zwietrzelinie granitowej w Miłkowie

## JAK I DLACZEGO POWSTAJĄ SPĘKANIA

Warto wiedzieć, że to właśnie w granitowych masywach sudeckich, w tym w Karkonoszach, rodziła się naukowa teoria powstawania spękań w zastygającej magmie. Jej twórcą był niemiecki geolog pracujący na Śląsku w 1. połowie XX w. – Hans Cloos. To on zauważył, że zwykle mamy do czynienia z trzema kierunkami spękań, wzajemnie prostopadłymi do siebie, jest to więc układ powtarzalny i musi mieć głębsze znaczenie. Przypisał on poszczególnym spękaniami oznaczenia literowe S, Q i L (ryc. 31) stosowane do dzisiaj oraz powiązał powstawanie spękań z zastyganiem magmy i ochładzaniem granitu, a także z naciskami wywieranymi na masyw granitowy przez skały otoczenia. Granitowa magma zastyga w temperaturze 600-700°C, a skała dalej wychładzając się zmniejsza swoją objętość. Ponieważ nie zmienia się przy tym gęstość, to muszą pojawić się pęknięcia. Część z nich jest widoczna tylko w postaci śladu na powierzchni, inne otwierają się na kilka centymetrów stwarzając przestrzeń, w którą wnikają resztki magmy, zastygające później w formie żył aplitu i kwarcu. Inne powstają wskutek naprężeń wywołanych stałymi przemieszczeniami skorupy ziemskiej, a jeszcze inne są związane z odciążeniem górotworu. Łatwo dostrzec to ostatnie zjawisko w kamieniołomach, gdzie na płytszych poziomach eksploatacyjnych zagęszczenie widocznych spękań jest niemal zawsze większe niż na poziomach głębszych. W głębi ziemi skały są „ściśnięte” pod ciężarem partii leżących wyżej. Przy powierzchni nacisk od góry już nie działa, więc górotwór ulega rozprężeniu. Ale, jak już stwierdziliśmy, gęstość skał nie zmienia się (obrazowo mówiąc, skała nie jest gumą, którą można rozciągać), więc jedyną możliwą reakcją jest pęknięcie. Takie przypowierzchniowe spękania, często równoległe do powierzchni terenu, nazywamy spękaniami odciążeniowymi.



Ryc. 31. Schemat ukazujący wzór spękań w masywie granitowym

## GRANITOWE KRAJOBRAZY SUDETÓW ZACHODNICH

Wiemy już, że granit jest skałą o różnych obliczach, a jego odmian i rodzajów wyróżniono w masywie karkonosko-izerskim sporo. Podobnie niezmiernie zróżnicowane jest ukształtowanie terenu, inaczej określane jako rzeźba terenu. Jej powstanie i przemiany są przedmiotem badań wyspecjalizowanej dziedziny w ramach nauk o Ziemi – **geomorfologii**.

Gdy spojrzymy na model rzeźby terenu środkowej części zachodnich Sudetów – a w tym celu musimy wrócić do ryc. 6 na s. 8, krajobrazowa różnorodność w granicach masywu granitowego ujawnia się w całej okazałości. Przede wszystkim zwróćmy uwagę, jak znacznie różnicuje się rzeźba pod względem wysokościowym. W Karkonoszach granit sięga wysokości 1509 m n.p.m. na Wielkim Szyszaku, w Górach Izerskich wznosi się do 1122 m n.p.m. na Jizerze, w Rudawach Janowickich Skalnik osiąga 945 m n.p.m., podczas w Kotlinie Jeleniogórskiej granitowe pagóry na

ogół mają tylko 400-450 m n.p.m., a najniższy punkt w kotlinie leży zaledwie na wysokości nieco ponad 300 m n.p.m. Co spowodowało tak znaczne różnice wysokości w obrębie jednej jednostki geologicznej, którą jest pluton karkonoski? Spójrzmy na model terenu ponownie. Zauważymy, że w Sudetach Zachodnich są powszechne proste w przebiegu progi oddzielające obszary położone na różnych wysokościach. Jeden z takich progów biegnie w poprzek masywu granitowego między Piechowicami i Miłkowem, tworząc naturalną granicę między Karkonoszami na południu (a dokładniej ich częścią – Pogórzem Karkonoskim) a Kotliną Jeleniogórską na północy. Inny tworzy północne obramowanie Gór Izerskich po stronie czeskiej. Te progi, a także wiele mniejszych, zawdzięczają swoje powstanie pionowym przesunięciom w skorupie ziemskiej. Płaszczyzny, wzdłuż których te przesunięcia zachodzą to **uskoki**, natomiast wydzwignięte obszary ograniczone uskokami z obu stron to **zręby**. Takimi wielkimi zrębami są zarówno Karkonosze, jak i Góry Izerskie, podczas gdy Kotlina Jeleniogórska jest śródgórskim zapadliskiem (ryc. 32).



Ryc. 32. Karkonosze są potężnym zrębem tektonicznym wydzwigniętym na ponad 1000 m w stosunku do dna Kotliny Jeleniogórskiej

Wyjaśnienie głównych rysów rzeźby terenu zachodnich Sudetów nie tłumaczy nam jednak, dlaczego wierzchowina Karkonoszy jest zadziwiająco równa, w środku Gór Izerskich znajduje się rozległa kotlina Hali Izerskiej, a krajobraz Kotliny Jeleniogórskiej jest przeważnie pagórkowaty.

Te różnice w dużej mierze wynikają z właściwości granitu, który – jak pamiętamy – jest dość znacznie zróżnicowany. Przyjrzyjmy się zatem kilku charakterystycznym typom granitowego krajobrazu nieco bliżej.

## Równina na szczytach Karkonoszy



Ryc. 33. Zrównanie wierzchwinowe w zachodnich Karkonoszach. Po prawej stronie stożkowata kulminacja Łabskiego Szczytu

Wygląd najwyższych partii Karkonoszy jest zaprzeczeniem powszechnych wyobrażeń o tym, jak powinny wyglądać góry. Zamiast strzelistych szczytów i stromych stoków, na wysokości 1300-1450 m n.p.m. widzimy rozległą równinę (ryc. 33), której monotonia jest urozmaicona tylko płytkimi nieckami, w których rozwinęły się sławne karkonoskie torfowiska (ryc. 34). We wschodniej części Karkonoszy wierzchowina równina nosi nazwę Równi pod Śnieżką, przechodzącej dalej w Čertovą loukę, której większy fragment leży po stronie czeskiej. W zachodnich Karkonoszach podobne, choć nieco mniejsze zrównanie rozciąga się między Łabskim Szczytem na północy i Kotelem na południu i jest położone niemal w całości po stronie czeskiej.



Ryc. 34. Torfowiska na Równi pod Śnieżką

Jego północny fragment, wkraczający na obszar Polski, nosi nazwę Łabska louka i tu właśnie znajdują się źródła łąby. Jak doszło do uformowania tego osobliwego krajobrazu?

Powyższe pytanie właściwie kryje w sobie dwa pytania szczegółowe. Pierwsze – o przyczynę tak małego zróżnicowania rzeźby. Drugie – o przyczynę jej występowania na tak dużej wysokości. Odpowiedzi na pierwsze pytanie będziemy szukać w cechach granitu. W najwyższych partiach Karkonoszy dominuje granit równoziarnisty, o dość drobnych kryształach i w miarę równomiernie spękany, o czym można się przekonać zaglądając na ściany kotłów podcinających wierzchołki (ryc. 35). Taki charakter skały powoduje, że wietrzenie działa z podobną intensywnością, a tworząca się zwietrzelina ma zbliżoną grubość. Tak więc, cechy samego granitu nie sprzyjają powstaniu bardziej urozmaiconej rzeźby. Dodatkowo, wzdłuż południowej granicy masywu granitowego występuje odmiana porfirowata, która łatwo ulega rozpadowi. Odpowiadając na dru-

gie pytanie nie możemy zapomnieć, że Karkonosze jako całość są wielkim zrębem tektonicznym, podniesionym w stosunku do zapadliska Kotliny Jeleniogórskiej o około 1000 m! Zrównane wierzchołki w centralnej części zrębu są reliktem rzeźby, która istniała w tym miejscu zanim jeszcze blok Karkonoszy uzyskał dzisiejszą wysokość. Skąd o tym wiemy? Ponieważ wyrównywanie powierzchni na taką skalę jest możliwe tylko na nieznacznej wysokości nad poziom morza. Wyżej zaczyna przeważać erozja, rzeki i potoki tworzą głębokie doliny, a rzeźba zamiast zrównywania ulega coraz większemu rozczłonkowaniu. Proces niszczenia zrównań przez erozję rzeczną widzimy zresztą w Karkonoszach bardzo dobrze, a najlepszym przykładem jest dolina Białej Łąby (ryc. 36). Rzeka systematycznie pogłębia swoją dolinę kosztem zmniejszania się zasięgu Równi pod Śnieżką.



Ryc. 35. Spękane granity odsłonięte na ścianie Małego Śnieżnego Kotła





Ryc. 36. Wciosowa dolina Białej Łaby rozczina wierzchowinowe zrównanie wschodnich Karkonoszy

## HALA IZERSKA – NA SUDECKIM BIEGUNIE ZIMNA

Nie tylko w Karkonoszach występują rozległe zrównania. Jeszcze większy zasięg mają one w Górach Izerskich (które w dużej mierze dlatego stały się idealnym terenem do uprawiania narciarstwa biegowego), a jednym z przykładów jest położona w sercu Gór Izerskich Hala Izerska. Jest ona dużym śródgórskim obniżeniem pomiędzy Wysokim Grzbieciem na północy i Średnim Grzbieciem na południu, o długości około 6 km i szerokości 2-3 km. Najniżej położona część Hali Izerskiej leży na wysokości około 820 m n.p.m., a jej środkiem płynie wspaniale meandrująca Izera. Ukształtowanie rzeźby w obrębie Hali Izerskiej jest bardzo mało urozmaicone: dno kotliny jest płaskie, a po jego bokach wznoszą się tylko niskie rozłożyste garby i pagóry. W podłożu występuje granit porfirowaty, który praktycznie nie odsłania się jako zwięzła skała. Zamiast tego w podcięciach dróg widzimy granit silnie rozluźniony, czyli znaną nam już „kaszę granitową”. Co zdecydowało o powstaniu kotliny Hali Izerskiej? Dwa czynniki: litologiczny, czyli związany z właściwościami skał jako takich oraz tektoniczny, związany z późniejszymi przesunięciami kompleksów skalnych. Niższe położenie Hali Izerskiej w stosunku do Wysokiego Grzbiecia jest konsekwencją różnic w podatności na wietrzenie. Granity porfirowate są mniej wytrzymałe od granitognejsów i hornfelsów występujących na Wysokim Grzbiecie. Z kolei wyższe położenie Średniego Grzbiecia Izerskiego wynika z obecności uskoku biegnącego na południe od doliny Izery.

Największym przyrodniczym „skarbem” Hali Izerskiej są torfowiska wysokie (czyli zasilane wyłącznie wodą opadową). Łącznie zajmują one powierzchnię około 5 km<sup>2</sup> i są przedmiotem ścisłej ochrony. Rezerwat „Torfowiska Doliny Izery” po polskiej stronie zajmuje ponad 500 ha i jest największym rezerwatem przyrody w Sudetach. Powstanie torfowisk było możliwe dzięki uwarunkowaniom geomorfologicznym i klimatycznym. Góry Izerskie otrzymują najwyższe sumy opadów w całych Sudetach, przekraczające na Hali Izerskiej 1500 mm rocznie, a obecność rozległej, niemal płaskodennej kotliny przyczynia się do bardzo powolnego odwadniania obszaru, czy wręcz stagnacji wody opadowej. W połączeniu z niewielką przepuszczalnością granitowego

podłoża stwarza to optymalne warunki do rozwoju torfowisk. Omawiając Halę Izerską nie sposób wreszcie wspomnieć, że jest ona sudeckim biegunem zimna. Klimatolodzy z Uniwersytetu Wrocławskiego odnotowali tu najniższą znaną temperaturę w Sudetach (29 XII 1996 r. wynosiła ona  $-36,6^{\circ}\text{C}$ ), a przymrozki zdarzają się nawet w miesiącach letnich. Tłumaczy to, dlaczego już na wysokości około 850 m n.p.m. występują zarośla kosodrzewiny – gatunku, który w Karkonoszach pojawia się dopiero 300 m wyżej. I znów przyczyna tkwi w rzeźbie terenu. Do śródgórskiego obniżenia sphywa powietrze z okolicznych grzbietów i tworzą się długotrwałe zastoiska chłodnego powietrza.

### Jak się tam dostać?

Dotarcie na Halę Izerską wymaga dość długiej wędrówki. Można do niej dotrzeć z Jakuszyc szlakiem przez Orle (czerwonym) lub przez Rozdroże pod Cichą Równią (zielonym, dalej niebieskim). W obu przypadkach zajmie to nieco ponad 2 godziny. Bardziej męczące, bo związane z pokonaniem większej różnicy wzniesień, jest dojście szlakiem niebieskim ze Świeradowa-Zdroju (2,5 godziny). W zimie na Halę Izerską najprościej dostać się na nartach śladowych. W północnej części Hali Izerskiej znajduje się schronisko Chatka Górzystów – jedyna pozostałość po ludnej niegdyś wsi, całkowicie opuszczonej wkrótce po 1945 roku.



Ryc. 37. Krajobraz Hali Izerskiej

## Wśród kopuł i głazów

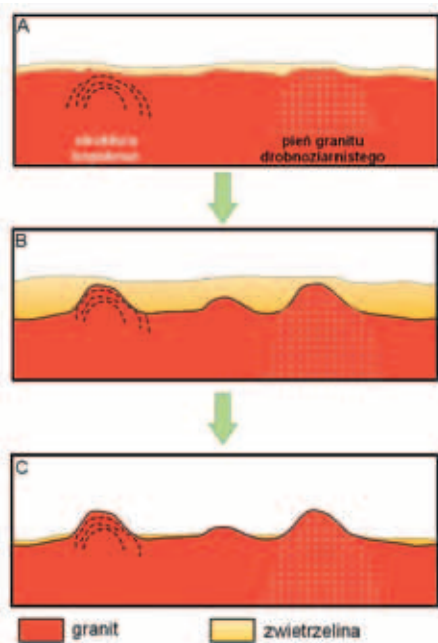
Z całkowicie odmiennym krajobrazem spotkamy się w dnie Kotliny Jeleniogórskiej. Jego dobrym przykładem są okolice Stanisławowa w centralnej części kotliny. Znajduje się tu blisko siebie kilka odosobnionych wzgórz o wysokości względnej kilkudziesięciu metrów: najwyższa Witosza (484

m), dalej Gaik (461 m), Czop (458 m), Lipowa (448 m) i Stanisławka (441 m), a pomiędzy nimi rozciąga się pagórkowaty teren z licznymi niskimi garbami zwierconymi skałkami bądź rozwaliskami granitowych głazów i bloków (ryc. 38). Przyglądając się bliżej tym skałkom i głazom



Ryc. 38. W granitowym krajobrazie okolic Stanisłowa w Kotlinie Jeleniogórskiej typowe są niewielkie pagórki ze skupiskami głazów

zauważymy, że mamy na ogół do czynienia z granitem bardzo gruboziarnistym, porfirowatym, ze skałeniami potasowymi osiągającymi imponujące rozmiary ponad 5 cm. Tego typu granit najłatwiej zmienia się w ziarnistą zwietrzelinę, gdyż w przestrzeni między poszczególnymi minerałami woda wnika szybko i skutecznie. Gdy jednak zaczniemy wspinać się wśród granitowych skał na szczyt Witoszy, zobaczymy że miejscowy granit bywa nadspodziewanie masywny, ze spękaniem nawet co kilka metrów. Mamy zatem do czynienia z jednej strony z odmianą granitu ogólnie podatną na wietrzenie, z drugiej jednak ze skałą o dużym zróżnicowaniu gęstości spękań. W takiej sytuacji niszczenie skał i ich zamiana w zwietrzelinę przebiega bardzo nierównomiernie. Partie mniej spękane, masywniejsze, opierały się wietrzeniu i wraz z upływem czasu przyjmowały postać kopułowych wzgórz wznoszących się ponad falistą powierzchnię z niskimi pagórkami i płytkimi dolinkami (ryc. 39). Z kolei lokalne różnice w gęstości spękań powodowały różnicowanie się granitu na ziarnistą zwietrzelinę i trzony bryłowe, a po usunięciu zwietrzeliny przez erozję na powierzchni pozostawały tylko masywne granitowe glazy (ryc. 40).



Ryc. 39. Dwuetapowy rozwój wzgórz ostańcowych w zróżnicowanym masywie granitowym. A, B – wietrzenie selektywne i rozwój pokrywy zwietrzelinowej o zróżnicowanej grubości; C – usunięcie zwietrzeliny wskutek erozji i wyeksponowanie wzgórz



Ryc. 40. Wyekspozowane bryły granitu porfirowatego pod Witoszą

## JASKINIE WITOSZY

Położona na południe od Jeleniej Góry Witosza to chyba najbardziej interesująca spośród gór wyspowych Kotliny Jeleniogórskiej. O jej atrakcyjności stanowią przede wszystkim formy skalne, których różnorodność jest rzeczywiście wyjątkowa. Spotkamy tu okazałe ściany skalne o wysokości do 20 m, potężne rumowiska bloków i głazów, wąskie szczeliny, kociołki wietrzeniowe różnej wielkości i wiele mniejszych skalnych osobliwości. Do nich zaliczają się także schroniska podskalne i jaskinie – formy w granitach nie często spotykane, a na Witoszy występujące w sporym nagromadzeniu. Oczywiście, swoimi rozmiarami nie mogą się one równać z jaskiniami w masywach wapiennych, a ich zwiedzanie nie jest związane z jakimikolwiek wyzwaniem natury sprawnościowej. Są jednak lokalną atrakcją turystyczną, a ich obecność i charakter mówią nam sporo o naturze procesów rzeźbotwórczych kształtujących stoki granitowych gór wyspowych.

Przewodniki turystyczne zwykle wzmiankują trzy obiekty jaskiniowe: Skalną Komorę, Ucho Igielne i Pustelnię. Nazwa tej ostatniej jest wiązana z osobą Hansa Rischmanna – pustelnika i lokalnego proroka, który zamieszkiwał skalne ostępy Witoszy w okresie wojny trzydziestoletniej. Skalna Komora znajduje się najniżej. Jest położona na lewo od ścieżki, a sprowadzają do niej wykute w skale schodki. Obszerną, stosunkowo wysoką komorę o rozmiarach 8,5 x 6 m przykrywa wielki blok granitu długości ponad 10 m. Nieco wyżej, w miejscu gdzie kończą się kamienne schodki, znajduje się wejście do Ucha Igielnego. Jest to pojedynczy korytarz o długości 8,5 m, łamanym przebiegu i charakterze rozwartej szczeliny, sklepionej dużymi płytami granitu. Kończy się on oknem skalnym na wysokości kilku metrów nad ścieżką. Wejście do Pustelni –

największej z jaskiń Witoszy – znajduje się wyżej, już niedaleko wierzchołka, po lewej stronie ścieżki. Pustelnia to jeden korytarz o niemal prostym przebiegu, równym dnie, długości 18,5 m i wysokości do 3 m. Kończy się on obszernym oknem skalnym, znajdującym się około 4 m powyżej biegnącej w dole ścieżki. Szerokość korytarza to około 1 m, przy czym pierwotnie musiał on być węższy. Na ścianach widoczne są bowiem wyraźne ściany kucia i wiercenia otworów, tak więc bez wątplenia był on poszerzany.

Podskalnych schronisk i tuneli jest na Witoszy więcej, przynajmniej osiem. Krótki przelotowy tunel wśród wielkich bloków znajduje się u stóp podszczytowego urwiska i prowadzi nim szlak na wierzchołek. Inną interesującą formą jest Schronisko w Zaułku, położone przy ścieżce do Skalnej Uliczki. Ma postać ukośnej rozpadliny o długości około 10 m i wysokości 3-4 m, częściowo sklepionej luźno zaklinowanymi głazami. Oglądając uważnie granitowe ściany rozpadliny zobaczymy duże owalne gniazdo gruboziarnistego pegmatytu o średnicy prawie 1 metra. Jego odpowiednikiem jest podobna struktura na drugiej ścianie, przesunięta nieco w poziomie. Dalsze są ukryte wśród wielkich bloków zalegających na stokach wzniesienia.

Jak i dlaczego powstały na Witoszy te osobliwe formy? Zaczniemy od stwierdzenia, że poznane jaskinie Witoszy reprezentują kilka odmiennych typów. Skalna Komora jest określana jako jaskinia rumowiskowa i powstała przez nagromadzenie luźnych bloków, które były na tyle duże, że między nimi wytworzyła się spora pusta przestrzeń. Źródłem tych bloków i głazów są spękanie ściany skalne w wyższych partiach Witoszy, widoczne przy ścieżce do Skalnej Uliczki. Ucho Igielne to inny typ jaskini, związany z otwieraniem pionowych spękań i powolnym odsuwaniem w dół stoku bloku znajdującego od strony zewnętrznej. Pozostawiało to wąską, ale wysoką szczelinę o prostym lub łamanym przebiegu. Równocześnie rozpadły się spękanie ściany i ostrogi skalne znajdujące się wyżej, a walące się w dół bloki zatrzymywały się na otwierającej się szczelinie tworząc strop jaskini. W tym przypadku mamy więc kombinację różnych procesów: destrukcyjnych (szczelina) i akumulacyjnych (strop). Także Schronisko w Zaułku powstało wskutek otwierania spękań, przy czym pierwotnie były one nie pionowe, a zakrzywione. O pierwotnej łączności obu stron szczeliny świadczy wspomniane gniazdo pegmatytu, dziś rozdzielone na dwie części. Jeszcze innej genezy jest najwyżej położona Pustelnia. Tu otwarcie szczeliny nastąpiło we wnętrzu masywu skalnego, dlatego strop korytarza tworzą nie luźne bloki, ale zwarta skała granitowa. Tego typu jaskinie są nazywane szczelinowymi.

Jaskinie Witoszy są więc przejawem ruchów masowych, czyli naturalnych przemieszczeń materiału skalnego w dół stoku pod wpływem siły ciężkości. Wszystko zaczyna się od stopniowego otwierania spękań tnących masyw skalny i odchylania się najbardziej zewnętrznych partii skały od pionu. W ten sposób tworzą się jaskinie szczelinowe i „skalne uliczki”. W dalszej kolejności część odchylonych bloków traci stabilność, obrywa się, ześlizguje lub stacza w dół stoku. Niektóre zatrzymują się w niżej leżących rozpadlinach, powodując powstanie jaskiń szczelinowo-rumowiskowych, inne natomiast pokonują dłuższą drogę i gromadzą się w dolnym odcinku stoku, tworząc blokowiska i głazowiska, w obrębie których powstają jaskinie rumowiskowe. W granitach formy nazywane nieco na wyrost jaskiniami, a spotykane

są one także w innych częściach Kotliny Jeleniogórskiej, Karkonoszach i Górach Izerskich, są formami przypowierzchniowymi, bezpośrednio związanymi z rozwojem stoku i z punktu widzenia genezy nie mają nic wspólnego z jaskiniami w skałach wapiennych, powstającymi na drodze procesów chemicznych.

### **Jak się tam dostać?**

Trzy najbardziej znane pustki podskalne Witoszy są położone przy ścieżce prowadzącej ze Staniszowa na szczyt, którą prowadzi znakowany szlak żółty. W początkowym odcinku towarzyszy mu przyrodnicza ścieżka edukacyjna, zaprojektowana kilka lat temu przez członków Zachodniosudeckiego Towarzystwa Przyrodniczego, która koło Ucha Igielnego odbija w prawo i obok Schroniska w Zaułku i przez Skalną Uliczkę wprowadza alternatywną drogą na wierzchołek. Należy mieć jednak na uwadze, że podejście na Witoszę jest dość strome. Do Staniszowa można dojechać miejską linią autobusową z Jeleniej Góry.



Ryc. 41. Skalna Komora na Witoszy



Ryc. 42. Szczelinowa jaskinia Pustelnia pod szczytem Witoszy

Z podobnym krajobrazem jak wokół Staniszowa spotkamy się także w innych miejscach w Kotlinie Jeleniogórskiej, a występowanie odosobnionych granitowych wzniesień z licznymi skałkami jest przewodnią cechą jej rzeźby (ryc. 43). Na uwagę zasługują wzgórza koło Cieplic (Sołtysia, Chmielnik, Czubek), Czarnego (Kopki, Ziębiniec), na wschód od centrum Jeleniej Góry (Paulinum, Kamienista), wokół Bukowca, a przede wszystkim Góry Sokole we wschodniej części Kotliny. Te ostatnie są na tyle wyjątkowe, że zasługują na osobne przedstawienie.

## ***We wspinaczkowym raj***

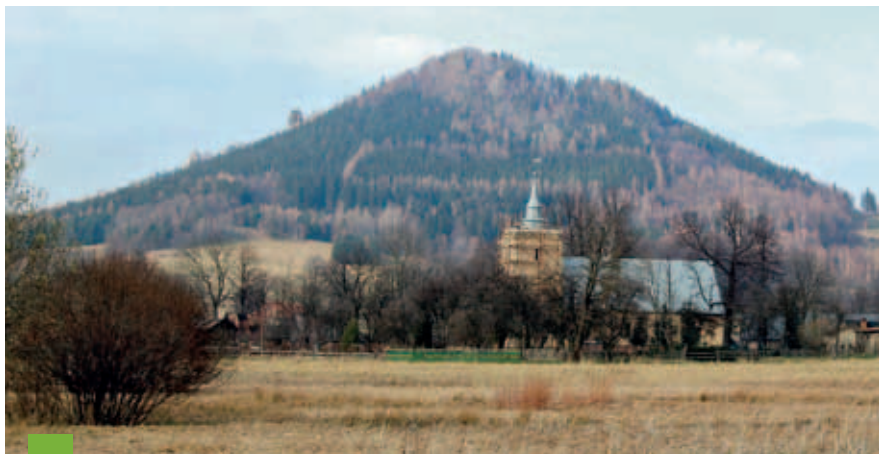
Widok Gór Sokolich na tle Karkonoszy to jeden z najbardziej charakterystycznych i najłatwiej rozpoznawalnych sudeckich krajobrazów (ryc. 44). Góry Sokole tworzy sześć wzgórz pomiędzy dolinami Bobru na północy i Karpnickiego Potoku na południu. Najbardziej znane, przede wszystkim wśród wspinaczy skałkowych, są dwa najwyższe wzniesienia: Krzyżna Góra (654 m) (ryc. 45) i Sokolik (623 m). W ich cieniu pozostają bliźniacze wzniesienia Browa-



Ryc. 43. Pagórkowata rzeźba Kotliny Jeleniogórskiej z Krzyżnej Góry. Linię horyzontu tworzą wał Karkonoszy i masyw Gór Iżerskich



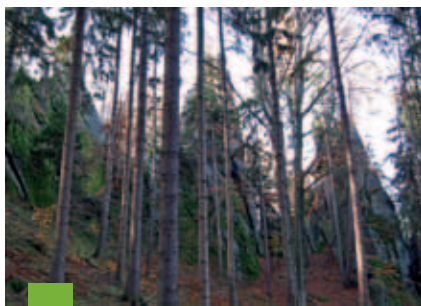
Ryc. 44. Góry Sokole od strony Radomierza



Ryc. 45. Krzyżna Góra góruje nad zabudowaniami Karpnik

rówka (510 m) i Rudzik (500 m), zwane niekiedy Małymi Sokolikami, położone około 1 km na zachód. Dalej na zachód, nad ruinami pałacu w Bobrowie, wznosi się Buczek (456 m), a nad przełosem Bobru dwuwierzchołkowa Łysa (490 m). Pomiędzy tymi wzniesieniami rozpościera się pagórkowaty krajobraz z nieckowatymi dolinkami i licznymi niewielkimi skałkami.

Tym, co wyróżnia Góry Sokole, jest wysokość względna i zagęszczenie form skałkowych. Krzyżna Góra i Sokolik wznoszą się ponad 200 m nad dno kotliny, a pod względem liczby i wysokości skałek Góry Sokole nie mają sobie równych w całych Sudetach Zachodnich. Dwa najwyższe wzniesienia są usiane imponującymi wysokością formami skałkowymi. Na Sokoliku są to między innymi szczytowy Sokolik Duży i sąsiedni Sokolik Mały, Sukiennice i Krzywa Turnia, a na Krzyżnej Górze Jastrzębia Turnia i Bukowa Skała. Także w lasach mało znanego i niesłusznie omijanego przez szlaki turystyczne Rudzika jest ukryte skalne miasto, a granitowe mury skalne na północ od wierzchołka należą do najbardziej okazałych w całym regionie (ryc. 46).



Ryc. 46. Granitowe mury skalne na Rudziku

Co zdecydowało o wyglądzie Gór Sokolich? Przyczyny znów tkwią we właściwościach granitu. Skały budujące Krzyżną Górę i Sokolik to odmiana granitu o obniżonej zawartości skaleni

sodowo-wapniowych – plagioklazów oraz biotytu, określana jako granit aplitowy lub aplogranit, właśnie w celu podkreślenia przewagi minerałów jasnych: skaleni potasowych i kwarcu. Pamiętajmy, że większy udział tych składników zwiększa odporność skały na wietrzenie. Równocześnie aplogranit jest raczej drobnoziarnisty, co odróżnia go od typowego dla Kotliny Jeleniogórskiej, łatwo ulegającego wietrzeniu granitu odmiany porfirowatej. Te różnice w podatności na wietrzenie sprawiły, że z upływem czasu pnie aplogranitu pochodzące z późnej fazy intruzji granitowej zostały wyodrębnione jako imponujące wysokości wzniesienia.

### *Jak powstają granitowe skałki*

Skałki to chyba najbardziej charakterystyczne formy rzeźby terenu w masywie karkonosko-izerskim. Występują na różnych wysokościach: od wierzchołków Karkonoszy (ryc. 47) po dno Kotliny Jeleniogórskiej (ryc. 48), spotkamy je na wierzchołkach, na stokach, na zboczach głębo-



Ryc. 47. Skałka nad Śnieżnymi Kottami – najwyżej położona granitowa skałka w Karkonoszach

ko wciętych dolin rzecznych i w śródogórskich obniżeniach. Uderza zróżnicowanie ich wielkości i kształtów. Najwyższe granitowe baszty w Rudawach Janowickich i w Górach Sokolich przekraczają 30 m wysokości, ale wiele skałek to niskie, przysadziste wychodnie o wysokości 2-3 m. Wśród skałek są rozległe zamczyska (ryc. 49), pojedyncze baszty (ryc. 50), wyrastające ze





Ryc. 48. Niska skałka granitowa koło Bukowca w dnie Kotliny Jeleniogórskiej

stoku ambony i urwiska (ryc. 51) i nieregularne skupiska głazów (ryc. 52). Policzyć wszystkich skałek nie sposób, ale jest ich na pewno co najmniej kilkaset. Niektóre z nich stały się symbolami regionu, tak jak Słonecznik i Pielgrzymy w Karconozsach czy Chybotek w Szklarskiej Porębie.



Ryc. 50. Słup w dolinie Myi



Ryc. 49. Borówczane Skały



Ryc. 51. Urwiska Dziurawej Skały opadające do koryta Podgórznej na Pogórzu Karkonoskim



Ryc. 52. Jedno z wielu głazowisk na Zaroślaku w Kotlinie Jeleniogórskiej

## CHYBOTEK W SZKLARSKIEJ PORĘBIE

Skalka Chybotek w Szklarskiej Porębie to jedna z najbardziej oryginalnych skałek granitowych w regionie. Geograficznie leży ona już w Górach Izerskich (znajduje się na lewym zboczu doliny Kamiennej, wyznaczającej granicę między Karkonoszami a Górami Izerskimi). Nazwa odzwierciedla możliwość wprawienia skały w ruch wahadłowy. Chybotek ma około 3,5 m wysokości i składa się z przysadzistego cokołu, na którym spoczywa duży, wielokątny blok granitu o długości około 3 m i grubości około 1,7 m (ryc. 53). O jego wyjątkowości zdecydował kształt górnego bloku, który widziany z pewnej odległości przypomina romboidalną bryłę, z dużym okapem od strony południowej, wysuniętym na około 1,5 m w stosunku do punktu styku ze skalnym cokołem. Podobny okap i punkt styku znajduje się po stronie przeciwnej. Taki kształt sprawia, że całkowita powierzchnia kontaktu górnego bloku z podłożem jest wielokrotnie mniejsza niż jego obrys (rzut), środek ciężkości znajduje się w górnej części bloku, a rozkład sił związanych z ciężarem jego poszczególnych części jest doskonale zrównoważony. „Tajemnica” chybotków polega na tym, że jest bardzo łatwo wytrącić ten delikatnie zbalansowany układ z równowagi. Można to uczynić na różne sposoby. Jednym z nich (nie polecanym!) jest wejście na wysunięty skraj górnego bloku i zwiększenie jego ciężaru, ewentualnie przechodzenie z jednego skraju bloku na przeciwny. Innym może być poruszenie skrajnej, wiszącej części przez wypychanie jej rękami do góry lub ściągnięcie w dół – w zależności od pozycji normalnie zajmowanej przez blok. Zdjęcie przyłożonej siły sprawia, że ruchomy blok wraca do swojego wcześniejszego położenia. Każdy chybotek jest inny, dlatego nie może być jednej recepty na wprawienie w ruch wszystkich skałek tego typu.

### Jak się tam dostać?

Chybotek znajduje się przy szlaku niebieskim łączącym Szklarską Porębę Górną ze Szklarską Porębą Dolną, niedaleko domu-muzeum malarza Włastimila Hofmana i punktu widokowego Złoty Widok (nie mylić z punktem o tej samej nazwie koło Michałowic). Dojście z centrum Szklarskiej Poręby Górnej zajmuje około 50 minut, od kościoła cmentarnego w Szklarskiej Porębie Dolnej około 20 minut. Można też podejść do parkingu przy szosie Jelenia Góra – Jakuszyce, zlokalizowanego koło Wodospadu Szklarki. Wówczas trzeba iść do góry szlakiem czarnym, a gdy ten skręca w prawo, iść dalej prosto, bez znaków, w górę stoku, do połączenia ze szlakiem niebieskim.



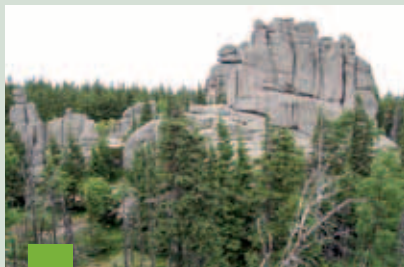
Ryc. 53. Chybotek

## PIELGRZYMY

W granicach plutonu granitowego karkonosko-izerskiego skałek odnajdziemy kilkaset. W samych tylko polskich Karkonoszach jest ich znacznie ponad 100 i obejrzenie ich wszystkich zajęłoby bardzo dużo czasu. A gdyby można było zobaczyć tylko jedną z nich? Wówczas wybór powinien paść na Pielgrzyny, położone wysoko na stoku głównego grzbietu, powyżej Karpacza. Są one nie tylko najbardziej efektywną grupą skalną w regionie, ale także najlepiej ukazują bogactwo i różnorodność rzeźby skałkowej.

Pielgrzyny to w istocie trzy osobne skałki, oddalone od siebie o kilkadziesiąt metrów, wyrastające ze spłaszczenia w obrębie stoku. Są one wydłużone na podobieństwo murów: wąskie, ale długie na ponad 100 m. Pod względem wysokości należą do najwyższych skałek w całym masywie granitowym – osiągają 25 m wysokości. Warto przy tym zauważyć, że wznoszą się one ponad równą powierzchnią, więc wrażenie potęgi Pielgrzymów towarzyszy nam niezależnie od kierunku, z którego na nie patrzymy. Kształt skałek jest – podobnie jak i wielu innych form rzeźby w obszarach zbudowanych z granitu – zdeterminowany przez układ pęknięć w skale. Przebieg spękań pionowych naśladują ściany skałek i szczeliny tnące skalny masyw, spękaniami poziomymi skałki zawdzięczają swoją piętrową konstrukcję. W niektórych miejscach spękania poziome występują w tak dużym zagęszczeniu, że można odnieść wrażenie, że Pielgrzyny są zbudowane z warstwowych skał osadowych. To jednak tylko pozorne podobieństwo. Duża gęstość spękań poziomych jest efektem odciążenia masywu skalnego – procesu wyjaśnionego nieco wcześniej (s. 27).

Tworzywem Pielgrzymów jest granit porfirowaty, z dużymi różowymi kryształami skalenia potasowego. Ta odmiana granitu stosunkowo szybko ulega wietrzeniu, a ostre krawędzie zaokrąglają się. Zwróćmy uwagę, jak wyglądają najwyższe partie skałek. Prawda, że daleko im do kanciastych brył, jakie znamy z kamieniołomów świeżego, niezmiennego przez wietrzenie granitu? W niektórych miejscach przyjmują one wręcz postać kulistą. Nic dziwnego, gdyż właśnie wierzchołki skałek były wyeksponowane najwcześniej i najdłużej poddane działaniu procesów wietrzeniowych. Innym przejawem wietrzenia granitu jest osobliwy relief powierzchni skalnych. Znajdziemy na Pielgrzymach całą gamę drobnych form wietrzeniowych znanych z masywu karkonoskiego – wszystko w jednym miejscu! Licznie występują owalne kociołki wietrzeniowe, niektóre całkiem spore i niemal przez cały czas wypełnione wodą, ściany skałek są pocięte pionowymi żłobkami i rynnami, spotkać można też zagadkowe nisze wnikające w skałę.



Ryc. 54. Widok na środkową i zachodnią skałkę w grupie Pielgrzymów



Ryc. 55. Zespół kociołków wietrzeniowych na Pielgrzymach

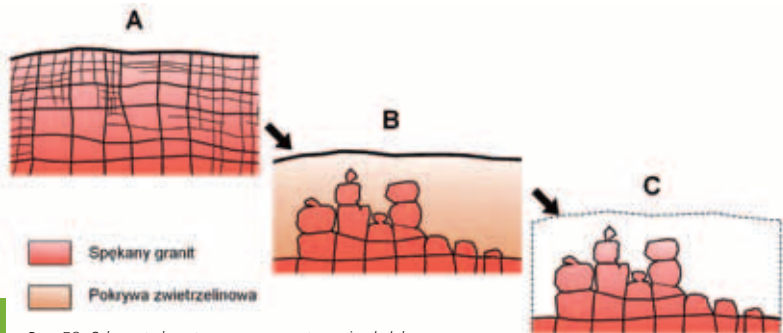
## Jak się tam dostać?

Pielgrzymi leżą na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego, zatem dotrzeć do nich można wyłącznie znakowanymi szlakami. Najkrótsze jest dojście od kościoła Wang w Karpaczu Górnym, początkowo niebieskim szlakiem do Polany, a dalej żółtym w stronę Słonecznika. Skałki znajdują się w połowie podejścia, na wysokości około 1200 m n.p.m. Dojście proponowaną trasą zajmuje około 1 g 15 min. Kontynuując wędrówkę szlakiem żółtym dojdziemy do równie interesującej skałki Słonecznik, skąd wspinała, widokowa droga wiedzie nad połodowcowymi kotłami Wielkiego Stawu i Małego Stawu.

Związek skałek ze sposobem spękania granitu nie ulega wątpliwości i łatwo się o tym przekonać obserwując skalne wychodnie. Bryłowy pokrój wielu skałek odzwierciedla prostokątny układ spękań. Także szczeliny w obrębie skałek są niczym innym jak poszerzonymi przez wietrzenie spękaniami. Dopiero gdy wzór spękań jest nieregularny, tworzą się skałki rumowiskowe, sprawiające wrażenie jedynie chaotycznego nagromadzenia bloków i głazów. Jak jednak dochodzi do wyodrębnienia się skałek podczas wietrzenia?

Większość form skałkowych zawdzięcza swoje istnienie temu, że proces wietrzenia granitu i tworzenia zwierzeliny nie przebiega we wszystkich miejscach w ten sam sposób i w identycznym tempie. Wiemy już z poprzednich rozdziałów, że jest to związane ze zróżnicowaną gęstością spękań, ale także różnicami w zawartości minerałów łatwiej ulegających

rozkładowi: plagioklazów i biotyту. Konsekwencją jest niejednakowa grubość zwierzeliny – obok siebie występują miejsca, gdzie granit jest rozłożony do głębokości nawet 10-15 m oraz takie, gdzie jest on nienaruszony przez wietrzenie (ryc. 56B). Można powiedzieć, że jest to etap przygotowawczy do powstania skałki – tkwi ona jeszcze zagrzebana w zwierzelinie, ale jest już niemal gotowa do ujawnienia się na powierzchni. Aby do tego doszło, potrzebna jest zmiana środowiska przyrodniczego. Tworzenie zwierzeliny musi być zatrzymane lub znacznie spowolnione, a równocześnie znacznie wydajniej muszą zacząć działać procesy erozji. Wtedy dochodzi do wypreparowania skałki (ryc. 56C). Badacze rzeźby granitowej Karkonoszy sądzą, że głównym okresem wyodrębniania się skałek był plejstocen (tzw. epoka lodowa). W ówczesnych warunkach surowego zimnego klimatu przyrost ziarnistej zwierzeliny zachodził na bardzo małą skalę, a brak roślinności i okre-



Ryc. 56. Schemat dwuetapowego powstawania skałek

sowe rozmarzanie gruntu sprzyjały przemieszczeniom zwietrzliny w dół stoku pod wpływem siły ciężkości. Część skałek jest jednak zapewne jeszcze starsza, a ożywienie erozji jest skutkiem wydzwignięcia zrębów Karkonoszy, Gór Izerskich

i Rudaw Janowickich w okresie zwanym neogeenem, o czym była mowa we wcześniejszych rozdziałach. Jest wreszcie bardzo prawdopodobne, że najwyższe skałki – te przekraczające 20 m wysokości – były odsłaniane wieloletapowo.

## SKAŁKI W MIŁKOWIE

Sztuczne odsłonięcie na stoku Straconki przy drodze z Jeleniej Góry do Karpacza jest miejscem, gdzie w sposób podręcznikowy możemy zobaczyć, jak tworzą się skałki. Można rzec, że dzięki działalności człowieka proces wyodrębniania się skałek złapany „na gorącym uczynku”. Ściany odsłonięcia mają 3-6 m wysokości i pokazują nam niejako „od środka” efekty selektywnego wietrzenia granitu. W północnej części odsłonięcia widzimy, że pojedyncze bryły niezwiertzałego granitu tkwią w już mocno rozluźnionej zwietrzelinie (ryc. 57). Zwróćmy przy tym uwagę, że pod nimi znów pojawia się rozpadający się granit. W takich warunkach, gdyby zaczęła działać erozja powierzchniowa, luźna zwietrzelina zostanie odprowadzona, a na miejscu zostaną tylko luźne głazy, nie mające żadnego kontaktu ze skalnym podłożem. Nieco inna sytuacja jest w kolejnej części odsłonięcia. Tu niezwiertzałe bryły granitu przeważają, a zwietrzelinę stwierdzamy tylko w szczelinach pomiędzy tymi bryłami. Właściwie widzimy tu gotową skałkę o wysokości około 5 m (ryc. 58). Zanim nie zaczęto tworzyć odsłonięcia, w którym pozyskiwano żwir na budowę drogi, nikt nie miał pojęcia, że pod równą powierzchnią stoku może kryć się taka osobliwość. A to z kolei prowokuje pytanie, ile jeszcze takich skałek czeka na swoją kolej, aby ujawnić się na powierzchni terenu? W środkowej części ściany wietrzenie przebiegało znacznie bardziej równomiernie i trzonów bryłowych niezwiertzałego granitu nie ma. W tym miejscu żadne skałki bądź głazowiska nie powstałyby, bo nie pozwala na to natura miejscowej zwietrzliny. Trudno się zatem dziwić, że skałki w Karkonoszach, Rudawach Janowickich czy w Kotlinie Jeleniogórskiej występują tylko w pewnych miejscach.

### Jak się tam dostać?

Odsłonięcie w Miłkowie jest bardzo łatwo osiągalne. Znajduje się na tyłach restauracji „Karczma Skalna”, położonej przy omijającej centrum miejscowości drodze z Jeleniej Góry do Karpacza. Najbliższy przystanek autobusowy znajduje się w centrum Miłkowa, skąd dojdzie obok dawnej stacji kolejowej i przez mostek na Łomnicy zajmuje około 10 minut.



Ryc. 57. Zróżnicowane wietrzenie granitu w odsłonięciu w Miłkowie



Ryc. 58. Forma skałkowa przygotowana przez podpowierzchniowe wietrzenie

## Krwawe ofiary na skałkach Karkonoszy?

Granitowe skałki Karkonoszy i Kotliny Jeleniogórskiej rzadko kiedy mają równe powierzchnie. Na ogół są one bogato urzeźbione, chropowate, pełne załomów, bruzd, rys i wyźłobień. Wśród tych drobnych tworów wyróżniają się okrągłe lub owalne w planie, płaskodenne zamknięte obniżenia, niekiedy wypełnione wodą, zwane kociołkami (ryc. 59). Są one zróżnicowane pod względem rozmiarów. Najmniejsze mają

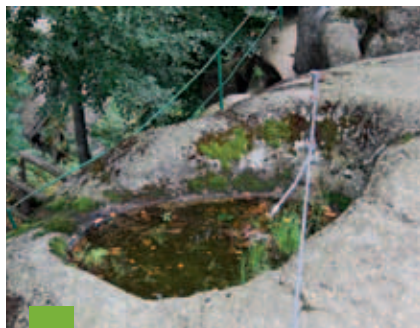


Ryc. 59. Kociołki wietrzeniowe na Zbójeckich Skałach pod Chojnikami

kilkanaście centymetrów długości i do 10 cm głębokości, największe przekraczają 1 m średnicy i 0,5 m głębokości. Regionalny rekord dzierży kociołek na grzbiecie Drewniaka nad Michałowicami. Ma on wymiary 145 x 110 cm i głębokość ponad 1 m. Kociołki znajdziemy m.in. na Pielgrzymach, Zbójeckich Skałach na Chojniku, Kotliskach w Jagniątkowie, Białych Skałach w Szklarskiej Porębie, Żabcie w Cieplicach i na wielu innych skałkach. Ich regularność nasunęła myśl – a miało to miejsce w XIX w., gdy geomorfologia jako nauka była jeszcze w powijakach – że kociołki są celowym wytworem ludzkiej ręki. Czemu miały służyć masowo tworzone kociołki? Tu ludzką wyobraźnię napędzały rynnny zaczynające się na brzegu kocioł-

ków i prowadzące do krawędzi skałki. Taka rynnna mogła odprowadzać coś płynnego z kociołka. I tak doszliśmy do powszechnego niegdyś przeświadczenia, że przy kociołkach składano w ramach pogańskich kultów krwawe ofiary z ludzi lub zwierząt, a krew ściekała rynnną na zewnątrz. Przeświadczenie to było tak silne, że formy te zaczęto nazywać kociołkami ofiarniczymi (niem. *Opferkessel*).

Dzisiaj wiemy, że kociołki z działalnością człowieka nie mają nic wspólnego i są wytworami samej przyrody, a dokładniej – procesów wietrzeniowych. Występują zresztą nie tylko w Karkonoszach, ale praktycznie na całym świecie, najobficiej w skałach granitowych, ale nie tylko. Formą inicjalną są płytkie zagłębienia na górnej powierzchni skałki, a w ich dalszym rozwoju dużą rolę odgrywa woda wypełniająca zagłębienie i wnika jąca w spękania. Cykliczne zamarzanie i odmarzanie oraz chemiczne oddziaływanie na skałę powoduje stopniowe poszerzanie i pogłębianie kociołka. W naszych warunkach dużą rolę odgrywa także roślinność. Zwróćmy uwagę, że kociołków na ogół nie wypełnia „czysta” woda. Jest w niej sporo części roślin (liści, gałązek, igieł), które rozkładając się zmieniają skład wody w kociołku na bardziej agresywny chemicznie (ryc. 60), a więc działają bardziej destrukcyjnie na skałę.



Ryc. 60. Kociołek wypełniony roślinnością na Kruczych Skałach w Szklarskiej Porębie

## KOTLIKA

Kotlika w Jagniątkowie nie należą do skałek wyróżniających się wielkością bądź kształtem. Wyglądem przypominają skalny stół, z szeroką i spłaszczoną powierzchnią górną, ograniczoną ściankami o wysokości do 6 m. O ich znaczeniu zdecydowało coś innego. Na górnej powierzchni skałki zbudowanej z granitu porfirowatego znajduje się jeden z najlepiej wykształconych zespołów kociołków wietrzeniowych w regionie (ryc. 61). Łącznie jest ich około 20 – „około”, gdyż trudno podać dokładną liczbę w związku z łączeniem się niektórych form i obecnością form nieregularnych i otwartych z dwóch stron. Część kociołków jest zarośnięta, w ich dnach nagromadziła się warstwa materiału mineralno-organicznego o grubości ponad 10 cm. Największe zagłębienie o kształcie nieregularnego kotlika ma wymiary 150 x 130 cm, przy głębokości 30 cm; większość kociołków nie przekracza jednak 1 m średnicy. Na szczególną uwagę zasługuje półotwarty kociołek w położeniu przykrawędziowym, po zachodniej stronie. Jego wymiary poziome wynoszą 60 x 60 cm, natomiast głębokość dna sięga 125 cm. Niektóre kociołki ze połączone ze sobą rynnami i żłobkami odprowadzającymi nadmiar wody. Także pionowe ściany skałki są bogato urzeźbione. Występują tu inicjalne formy wietrzenia komórkowego, płytkie żłobki i wypreparowane duże skalenie potasowe i kryształy kwarcu.

### Jak się tam dostać?

Kotlika znajdują się na stoku powyżej ul. Agnieszkowskiej (idąc w górę doliny, po lewej stronie), którą wiedzie czarny szlak z Jagniątkowa na główny grzbiet Karkonoszy. Do skałek trzeba odbić w górę na zbocze, przed mostem na potoku Sopot i podejść około 80 m. Dostęp nie jest niczym ograniczony. Do Jagniątkowa można dojechać miejską linią autobusową z Jeleniej Góry (trzeba wysiąść na przystanku ul. Agnieszkowska).



Ryc. 61. Kociołki wietrzeniowe na skałce Kotlika w Jagniątkowie

## WIELE POŻYTKÓW Z GRANITU

Region karkonosko-jeleniogórski nie stał się wprawdzie nigdy takim „granitowym zagłębieniem”, jak okolice Strzegomia czy Strzelina na Przedgórzu Sudeckim, ale i tu w wielu miejscach rozpoczęto w XIX w. przemysłowe pozyskiwanie granitu, głównie na potrzeby lokalnego budownictwa, w tym drogowego. Kamieniołomy zakładano przede wszystkim w najbliższej okolicy Jeleniej Góry oraz w północnej części Rudaw Janowickich. W Karkonoszach i polskich Górach Izerskich jest ich zdecydowanie mniej. Eksploatację ułatwiała do pewnego stopnia rzeźba terenu. Nie trzeba było zakładać głębokich wyrobisk, a wystarczało „wgrzyźć się” w stok, poszerzając dalej kamieniołom w poziomie. Przepowierzchniowe partie skały z reguły nie nadawały się do wykorzystania ze względu na efekty wietrzenia. Na pierwszych kilku, nawet kilkunastu metrach granit był mniej wytrzymały, rozluźniony i pozbawiony swojej naturalnej kolorystyki. Kłopotem okazywała się także nieregularna siatka spękań, gdyż nie wszędzie występował modelowy, prostokątny cios granitowy bardzo ułatwiający pozyskiwanie bloków. Stąd wiele kamieniołomów ma bardzo nieregularny, wręcz chaotyczny układ przestrzenny – eksploatacja podążała bowiem za najłatwiejszą do wydobycia skałą.

Skalne górnictwo rozwijało się w XIX i w pierwszej połowie XX w. Po II wojnie światowej większość kamieniołomów nie wznowiła eksploatacji i zaczęły one stopniowo zarastać. Masyw-

ność granitu sprawia natomiast, że odpadanie ze ścian było ograniczone i do dziś można oglądać imponujące powierzchnie skalne, nawet do 20-30 m wysokości. Najdłuższe pracowały kamieniołomy w Michałowicach na Pogórzu Karkonoskim i w dolinie Kamiennej, powyżej Szklarskiej Poręby (ryc. 62). Jeden z nich, w części miejscowości zwanej Hutą, działa do dzisiaj.



Ryc. 62. Dawny kamieniołom pod Czerwonymi Skałkami w dolinie Kamiennej powyżej Szklarskiej Poręby

Gdzie można obejrzyć pozostałości dawnego pozyskiwania granitu? Chyba najbardziej efektowny jest częściowo zalany wodą kamieniołom pod Starościńskimi Skałkami w Rudawach Janowickich, położony obok niebieskiego szlaku turystycznego. Także na Janowickich Garbach znajduje się kilka sporych rozmiarów wyrobisk. W Kotlinie Jeleniogórskiej kilka dużych łomów obejrzymy w masywie Kopek koło Jeleniej Góry Czarne, interesująca jest przecięta wyrobiskiem na pół kopuła granitowa koło cmentarza w Cieplicach. W Karkonoszach oprócz kamieniołomu w Michałowicach warto odnaleźć niewielkie wyrobisko na Ostroszu nad Sobieszowem, gdzie pozyskiwano drobnziarnisty mikrogranit.

## KAMIENIOŁOM W MICHAŁOWICACH

Największy z istniejących w Karkonoszach kamieniołomów granitu (kamieniołomy w Szklarskiej Porębie leżą już w Górach Izerskich) został założony na stokach grzbietu Drewniaka (672 m), na zachód od miejscowości Michałowice w zachodniej części Pogórza Karkonoskiego. Pozyskiwano tu granit porfirowaty, ceniony ze względu na atrakcyjny wygląd, który nadawała mu obecność dużych różowych kryształów skaleni potasowych. Kamieniołom, ostatecznie zamknięty w 1993 r.,



był sporym obiektem zajmującym powierzchnię około 250 x 150 m i składał się z trzech poziomów wydobywczych. Wysokość ścian sięga miejscami 20 m (ryc. 63). Warto zwrócić uwagę na różnice pomiędzy granitem odsłaniającym się na środkowym i górnym poziomie. Na środkowym jest dobrze widoczny regularny układ pionowych spękań, prostopadłych do siebie oraz zapadających ku zachodowi powierzchni ciosu pokładowego. Na górnym poziomie układ spękań jest mniej regularny, a dodatkowo podłoże granitowe partii przypowierzchniowej było silniej zwietrzałe, dlatego po zaprzestaniu eksploatacji nastąpiło złagodzenie ścian wyrobiska przez osypywanie się materiału. W wielu miejscach, zarówno na ścianach łomu, jak i na blokach zalegających poniżej można zobaczyć ładne przykłady szlirów biotytowych – linijskich nagromadzeń ciemnych blaszek biotytu. Występują tu także pegmatyty, w których znajdowano interesujące minerały, m.in. epidot, stiblit i babingtonit. Górna krawędź kamieniołomu jest znakomitym punktem widokowym na obniżenie Szklarskiej Poręby, zamknięte głównym grzbieciem Karkonoszy od południa i zbudowanym już z hornfelsów Wysokim Grzbieciem Gór Izerskich od północy. Nie bez przyczyny miejsce jest określane mianem Złotego Widoku.

### **Jak się tam dostać?**

Do kamieniołomu najłatwiej dojść drogą leśną z Michałowic (początkowo ul. Łowiecka), którą poprowadzono trasę rowerową. Jest to dawna droga dojazdowa do zakładu górniczego. Dojście zajmuje około 15 minut. Teren kamieniołomu jest swobodnie dostępny, ale należy zachować wzmożoną ostrożność, zwłaszcza pod ścianami skalnymi i na krawędzi wyrobiska. Do punktu widokowego prowadzi żółto znakowana ścieżka z centrum miejscowości przez DREWNIĄK, gdzie można obejrzeć interesujące formy skalne, w tym największy karkonoski kociołek wietrzeniowy. Do Michałowic można dojechać miejską linią autobusową z Jeleniej Góry.



Ryc. 63. Kamieniołom w Michałowicach

Gospodarcze zainteresowanie granitem nie ograniczało się do wykorzystania go jako kamień budowlany i drogowy. Wytwarzanie szkła, którego początki odnotowujemy już pod koniec średniowiecza i które rozślawiło region karkonoski w XIX i w początkach XX w., rozwinęło się dzięki dostępności miejscowego materiału do produkcji. Tym materiałem był piasek kwarcowy, pochodzący z wietrzenia granitu i celowego rozkruszania większych kryształów kwarcu. Do produkcji szkła potrzebne były, oprócz surowca skalnego, także znaczne ilości drewna do opalania pieców, dlatego w początkowym okresie huty szkła były obiektami „wędrującymi”, czyli były co pewien czas przenoszone w górę dolin. Stałe obiekty zaczęły powstawać w XVII w. W 1754 r. rozpoczęła działalność huta w Orlu w sercu Gór Izerskich, a w 1842 r. najbardziej znana z karkonoskich hut szkła – „Józefina” w górnej części Szklarskiej Poręby

(ryc. 64). Piasek pozyskiwano na miejscu, a pozostałościami tej działalności są widoczne do dzisiaj liczne płytkie, zarośnięte jamy i wyrobiska.

Potencjalnym źródłem dużych kryształów kwarcu, a także skalenia, który znalazł zastosowanie w przemyśle ceramicznym, były obecne w granicie karkonoskim pegmatyty. Nic więc dziwnego, że miejsca występowania tych skał zaczęto eksploatować. Dawne wyrobiska znajdziemy między innymi w okolicach Szklarskiej Poręby, na Rudziankach koło Zachełmia i w Górach Sokolich. Pegmatyty powstawały także w sąsiedztwie z granitem starszych skałach, między innymi w granitognejsach kowarskich, odsłaniających się na Kruczych Skałach w Karpaczu. Podążając za żyłą pegmatytu górnicy wchodzili coraz głębiej w masyw skalny, tak więc pozostałościami po pozyskiwaniu pegmatytów są jamy i komory, nieco na wyrost nazywane jaskiniami (co jest



Ryc. 64. Huta szkła „Józefina” w Szklarskiej Porębie (źródło: Karkonoskie Centrum Edukacji Ekologicznej w Szklarskiej Porębie)



Ryc. 65. Wnętrze Jaskini Bukowej pod Krzyżną Górą w Górach Sokolich

zresztą mylące, gdyż są to obiekty całkowicie sztucznego pochodzenia). Jedną z nich jest tzw. Jaskinia Bukowa pod Krzyżną Górą w Górach Sokolich – zespół rozgałęzionych niskich komór, w których pozyskiwano surowiec z poziomej żyły

pegmatytowej. W celu utrzymania stabilności powstałych pustek w skale konieczne było pozostawianie filarów podpierających strop, na których można wciąż ujrzeć efektowne duże kryształy kwarcu i skalenia potasowego (ryc. 65).

## CZERWONA JASKINIA NA RUDZIANKACH

Zalesione Rudzianki (576 m) są jednym z wielu wyodrębniających się wzniesień na Pogórzu Karkonoskim i rozdzielają doliny Zachelmca na wschodzie i Choińca na zachodzie. Są zbudowane z gruboziarnistej, porfirowatej odmiany granitu ze skaleniami potasowymi do 5-6 cm dł., który tworzy skałki typu rumowiskowego na szczycie. Na kilkumetrowej wysokości cokołe leżą trzy ostańcowe bloki skalne o wys. do 2 m, o chropowatych, silnie zwierzęcych ścianach. Na ich górnych powierzchniach znajdują się kociołki wietrzeniowe, a największy z nich ma wymiary 110 x 105 cm, przy wysokości tylnej ścianki 65 cm. W granicy porfirowatym występuje duże gniazdo pegmatytowe, niegdyś eksploatowane. Na północ od szczytowych skałek znajduje się powierzchniowe wyrobisko po pegmatytach o długości 6 m i głębokości 2-3 m, przechodzące głębiej w sklepioną komorę określaną jako Czerwona Jaskinia. Komora ma długość 7,5 m i wysokość do 1,5 m (ryc. 66). Gruboziarniste pegmatyty z dużymi czerwonymi skaleniami, do których nawiązuje nazwa obiektu, odsłaniają się na ścianach komory w części wejściowej i końcowej. Poniżej wyrobiska, na stoku, znajduje się hałda odrzuconych odłamków skalnych.

## Jak się tam dostać?

Północnymi stokami Rudzianek prowadzi czarny szlak turystyczny z Zachelmia do ruin zamku Chojnik, a zachodnimi szlak zielony z Przesieki na Chojnik, ale oba omijają szczyt. Osiągniemy go korzystając z jednej z licznych nieznakowanych ścieżek odchodzących od szlaków w górę (najwygodniej będzie pójść drogą prosto w górę w miejscu, gdzie jeszcze wśród zabudowań Zachelmia szlak czarny skręca w prawo na łąkę). Obiekt jest położony poza granicami Karkonoskiego Parku Narodowego i jest dostępny bez ograniczeń. Do Zachelmia można dojechać miejską linią autobusową z Jeleniej Góry.



Ryc. 66. Czerwona Jaskinia na Rudziankach. W prawym górnym rogu zbliżenie pegmatytu budującego ściany dawnego wyrobiska

Znaleziono także sposób na wykorzystanie powszechnie występujących w regionie karkonoskim zwietrzelin typu ziarnistego – wspominaanej w poprzednich rozdziałach „kaszy granitowej”. Rozluźnione przez wietrzenie, okazały się przydatnym materiałem przede wszystkim do budowy dróg, zwłaszcza że okolica jest raczej uboga w złoża piasku czy żwiru pochodzenia osadowego. W Kotlinie Jeleniogórskiej znajdziemy ponad dwadzieścia dużych wyrobisk pozostawionych po eksploatacji zwietrzelin, w tym i takie o wysokości ścian ponad 10 m. Przekazują one nam także informację, do jak znacznych głębokości sięga proces wietrzenia i jak

bardzo potrafi zmienić skalę macierzystą – pierwotnie twarde i zwięzły granit. W Karkonoszach zapotrzebowanie na ziarnistą zwietrzelinę wzrosło w 2. połowie XIX wieku, gdy rozpoczęto budowę utwardzonych dróg leśnych, ułatwiających gospodarkę leśną w dobrach Schaffgotschów i komunikację z wysoko położonymi halami. Zarośnięte jamy poeksploatacyjne spotkamy przy praktycznie każdej porządniejszej drodze, a najwyżej położone sporych rozmiarów wyrobisko znajduje się na Równi pod Śnieżką, na wysokości ponad 1400 m n.p.m.

Podobnie jak wiele innych miejsc w Sudetach, także Karkonosze przeżyły w przeszłości swoją „gorączkę złota”, choć na pewno nie taką skalę jak chociażby niedaleki region kaczawski. O „złotej” przeszłości świadczą przede wszystkim lokalne nazwy własne, będące tłumaczeniem wcześniejszych nazw niemieckich. Mamy więc Złote Jamy nad Szklarską Porębą, Złotą Jamę pod Chojnikiem, Złoty Potok nad Karpaczem i osiedle Płóczki w Karpaczu. Także nazwę Sowiej Doliny (niemiecki *Eulengrund*) wywodzi się niekiedy od zniekształconego celtyckiego wyrazu „jilova”, oznaczającego złoto. Jednak największe pole złotonośne w regionie znajdowało się w północnej części Kotliny Jeleniogórskiej, między Dziwiszowem a Grabarami.

Skąd się wzięło złoto w karkonoskich granitach i jak go poszukiwano? Złoto rodzime powstawało w późnych etapach rozwoju masywu granitowego i jest związane z żyłami kwarcowymi i pegmatytami, w których pierwiastki normalnie wy-

stępujące w ilościach śladowych są znacznie liczniej reprezentowane. W żyłach znajdowano drobiny złota, ale ich ilość była zdecydowanie za mała, aby przebijanie się przez twardą skałę było opłacalne. Dlatego już pierwsi poszukiwacze przyjęli inną strategię działania, pozwalając wykonać część pracy samej przyrodzie. Pegmatyty, podobnie jak granity, podlegały przez miliony lat wietrzeniu i w trakcie tego procesu były uwalniane drobiny złota. Wchodziły one w skład zwietrzelin, wraz z nią dostawały się w końcu do koryt potoków i były okazjonalnie przenoszone dalej przez wodę płynącą. Złoto jest jednak minerałem ciężkim, stąd szybciej opada na dno niż pozostałe ziarna, zwłaszcza w miejscach, gdzie nurt strumienia zwalniał. W ten sposób tworzyły się złoża wtórne, zwane także rozsypkowymi lub aluwialnymi. Miejscami występowania złota są więc stare utwory rzeczne, dzisiaj znajdujące się kilka, a nawet kilkanaście metrów nad korytem (ryc. 67), współczesne zwirowiska w strumieniach, a nawet materiał znajdujący się



Ryc. 67. Złote Jamy – miejsce dawnych poszukiwań złota powyżej Szklarskiej Poręby

w przegłębieniach skalnego dna koryta – tzw. kottach eworsyjnych. Złoto okolic Jeleniej Góry ma szczególnie złożoną historię. Skutkiem długotrwałej erozji granitu karkonoskiego pod koniec neogenu było powstanie dużego płata osadów żwirowo-piaszczystych na zachód od Dziwizowa, gdzie eksploatację prowadzono już od średniowiecza. Z kolei przepłukiwanie tego płata przez już całkiem współczesne potoki spowodowało, że drobiny złota trafiały do potoku Złotucha – dopływu Bobru, gdzie były ponownie osadzane na zakolach i w przegłębieniach. Do dzisiaj są one tam przedmiotem amatorskich poszukiwań.

W późnych etapach rozwoju intruzji, podczas krystalizacji resztkowej magmy i pod wpływem krążących jeszcze w skale gorących roztworów, powstało nie tylko złoto, ale i wiele innych rzadkich, a cennych minerałów. W Karkonoszach interesowali się nimi już prawdopodobnie Celtowie w pierwszych wiekach naszej ery, a na pewno od późnego średniowiecza Walończycy – przybysze z zachodniej Europy, o sporym doświadczeniu w poszukiwaniach kruszców i drogich kamieni. Drogocennych kamieni szukano przede wszystkim w pegmatytach, stąd liczne wyrobiska powierzchniowe i podziemne, ale także w zwietrzelinach i w żwirowiskach potoków. Te ostatnie przepłukiwano stosując wymyślne konstrukcje hydrotechniczne. Szczególnym zainteresowaniem cieszyły się te kamienie, które miały efektowne kształty, barwę i nadawały się do obróbki jubilerskiej. Karkonosze słynęły przede wszystkim z występowania różnych odmian kwarcu: ametystu, kwarcu dymnego, mlecznego i kryształu górskiego.

Na koniec warto wspomnieć, że z granitem karkonosko-izerskim wiązano także nadzieje na występowanie złóż rudnych, które zasługiwałyby na przemysłową eksploatację. Podczas wojennych poszukiwań złóż rud uranu na po-

trzeby radzieckiego przemysłu zbrojeniowego przyglądano się także masywowi granitowemu, pogłębiając między innymi sztolnię poszukiwawczą w Jagniątkowie. Ostatecznie jednak uznano, że szanse na zasobne złoża są znikome, a działalność wydobywczą była prowadzona w skałach osłony metamorficznej, głównie w Kowarach. Z kolei w rejonie Jakuszyce oczekiwano występowania złóż rud cyny, gdyż w żwirowiskach górnej Kamiennej stwierdzano występowanie minerału cyny – kasyterytu. Dla potwierdzenia tych przypuszczeń wykonano tu głęboki odwiert o nazwie Karkonosze – IG1, ale wyniki badań nie okazały się wystarczającą podstawą do rozpoczęcia prac górniczych. Biorąc pod uwagę naturalne piękno tych okolic – chyba jednak dobrze, że tak się stało...

## KAMIENNE KONSTRUKCJE I BUDOWLE

Zespoleń naturalnego skalnego krajobrazu z wytworami działalności ludzkiej zyskuje najbardziej efektowny wymiar w skałach stosunkowo miękkich i łatwych do obróbki. Tak jest w tufach wulkanicznych – że przywołajmy skalne kościoły i podziemne miasta tureckiej Kapadocji, ale także w piaskowcach. W niedalekich północnych Czechach dziesiątkami występują drążone w piaskowcowej skale kaplice i pomieszczenia magazynowe, misternie wymodelowane płaskorzeźby i przedstawienia figuralne, średniowieczne warownie wkomponowane w naturalne skalne ostańce, czy kute w skale kanały młyńskie. W obszarach zbudowanych z granitu tak efektownych przykładów raczej nie znajdziemy, niemniej kulturowy krajobraz Karkonoszy, a zwłaszcza Kotliny Jeleniogórskiej ma wiele cech i elementów, które zawdzięcza obecności granitu.

Chronologicznie najstarszymi przejawami silnej obecności granitu w krajobrazie kształtowanym przez człowieka, czyli krajobrazie kulturowym, są średniowieczne grodziska i warownie. Gródki na Wzgórzu Krzywoustego i na Koziańcu wykorzystywały obronne walory odosobnionych granitowych wzniesień wyspowych wznoszących się nad doliną Bobru, ale jeszcze pełniej wykorzystano naturalny krajobraz w późnym

średniowieczu, gdy powstały zamki Sokolec na Krzyżnej Górze, Chojnik na Pogórze Karkonoskim (ryc. 68), a przede wszystkim Bolczów w Rudawach Janowickich. Zamkowe mury i budynki nie tylko wznoszono z lokalnego granitowego kamienia, ale umiejętnie wkomponowano je pomiędzy skaliste ostańce, które przejmowały rolę murów i wież obronnych.



Ryc. 68. Ruiny zamku Chojnik na Pogórze Karkonoskim

## ZAMEK BOLCZÓW

Zamek Bolczów powstał w 2. połowie XIV w., po wojnach husyckich w początkach XV w. został odbudowany i rozbudowany przez Schaffgotschów, a w XVI w. nabrał cech renesansowej rezydencji. Pełnił w tym czasie ważną funkcję zapewniając ochronę polom górniczym w pobliskiej Miedziance, a w latach 1537-43 należał do Justusa Decjusza – sekretarza króla polskiego Zygmunta I Starego. Został zniszczony w 1645 r., pod koniec wojny trzydziestoletniej i od tej pory pozostaje w ruinie. W połowie XIX w. stał się lokalną atrakcją turystyczną, a w ruinach działało skromne schronisko turystyczne.

Bolców jest najlepszym sudeckim przykładem budowli obronnej wykorzystującej walory rzeźby terenu i wkomponowanej w naturalne formacje skalne (ryc. 69). Północna część Rudaw Janowickich obfituje w formy skałkowe, nierzadko osięgające 15-20 m wys. Na dwóch skalistych ostańcach oparto najstarszą część zamku, tzw. zamek górny. Wznosiły się na nich wieże zamkowe, a pomiędzy nimi rozciągał się dziedziniec z budynkami mieszkalnymi. Także w trakcie późniejszej rozbudowy wykorzystano granitowe baszty, łącząc je odcinkami muru, a w XVI w. wykorzystano kolejną skałkę jako fundament bastei przy nowej bramie wjazdowej. Mury zamkowe też wznoszono z miejscowego granitowego kamienia. Warto też zwrócić uwagę na elementy wykute w granitowej skale podłoża: schody, cysterny na wodę i fosę zewnętrzną.

### **Jak się tam dostać?**

Do ruin prowadzi zielony szlak turystyczny z Janowic Wielkich. Dojście z centrum miejscowości zajmuje około 50 minut, w środkowym odcinku jest dość strome. Ruiny są swobodnie dostępne, przez cały rok. Idąc dalej szlakiem czarnym, a potem niebieskim dotrzemy po około 30 minutach do skałki Piec (zob. s. 12–13).



Ryc. 69. Pozostałości murów zamkowych Bolcowa wkomponowane w skałki granitowe



Gdy w XVII-XVIII w. właściciele zamków zaczęli się przenosić w bardziej dogodnie do zamieszkania dna dolin i wznosić w nich swoje pałacowe rezydencje, średniowieczne budowle popadły w ruinę i zapomnienie, ale niejako nowe życie tchnęła w nie moda na bliższy kontakt z przyrodą i tajemnicami historii, typowa dla okresu romantyzmu przełomu XVIII i XIX wieku. Wybór Mysłakowic na miejsce letniego pobytu pruskiej rodziny królewskiej spowodował, że w Kotlinie Jeleniogórskiej zaczęły masowo powstawać kolejne rezydencje, a ich nieodłączną częścią były nierzadko rozległe założenia ogrodowo-parkowe. Co mają one wspólnego z granitem? Wbrew pozorom, bardzo wiele. Tworzący je, wybitni ogrodnicy owych czasów wykorzystali naturalne predyspozycje terenu na skalę niespotykaną nigdzie indziej w Sudetach i w efekcie czego powstały unikatowe, choć dzisiaj w dużej mierze zdegradowane kompozycje architektoniczno-krajobrazowe. Najwybitniejszym przykładem jest założenie parkowe w Bukowcu, nieco mniejsze towarzyszą pałacom w Stanisławowie Górnym, na wzgórzu Paulinum w Jeleniej Górze i nieistniejącemu już pałacowi w Maciejowej. Z parków zakładanych nad rzekami wychodziły osie widokowe w kierunku najbliższych wybitnych wzniesień, często zwieńczonych skałkami. Tak było w Karpnikach, gdzie nad kotliną z parkiem i pałacem dominowała Krzyżna Góra (ryc. 45), czy w Mysłakowic

ach, skąd udawano się na Krzyżową Górę.

Układ kompozycyjny poszczególnych obiektów w obrębie założeń pałacowo-parkowych nawiązywał do cech rzeźby granitowej, a ta z kolei – jak już wiemy – w znacznym stopniu odzwierciedla zróżnicowanie granitu i jego podatność na wietrzenie. Na naturalnych wzniesieniach stawiano wieże i altany widokowe, ruiny pseudośredniowiecznych zamków czy budowle nawiązujące do tradycji antycznych, np. amfiteatry czy „greckie świątynie”. Ważną rolę w zagospodarowaniu krajobrazu zgodnie z ideami romantyzmu odegrały również mniejsze formy rzeźby. Owalne zagłębienia kociołków wietrzniowych na skałkach granitowych wiązano z miejscami pogańskich kultów, a nagromadzenia głazów zagospodarowywano jako „miejsca mocy” i „kręgi druidów”. Z kolei szczeliny przecinające granitowe masywy, miejscami rozszerzone do postaci tuneli i jaskiń, stawały się „starożytnymi” pustelniami owianymi legendami, jak na przykład na Witoszy, lub tajemniczymi skalnymi kaplicami, jak na wzgórzu Paulinum w Jeleniej Górze. Wykorzystywano je także do stworzenia sieci tras spacerowych o romantycznym, „dzikim” charakterze. Krótko mówiąc, nie byłoby unikatowych ogrodów i parków Kotliny Jeleniogórskiej, gdyby nie wyjątkowy w skali Sudetów pagórkowaty, skalisty granitowy krajobraz.

## ROMANTYCZNY PARK W BUKOWCU

Założenie parkowe w Bukowcu, powstałe z inicjatywy von Redenów – właścicieli miejscowości na przełomie XVIII i XIX w., jest najdoskonalszym przykładem romantycznego parku krajobrazowego w Kotlinie Jeleniogórskiej. Zajmuje ono powierzchnię ponad 20 ha bardzo zróżnicowanego terenu, z centralnym obniżeniem z kilkunastoma stawami hodowlanymi, granitowymi pagórkami po jego wschodniej stronie i podłużnym grzbietem na długiej żyłe mikrogranitowej po stronie zachodniej. Dalej na zachód wznosi się Mrowiec (513 m), będący jednym z wyższych wzniesień w Kotlinie Jeleniogórskiej, niegdyś zagospodarowany i ceniony punkt widokowy. Dlatego właśnie park w Bukowcu zasługuje na szczególną uwagę? Ponieważ tu właśnie nastąpi-

to harmonijne zespolenie naturalnych form rzeźby granitowej z elementami wprowadzonymi przez człowieka, zarówno materialnymi jak i ideowymi, na skalę nieobecną w innych założeniach parkowych w Kotlinie.

Wśród licznych obiektów parkowych (a wiele niestety nie przetrwało do naszych czasów wskutek zaniedbań okresu powojennego czy wręcz świadomych dewastacji) wymieńmy trzy, których związek z granitowym podłożem jest szczególnie wyraźny. Pierwszym z nich jest zespół budowli na grzbiecie bezpośrednio na północ od kościoła św. Marcina i cmentarza we wsi. Tworzą go kamienna wieża widokowa stylizowana na średniowieczne zamczysko i położone 100 m dalej na północ ruiny „rzymskiego” amfiteatru (ryc. 70). Obecność grzbietu w tym miejscu nie jest przypadkowa. Typowy granit porfirowaty przecinają tu liczne żyły aplitu, a większa wytrzymałość i odporność na wietrzenie drobnziarnistych skał żyłowych zadecydowała o istnieniu wypukłej formy terenu. Drugim jest nawiązujący do tajemniczych tradycji celtyckich „Krağ Druidów” – nagromadzenie obłych brył granitu o długości do 2 m na płaskim garbie w dnie płaskodennego obniżenia, wśród starych dębów (ryc. 71). Jest on kolejnym przykładem wykorzystania naturalnych form rzeźby dla osiągnięcia efektu ideowego. Jakkolwiek nie można wykluczyć, że niektóre głazy zostały przesunięte, a inne usunięte dla wzmocnienia wrażenia wizualnego, to w ogólności są one naturalnego pochodzenia.

Wskutek długotrwałego wietrzenia większość granitowej masy uległa rozpadowi do postaci sypkiego gruzu, a tylko najbardziej odporne elementy pozostały jako pojedyncze bloki. W granitowym krajobrazie Kotliny Jeleniogórskiej znajdziemy wiele przykładów takich wzgórz, których jądrem jest już nie tyle twardy, złączony z podłożem granit, a tylko grupa dużych bloków i głazów. Trzecią osobliwością przyrodniczą jest wąski grzbiet na zachód od stawów. Ma on blisko



Ryc. 70. Stylizowane ruiny antycznych i średniowiecznych budowli na grzbiecie granitowym należą do ważniejszych elementów założenia parkowego w Bukowcu

2,5 km długości i odzwierciedla przebieg odpornej żyły mikrogranitu. W jego południowej części wznoszą ruiny tzw. Opactwa – dawnej kaplicy grobowej hrabiów von Reden, a niżej, już nad Jedlicą, znajduje się Grota – nieco poszerzona naturalna wnęka w skalnym zboczu, powstała przez selektywne wietrzenie granitu.

### **Jak się tam dostać?**

Dawne założenie parkowe rozciąga się na północ od wsi. Zachodnim skrajem pomiędzy stawami prowadzi czerwony szlak do Mysłakowic, który przecina grzbiet mikrogranitu w pobliżu Opactwa. Dwa pozostałe miejsca opisane powyżej leżą poza znakowanymi szlakami, ale łatwo do nich dotrzeć. Do Kręgu Druidów doprowadza droga zaczynająca się na przeciwko pałacowi w Bukowca i biegnąca na północ. Do wieży widokowej i ruin amfiteatru dojdziemy drogą odchodzącą na zakręcie w lewo od drogi jezdnej z Bukowca do Karpnik, niedaleko za cmentarzem. Na okolicznych wzniesieniach spotkamy też wiele skałek granitowych różnej wielkości i kształtu. Dawne obiekty założenia parkowego robią większe wrażenie wczesną wiosną i jesienią, gdy roślinność nie jest tak bujnie rozwinięta.



Ryc. 71. „Krąg Druidów” – skupisko głazów granitowych

W dawnych założeniach parkowych, ale także poza nimi, spotkamy sporo obiektów małej architektury, do wznoszenia których wykorzystywano miejscowy, najbardziej dostępny materiał – granit. Niestety, wiele z nich, pochodzących XIX i pierwszej połowy XX w. nie przetrwało do naszych czasów. Te obiekty to przede wszyst-

kim różnego rodzaju pomniki, chętnie wystawiane osobom zasłużonym lub ku pamięci wydarzeń historycznych. Monumentalna granitowa wieża stała na wierzchołku Witoszy i upamiętniała kanclerza Rzeszy Bismarcka – została po niej tylko podstawa. Podobnie tylko resztki pomnika pruskiego cesarza Wilhelma I wieńczą



Ryc. 72. Granitowa ławka pod Słonecznikiem na głównym grzbiecie Karkonoszy

szczyt Wielkiego Szyszaka. Więcej szczęścia miał kamienny Krzyż Trzech Królów Pruskich na Krzyżowej Górze nad Mysłakowicami, stojący do dziś. Interesującym obiektem jest wyciosana

z granitu ławka pod Słonecznikiem (ryc. 72). W wielu miejscach możemy oglądać dawne kamienne drogowaskazy, pełniące niegdyś taką samą funkcję jak dzisiejsze oznaczenia szlaków



Ryc. 73. Dobre Źródło pod Grabowcem



Ryc. 74. Kamienne grodzienia pól nad Górzycem w Górach Izerskich

turystycznych. O ileż okazały się one trwalsze... Granitowymi blokami obudowywano źródła, co zobaczymy przy najbardziej znanym karkonoskim źródle – Dobrym Źródle pod Grabowcem, któremu są przypisywane lecznicze, a nawet cudowne właściwości (ryc. 73).

Najbardziej efektownymi i budzącymi podziw konstrukcjami z granitu wzniesionymi ręką ludzką są jednak kamienne grodzienia pól. Ten sposób wyznaczania granic działek, powszechny w Europie północnej i na Wyspach Brytyjskich, w Europie środkowej występuje sporadycznie, dlatego przykłady z regionu karkonoskiego nabierają szczególnego znaczenia. Poszczególne poletka są oddzielone od siebie murkami o wysokości do 1,5 m i zbliżonej szerokości, ciągnących się przez

dziesiątki, a nawet setki metrów (ryc. 74). Tworzenie kamiennych ogrodzeń było podyktowane potrzebą. Na stokach zalegały licznie granitowe głazy, utrudniając, czy wręcz uniemożliwiając wykorzystanie rolnicze. Usuwno je z pól i gromadzono bądź na nieregularnych przymach, bądź budowano z nich murki. Wtedy spełniały dodatkowe funkcje: jednoznacznie wyznaczały granice działek i zapewniały ochronę przed wiatrem. Przykłady grodzonych pól znajdziemy na Pogórzu Karkonoskim, między innymi w Borowicach, ale najbardziej efektowne występują na stokach Grzbietu Kamienickiego Gór Izerskich: nad Górzycem, Kopańcem i Chromcem. Nie jest to wprawdzie już „nasz” masyw granitowy karkonosko-izerski, niemniej także obszar zbudowany z granitu, tyle że znacznie starszego.

## POLA GRODZONE W BOROWICACH

Borowice to śródleśna osada we wschodniej części Pogórza Karkonoskiego, założona w obszernej kotlinie, gdzie łączy się ze sobą kilka strumieni spływających z głównego grzbietu Karkonoszy, aby dać początek większemu potokowi – Kaczej. Jej początki datują się na połowę XVII w.

i podobnie jak kilka innych osad na Pogórze, została ona założona przez emigrantów religijnych z Czech, uciekających przed prześladowaniami. Mieszkańcy wsi trudnili się pasterstwem, leśnictwem i w mniejszym stopniu – ze względu na surowe warunki klimatyczne – rolnictwem. Dopiero pod koniec XIX w. Borowice zaczęły rozwijać się jako miejscowość letniskowa i dzisiaj pełni właściwie wyłącznie taką funkcję. Zasięg poszczególnych działek był wyznaczany przy użyciu granitowych głazów, które licznie występowały na łagodnie nachylonych stokach. Układano z nich niskie miedze na wysokość zaledwie jednego lub dwóch głazów lub tworzone bardziej okazałe konstrukcje o wysokości 1-1,2 m (ryc. 75). Zwraca uwagę fakt, że nie korzystano z żadnej zaprawy, tylko precyzyjnie dopasowywano głazy do siebie, aby uzyskać stabilność muru. Nie wszystkie grodzienia przetrwały do naszych czasów, ale część z nich można wciąż zobaczyć.

### **Jak się tam dostać?**

Grodzone pola w Borowicach zobaczymy idąc zachodnim skrajem miejscowości, żółtym lub zielonym szlakiem z Przesieki, tuż powyżej Drogi Sudeckiej – szerokiej drogi jezdnej, która w zamierzeniu miała doprowadzać na Przełęcz Karkonoską, ale urywa się na stokach Suchej Góry. Przy niej znajduje się końcowy przystanek miejskiej linii autobusowej z Jeleniej Góry.



Ryc. 75. Pola grodzone w Borowicach

# Literatura

Czytelnik zainteresowany pogłębieniem informacji o granicie karkonoskim, jego geologicznej przeszłości, związanych z nim minerałach i rozwoju rzeźby terenu w obszarze granitowym ma do dyspozycji dziesiątki publikacji naukowych, zarówno w języku polskim, jak i językach obcych (niemieckim, czeskim, angielskim). Poniżej podano tytuły wybranych prac w języku polskim, w których zagadnienia prezentowane w tej publikacji są omówione w bardziej pogłębiony sposób.

Cwojdziański S., Kozdrój W., 2007, Sudety. Przewodnik geoturystyczny wzdłuż trasy drogowej Nysa – Żłoty Stok – Kłodzko – Wałbrzych – Jelenia Góra. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa

Czerwiński J., 1985, Główne rysy rzeźby i rozwój geomorfologiczny. [w:] Karkonosze polskie, Ossolineum Wrocław, s. 53–76.

Grodzicki A., 2005, Występowanie złota w bloku karkonosko-izerskim. [w:] Karkonosze. Przyroda nieożywiona i człowiek, M. P. Mierzejewski (red.), Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego (Acta Universitatis Wratislaviensis no. 2823), Wrocław, s. 293–306.

Knapik R., 2008, Przewodnik geoturystyczny po Karkonoskim Parku Narodowym. Karkonoski Park Narodowy, Jelenia Góra.

Knapik R., Migoń P., 2011, Atlas. Georóżnorodność i geoturystyczne atrakcje Karkonoskiego Parku Narodowego i otuliny. Karkonoski Park Narodowy, Jelenia Góra.

Knapik R., Migoń P., Suszkievicz A., Aleksandrowski P., 2011, Geopark Karkonosze – georóżnorodność i geoturystyka. Przegląd Geologiczny, t. 59, nr 4, s. 311–322.

Knapik R., Rybski R., Suszkievicz A., 2011, Minerale polskich Karkonoszy. Karkonoski Park Narodowy, Jelenia Góra.

Mierzejewski M.P., 2005, Karkonosze – ewolucja masywu granitowego. [w:] Karkonosze. Przyroda nieożywiona i człowiek, M. P. Mierzejewski (red.), Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego (Acta Universitatis Wratislaviensis no. 2823), Wrocław, s. 83–132.

Migoń P., 2005, Karkonosze – rozwój rzeźby terenu. [w:] Karkonosze. Przyroda nieożywiona i człowiek, M. P. Mierzejewski (red.), Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego (Acta Universitatis Wratislaviensis no. 2823), Wrocław, s. 323–351.

Żelaźniewicz A., 2005, Przeszłość geologiczna. [w:] Przyroda Dolnego Śląska, J. Fabiszewski (red.), Polska Akademia Nauk, Oddział we Wrocławiu, Wrocław, s. 61–134.

Materiały edukacyjne Karkonoskiego Parku Narodowego



### **Karkonoski Park Narodowy**

ul. Chałubińskiego 23  
58-570 Jelenia Góra, tel. 75 75 537 26  
sekretariat@kpnmab.pl  
www.kpnmab.pl

ISBN: 978-83-935532-2-8