

Prof. dr hab. Zofia Alexandrowicz
Instytut Ochrony Przyrody PAN

Wartości abiotyczne i ich zagrożenia w rezerwacie przyrody „Skamieniałe Miasto” w Ciężkowicach

Cel opracowania

Opracowanie ma na celu waloryzację geologicznych i geomorfologicznych cech rezerwatu przyrody „Skamieniałe Miasto” w Ciężkowicach i ich zagrożeń oraz na tym tle przedstawienie wytycznych dla prawidłowego zabezpieczenia jego wartości.

Rezerwat „Skamieniałe Miasto” znajduje się w obrębie Pogórza Karpackiego, jako jeden z dziewięciu obszarów występowania skałek piaskowcowych, znajdujących się pod ochroną rezerwatową. Ponadto 14 obiektów obejmujących pojedyncze skałki lub ich małe skupienia podlega tu ochronie jako pomniki przyrody. W pozostałej części Karpat fliszowych wszystkie cztery parki narodowe zawierają interesujące formy skalne. Spośród występujących tu licznych rezerwatów przyrody, niektóre ich obszary szczególnie wyróżniają się skalistą rzeźbą, związaną z rozległymi, starymi osuwiskami, a oryginalne, głównie pojedyncze skałki piaskowcowe w liczbie 24, zostały już uznane za pomniki przyrody.

Legendy ludowe i wierzenia przez długie wieki ochraniały skałki przed niszczeniem przez człowieka. Pozostawione w aurze tajemniczości i kultu religijnego, podlegały one ciągłym, naturalnym procesom wietrzenia fizycznego i chemicznego. Z czasem jednakże niektóre z nich, zwłaszcza znajdujące się w pobliżu osad ludzkich, ulegały całkowitemu lub częściowemu zniszczeniu na skutek pozyskiwania z nich kamienia budowlanego.

Atrakcyjność skałek była postrzegana od najdawniejszego okresu rozwoju krajoznawstwa (Alexandrowicz 2009). W obecnych czasach nasilenia ruchu turystycznego, ujawniają się w sposób wyraźny ślady dewastacji naturalnych form skalnych, powodowanej ryciem napisów i rysunków, pokrywaniem ścian kolorowymi graffiti i odłupywaniem fragmentów. Niektóre skałki otaczają wydeptane, liczne ścieżki. Znajdują się tu także pozostałości po zniszczonych tablicach informacyjnych, a niekiedy nawet składowiska śmieci. Duże zagrożenia dla zachowania naturalności kształtów i powierzchni omawianych obiektów następują w skutek uprawiania wspinaczki. W Karpatach fliszowych istnieje około 60 rejonów wspinaczkowych, obejmujących głównie skałki piaskowcowe na obszarach rezerwatów przyrody i pomników przyrody (Jodłowski 2011).

Różna, bezprawna działalność oraz uzasadnione obawy związane z planowanymi zamierzeniami wykorzystania chronionych obszarów skałkowych, skłaniają do uświadomienia społeczeństwu znaczenia tych obiektów, jako elementów dawnych i współczesnych procesów kształtowania Karpat. Merytoryczna waloryzacja skałek, wychodząca poza wizualne dostrzeganie jedynie cech estetyczno-krajobrazowych, stanowi główną motywację konieczności trwałego zabezpieczenia tych form. Skuteczne przeciwdziałanie dewastacji oraz prawidłowe funkcjonowanie dydaktyczno-turystyczne obiektów skalnych są podstawowymi zadaniami realizacji ich ochrony.

Formy skałkowe są ważnymi elementami sieci obiektów geoturystycznych w Karpatach. Włączone w tę sieć skałki mogą być właściwie promowane w kontekście budowy geologicznej, rzeźby i środowiska kulturowego obszaru ich występowania (Alexandrowicz 2008). Ocena wartości skalnych obiektów poddanych ochronie indywidualnej czy w obrębie sieci geoturystycznej, powinna opierać się na merytorycznych kryteriach, które uwzględniają znaczenie tych form w szerokim aspekcie i są podstawą do wnioskowania o ich genezie. Kryteria te waloryzują omawiane formy pod kątem ich wielkości i kształtu, położenia względem elementów rzeźby i budowy geologicznej, litologii i struktur sedymentacyjnych formacji skalnych, form wietrzenia, przejawów ruchów tektonicznych i zjawisk osuwiskowych.

Status prawny ochrony rezerwatu przyrody

Pierwszym aktem prawnym dotyczącym obszaru rezerwatu „Skamieniałe Miasto” było rozporządzenie wydane przez Krakowski Urząd Wojewódzki w dniu 28 września 1931 roku, (Rozporządzenie L. ak.I 313-8/31 Dz.U.R.P. Nr 29 poz. 265). Poddawało ono ochronie w formie zabytku same skałki zajmujące powierzchnię 30491 m² (3,0491 ha) na wyznaczonych parcelach. Akt ten został potwierdzony w dniu 14 czerwca 1948 roku przez Krakowski Urząd Wojewódzki (L. Ks. I-4-11/48).

Główny akt prawny powołujący rezerwat przyrody „Skamieniałe Miasto”, oparty na Ustawie o ochronie przyrody z 1949 roku, został wydany przez Ministra Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego w dniu 12 lipca 1974 roku (Zarządzenie Nr 28 poz. 172). Obszar ochrony zaklasyfikowano wówczas jako rezerwat przyrody nieożywionej, którego celem ustanowienia jest według zarządzenia: „*zachowanie terenu z licznymi małowniczymi grupami skał o rzadko spotykanych konturach, zbudowanych z piaskowca ciężkowickiego*”. Rezerwat o powierzchni 15,01 ha w czasie jego powołania składał się z pięciu enklaw z grupami skałek wraz z ich otoczeniem, leżących pośród gruntów rolnych i leśnych. Największa część

rezerwatu (ok. 11 ha) obejmuje zachodni stok wzgórza Skała. W obrębie obszaru objętego ochroną znajdują się parcele gruntowe, zarządzane przez Urząd Gminy w Ciężkowicach (ok. 85 %) oraz parcele stanowiące własność prywatną (ok. 14 %) i państwową (ok. 1 %).

Według obowiązującej rozszerzonej klasyfikacji rezerwatów przyrody, omawiany teren ochrony należy do rodzaju rezerwatu przyrody nieożywionej, w tym typu i podtypu określonych jako: geologiczny i glebowy, geomorfologiczny, skał, minerałów, osadów i gleb (Ggte). Zgodnie z nowymi pomiarami geodezyjnymi powierzchnia rezerwatu wynosi obecnie 14,91 ha. Projekt planu opracowany rezerwatu przez Przedsiębiorstwo Wielobranżowe KRAMEKO Sp. z o.o., na okres lat 2003-2022, nie wszedł do realizacji z powodu zmiany procedur przygotowania i zatwierdzania tego rodzaju dokumentów.

Stan poznania abiotycznych wartości rezerwatu

Budowa geologiczna i cechy rzeźby rezerwatu „Skamieniałe Miasto” są dobrze poznane i stanowią merytoryczną podstawę dla oceny zmian środowiska abiotycznego, rodzaju zagrożeń i realizacji ochrony oraz wykorzystania obszaru dla celów edukacyjnych. Prowadzone w okresie międzywojennym prace geologiczne i kartograficzne dały pierwsze rozpoznanie rozprzestrzenienia gruboławicowych piaskowców ciężkowickich w okolicy Ciężkowic, ich składu petrograficznego, pozycji stratygraficznej i tektonicznej (Grzybowski 1921, Zerndt 1924, Bieda 1930, 1932, Świdziński 1935, 1936).

Po drugiej wojnie światowej podsumowane i uzupełnione zostały wyniki prac kartograficznych i wiertniczo-poszukiwawczych prowadzonych w okolicy Ciężkowic (Konarski 1964). Budowa geologiczna była następnie przedstawiana na kolejnych edycjach map. Ważnym wynikiem badań warstw piaskowców ciężkowickich okolic Ciężkowic było wydzielenie w ich obrębie zespołów ławic piaskowcowo-zlepieńcowych tworzących poziomy rozdzielone cienkimi wkładami łupków. Szczegółowa mapa geologiczna i jej objaśnienie zostały opublikowane w monografii, która stała się podstawą do zatwierdzenia rezerwatu w 1974 roku (Alexandrowicz 1970).

W zakresie identyfikacji powierzchniowych form w Skamieniałym Mieście była opracowana po raz pierwszy ich wstępna klasyfikacja (Klimaszewski 1947). Następnie została ona znacznie rozszerzona i zaprezentowana w formie mapy, przyjmując za podstawę wyróżnień kształt form, ich wielkość oraz położenie w stosunku do podłoża i morfologii terenu (Alexandrowicz 1970).

Innym nurtem zainteresowania obszarem rezerwatu były studia sedymentologiczne (Koszarski 1956; Leszczyński 1981, 1989). Obserwacje struktur sedymentacji piaskowców

wyeksponowane wietrzeniem, umożliwiły określenie warunków depozycji głębokomorskich osadów, jako podmorskich spływów piaszczysto-żwirowych.

W związku z działaniami, a także z planami wykorzystania rezerwatu, niezgodnymi z potrzebami jego ochrony, powierzchniowe formy mikrorzeźby zagrożone degradacją należy wskazać jako ważny przedmiot badań. Ich geneza i zachowanie naturalnego przebiegu procesu wietrzenia są problemem wymagającym opracowań z wykorzystaniem różnych standardowych metod analitycznych. Osiągnięte dotychczas wyniki w tym temacie zostaną przedstawione przy omawianiu form mikrorzeźby oraz przyczyn ich zagrożenia (Alexandrowicz 1970, 1978, 1989; Alexandrowicz, Pawlikowski 1982; Alexandrowicz, Brzeźniak 1989; Alexandrowicz, Marszałek, Rzepa 2012, w druku).

W obrębie omawianego obszaru rozpoznanych jest 10 jaskiń i schronów podskalnych o łącznej długości 101 m (Mleczek 1997). Świadczą one o grawitacyjnym rozpadzie blokowym masywów skalnych, następującym wzdłuż sieci spękań.

Charakterystyka abiotycznych wartości rezerwatu

Budowa geologiczna. Typową formacją geologiczną okolic Ciężkowic są piaskowce ciężkowickie. Ich gruboławicowe kompleksy wchodzi w skład antykliny w obrębie tektonicznej struktury fałdowej Rożnów-Ciężkowice płaszczowiny (serii) śląskiej. Występowanie tej formacji ma tu znaczenie stratotypowe, a jej wiek określa się na dolny eocen. Na terenie rezerwatu i jego bliskich okolic występują trzy poziomy ławic zlepieńcowo-piaskowcowych, przedzielone cienkimi warstwami łupków. Skałki występują w obrębie stratygraficznie najniższego poziomu (III). Od pozostałych młodszych poziomów (II, I) różni się on zespołem bardzo grubych ławic piaskowców zlepieńcowatych, tworzących ciągłą strefę o przebiegu równoleżnikowym i szerokości 500 m na zachodzie, a ku wschodowi zwężającą się do około 200 m. Charakterystycznymi cechami poszczególnych ławic jest duża zmienność uziarnienia piaskowców oraz nierównomiernie rozmieszczone spoiwo, przeważnie ilaste lub ilasto-żelaziste, rzadziej krzemionkowe lub wapniste. Materiał spoiwa występuje między ziarnami kwarcu, a także innych minerałów (głównie skaleni) i okruchów skał. Poszczególne grube ławice piaskowców odznaczają się zmienną miąższością i zróżnicowaną strukturą warstwowania. W obrębie rezerwatu wychodnie omawianych skał zapadają ku południowi, niekiedy z odchyleniem w kierunku zachodnim. Kąty nachylenia ławic mieszczą się w granicach 10-32°, a na ogół mają one ponad 20°.

Na podłożu piaskowców, w otoczeniu ich wychodni, występują miejscami zwietrzelinowe osady piaszczyste lub ilasto-piaszczyste, powstałe w okresie czwartorzędu. W

miejscach o podłożu z dużym udziałem utworów ilastych wykształciły się pokrywy gliniaste. W dnach dolinek nagromadziły się miejscami ropy, piaski i żwir, natomiast dolinę rzeki Białej obrzeżają terasy zbudowane z gliniasto-piaszczystych osadów aluwialnych.

Rzeźba. Okolice Ciężkowic położone w obrębie Pogórza Ciężkowickiego, na terenie Ciężkowicko-Roznowskiego Parku Krajobrazowego, charakteryzują się wyosobnionymi wzniesieniami, nie przekraczającymi 400 m npm. Obszar rezerwatu „Skamieniałe Miasto” sięga od prawego brzegu doliny rzeki Biała, znajdującej się na poziomie 265 m npm, do kulminacji (367 m npm) wzgórza Skała, obejmując jego stok południowo-zachodni (ryc. 1). Różnice wysokości terenu są znaczne (ok. 100 m) w odniesieniu do niewielkiego obszaru rezerwatu i stoku, który wzdłuż swojego zmiennego nachylenia (20° - 40°) liczy maksymalnie 600 m długości. Stok ten jest rozczłonkowany nielicznymi, suchymi dolinkami, przechodzącymi ku górze w rozłogi lub nieckowate zagłębienia. W południowo-wschodniej części rezerwatu ograniczonej Lisim Wąwozem, znajduje się okresowy ciek spływający do Białej.

Morfologia obszaru rezerwatu odzwierciedla zróżnicowaną odporność podłoża skalnego. Zwięzłe, twardzielcowe fragmenty piaszczystych kompleksów, leżące pośród mniej odpornych skał, zostały wyeksponowane na powierzchni terenu dzięki różnym procesom rzeźbotwórczym w czasie trwania czwartorzędu. Ich pierwotne kształty, uzależnione od gęstości i systemu spękań ciosowych, ulegały z czasem przemodelowaniu pod wpływem procesów wietrzenia.

W rezerwacie występuje 11 pojedynczych lub skupionych blisko siebie grup dużych skałek piaszczystych oraz liczne mniejsze w ich otoczeniu (ryc. 1). Największe skałki o kształcie ambon i wolnostojących baszt mają ponad 10 m wysokości. Charakterystyczne jest strefowe rozlokowanie skałek, uwarunkowane dominacją różnych procesów kształtowania rzeźby. Trzy strefy wysokościowe wyróżnione w poprzecznym przekroju wzgórza obejmują skałki: 1 – przydolinne, 2 – stokowe, 3 – wierzchowinowe i przywierzchowinowe.

1. Skałki przydolinne o nazwach Czarownica (13 m wysokości), Ratusz (12 m) i Grunwald (17 m), wznoszą się ponad wąską terasą zalewową rzeki Białej (ryc. 1, stanowiska A-C). Mają one kształt rozległych i graniastych baszt, a ograniczają je przemodelowane pionowe ściany, będące pierwotnie powierzchniami spękań ciosowych piaszczystych (fot. 1). Fragmenty tych powierzchni, pokrytych żelazistymi skorupami, zachowały się jeszcze na niektórych ścianach. W ukształtowaniu omawianych skałek duży udział miały procesy erozji rzecznej w czasie pogłębiania się doliny. Współcześnie, przy wysokim stanie wody, skałki Czarownica i Ratusz, znajdujące się tuż na brzegu zakola rzeki, ulegają niekiedy

podmywaniu, a najniżej położone części ścian są wówczas erodowane, co zaznacza się obecnością ich wklęsłego profilu.

2. Skalki stokowe występują w obrębie południowo-zachodniego skłonu wzgórza. Typowymi ich przedstawicielami są formy ujęte wspólną nazwą – Grupa Borsuka (ryc. 1, stanowisko E). Mają one różny kształt i wysokość nie przekraczającą 7 m, najczęściej około 3 m. W miejscach ich występowania nachylenie stoku osiąga najwyższą wartość wynoszącą 40°. Pośród skałek należących do omawianej grupy, przestrzennie dominuje „Borsuk” – platforma skalna, rozczłonkowana rozwartą szczeliną. W jej sąsiedztwie, po stronie zachodniej, znajduje się skupienie skałek o bardzo urozmaiconych kształtach i ścianach pokrytych zróżnicowanymi strukturami wietrzenia (fot. 2 i 3). Wznoszą się one z cokołów skalnych, a niektóre z nich mają kształt grzybów. Innym przykładem skałek stokowych są formy określane jako Aligator i Piramidy leżące w obramowaniu zakończenia Lisiego Wąwozu (ryc. 1, stanowisko F). Wyjątkowymi formami są Piramidy – dwa wielkie bloki piaskowcowe oderwane od wychodni skalnych i przemieszczone na dno rozłogu Lisiego Wąwozu (fot. 4).

Położenie, kształt i zmienność upadu ławic piaskowcowych, z których są zbudowane skałki występujące na stoku, zwłaszcza w Grupie Borsuka i Piramid, wskazują na ich genetyczne powiązanie z ruchami masowymi. Doprowadziły one do rozczłonkowania kompleksów skalnych wzdłuż spękań ciosowych i do ich przemieszczenia. Górne części ławic piaskowcowych, odsłanianych w trakcie tych procesów na stoku, charakteryzujące się zróżnicowanymi strukturami sedymentacyjnymi, zostały następnie oryginalnie ukształtowane dzięki selektywnemu wietrzeniu.

3. Skałki wierzchowinowe i przywierzchowinowe znajdują się w obrębie powierzchni szczytowej grzbietu o kierunku NW-SE, obejmującego kulminację wzgórza Skała. Odsłaniają się tu niemal w sposób ciągły wychodnie gruboławicowych piaskowców w formie płyt i progów. Miejscami grzbiet jest obramowany krawędziami płytkich, skalistych nisz osuwiskowych. Ponad nierówną powierzchnią grzbietu, uważaną niekiedy za strukturalną lub za pogórski poziom denudacyjnego zrównania rzeźby, wznoszą się ze skalnych cokołów residualne, wolnostojące skałki o kształcie wyniosłych baszt (ryc. 1, stanowiska G-K). Są to obiekty o zazwyczaj używanych nazwach: G – Pustelnia (7 m wysokości), H – Baszta im. I.J. Paderewskiego (10 m; fot. 5), I – Cyganka (6 m), J – Grzybek (6,5 m), K – Skałka z Krzyżem (9 m; fot. 6). Wyeksponowanie tych skałek wiąże się z procesem denudacyjnego obniżania powierzchni szczytowej wzgórza, dostosowanego do zróżnicowanej odporności piaskowców. W kształtach „bryłowych” tej grupy skałek można zaobserwować szczeliny i

fragmenty ścian o przebiegu zgodnym z układem płaszczyzn ciosowych, ale u większości form dominują jednak powierzchnie w różnym stopniu przekształcone przez procesy wietrzenia.

Formami skalnymi nie podlegającymi powyższej klasyfikacji są dwie skałki określane jako Warownie lub Sowy (ryc. 1, stanowisko D). Występują one w zakończeniu Wąwozu Harcerzy, półkoliście obrzeżonym skalnymi progami. Wąwóz ten jest sztuczną formą, która powstała w wyniku prowadzonej tu niegdyś eksploatacji piaskowców. Skałki mają kształt baszt i są położone blisko siebie. Dolna z nich wznosi się do wysokości 10 m, a górna do 14 m. Struktury wietrzeniowe pokrywające ich ściany są niezwykle urozmaicone i bogate. W obrębie progów skalnych na zapleczu Warowni, występują małe jaskinie szczelinowe, które świadczą o rozluźnieniu górotworu, spowodowanym ruchami masowymi. Same skałki znajdują się w górnej części starego kamieniołomu, w którym prawdopodobnie wydobywano tylko fragmenty ławic piaskowców stosunkowo mało zwarte i przydatne do użytku, a omijano i pozostawiano na miejscu ich szczególnie twarde konkracje. Niezwykłość położenia Warowni w obrębie kamieniołomu jest zatem ważnym dowodem świadczącym o dużym zróżnicowaniu odporności piaskowców ciężkowickich, uwarunkowanym ich zmiennym składem ziarnowym i nierównomiernym występowaniem spoiwa.

Mikrorzeźba powierzchni skałek

Różnorodność postaci skałek „Skamieniałego Miasta” oraz bogata mikrorzeźba ich powierzchni są zależne przede wszystkim od litologicznych i sedymentacyjnych cech piaskowców, które podlegają procesom selektywnego wietrzenia w zmiennych warunkach klimatycznych. Dużą rolę odgrywają także spękania piaskowców. Ich płaszczyzny wyraźnie odzwierciedlają się w kształcie niektórych skałek, a głównie w przebiegu dzielących je rozwartych szczelin. Bogactwo mikrorzeźby polega nie tylko na jej zróżnicowaniu i wyraźnym wyeksponowaniu, ale przede wszystkim na uzewnętrznieniu etapów rozwoju poszczególnych rodzajów form wietrzeniowych. Świadczą one bowiem o naturalnej ciągłości dokonującej się transformacji morfologii ścian skalnych. W obrębie jednej skałki można obserwować różne zespoły form wietrzenia, niekiedy tylko ich pojedyncze wystąpienia, wyraźnie lub słabo wyeksponowane, co często jest zależne od ekspozycji ścian. Z tych względów poszczególne zgrupowania skałek należy oceniać w kontekście ich otoczenia i jako całość złożoną z wszystkich elementów.

Formy wietrzeniowe na powierzchniach skałek piaskowcowych reprezentują dwojaką wartość i znaczenie, jako elementy geologiczne i geomorfologiczne. W toku procesu

wietrzenia na ścianach skałek uzewnętrzniają się różnorodne struktury sedymentacyjne piaskowców karpackich. Dzięki temu skałki są najlepszymi obiektami nadającymi się do bezpośredniej obserwacji tych struktur i zrozumienia warunków ich powstawania. Pod wpływem czynników wietrzenia dokonują się zmiany kształtu i powierzchni skałek. Zaznaczają się one formami wklęsłymi lub wypukłymi.

Struktury sedymentacyjne. Piaskowce ciężkowickie zawierają składniki mineralne różnej wielkości i twardości, co uwidacznia się zwłaszcza drobnymi nierównościami i chropowatością odsłoniętych powierzchni skalnych. Grube ławice piaskowców charakteryzują się zmiennym uziarnieniem i typami warstwowania frakcjonalnego poziomego lub przekątnego, zwykle w postaci zaburzonych i niepełnych sekwencji. Powierzchnie ławic są na ogół nierówne, wytworzone działalnością podmorskich prądów, doprowadzających do erozyjnych rozmyć osadów. Wyeksponowany procesami selektywnego wietrzenia zespół cech piaskowców ciężkowickich, charakteryzujących się nieuporządkowanym składem, niekompletnie wykształconym uziarnieniem frakcjonalnym i synsedymencyjnymi zaburzeniami grubych ławic, tłumaczy pochodzenie tego typu utworu określanego fluksoturbiditem. Powstał on w wyniku gwałtownego spływu w głąb basenu materiału skalnego nagromadzonego przy podmorskim skłonie kontynentalnym. Piaskowce charakteryzujące się wymienionymi cechami są szczególnie predysponowane do tworzenia oryginalnych skałek. Zmienność w uziarnieniu piaskowców i rozmieszczeniu spoiwa, a także sposób warstwowania, uławicenia oraz gęstość spękań, są głównie odpowiedzialne za zróżnicowanie kształtu i powierzchni skałek (fot. 7). Formy wypukłe (np. w postaci żeber) powstają na ogół w miejscach występowania odpornych fragmentów skały, natomiast formy wklęsłe (bruzdy, zagłębienia) tworzą się w piaskowcach słabo scementowanych o ubogim spoiwie oraz wzdłuż powierzchni spękań lub warstwowania, a także po wypadnięciu dużych otoczków.

Formy wietrzenia. Rozwój procesów wietrzenia fizycznego i chemicznego w obrębie odsłoniętych powierzchni skalnych jest szczególnie intensywny w skałach porowatych, do których należą m.in. piaskowce. Niektóre ich składniki, głównie zawierające żelazo, są mało odporne na wietrzenie. Pod wpływem przesiąkania wód opadowych (descensyjnych) i gruntowych (ascensyjnych) składniki te ulegają rozkładowi, tworzą się nowe związki chemiczne, migrują one ku powierzchni i tu ulegają wytrącaniu w skutek odparowania wilgoci. Taki przebieg wietrzenia doprowadza do pokrycia powierzchni skalnej korą (skorupą) wietrzeniową, grubości zwykle 1-2 cm, niekiedy nawet do 10 cm (fot. 2). Jej skład mineralny i twardość różnią się od wnętrza skały. Kora stanowi naturalną ochronę najbardziej

zewnętrznych części skałek przed ich niszczeniem, powodowanym oddziaływaniem czynników atmosferycznych. Powstaje ona kosztem ubożenia składu mineralnego i spoistości stref głębiej położonych. Z biegiem czasu jej transformacja doprowadza do miejscowego, płatowego łuszczenia się (eksfoliacji) oraz sukcesywnego cementowania odsłanianego podłoża i do tworzenia nowej skorupy ochronnej. Wstępnie badany skład kory wietrzeniowej, prób pobranych na Ratuszu, Baszcie im. I.J. Paderewskiego oraz Borsuku, wykazał różne zawartości tlenków żelaza (Fe_2O_3), na ogół większe w skorupie niż w jej podłożu (Alexandrowicz 1970).

Przeprowadzone szczegółowe analizy kory wietrzeniowej karpackich skałek piaskowcowych, przy zastosowaniu nowoczesnych metod laboratoryjnych, wniosły nowe dane do poznania jej struktury i genezy (Alexandrowicz, Pawlikowski 1982; Alexandrowicz, Marszałek, Rzepa 2012, w druku). Ostatnio z obszaru rezerwatu pobrano (za zgodą Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Krakowie) i przeanalizowano 9 prób kory wietrzeniowej pokrywającej ściany Warowni, Grzybka, Cyganki, Skałki z Krzyżem i niektóre formy w grupie Borsuka. Próby zostały pozyskane z miejsc ścian nie pokrytych scharakteryzowanymi niżej rodzajami form wietrzenia. Na podstawie uzyskanych wyników analiz stwierdzono, że korę wietrzeniową tworzą laminy (warstewki) ciągłe lub przerywane (grubości na ogół 0,5-5 mm), biegnące równoległe do powierzchni skały, a różnią się one zabarwieniem i składem mineralnym. Laminy o różnych odcieniach barwy czerwonej i różowej zawierają tlenki żelaza, głównie w postaci hematytu, natomiast w laminach żółtych i brązowych dominują pigmenty wodorotlenku żelaza – goethytu. Wtórne związki żelaza pochodzące z rozkładu minerałów skałotwórczych, a także bezpostaciowa krzemionka (opal), wypełniają pory najbardziej zewnętrznej warstwy piaskowca. Proces ten w różnym stopniu wpływa na zmniejszenie porowatości tej strefy skały, a tym samym na zwiększenie jej odporności. Utwardzona powierzchnia skałki stanowi jej naturalną ochronę.

Ściany skalne są pokryte ochronną korą wietrzeniową będącą w różnych stadiach jej rozwoju i śladów mechanicznych zniszczeń. Przez wielu badaczy skałek jest ona uważana za inicjalną formę wietrzenia powierzchni skalnych. W obrębie kory mogą się tworzyć różnorodne formy wietrzenia, a zwłaszcza scharakteryzowane niżej.

1. *Formy komórkowe* zwane również jamistymi, ospowatymi lub kawernami, aerokształtami, a potocznie plastrami miodu (ang. honeycombs). Tworzą one na ścianach skałek sieć zagłębień (fot. 8 i 9). Poszczególne jamki mają średnicę zwykle 2-3 cm (maksymalnie 15 cm), głębokość paru centymetrów i są rozdzielone żeberkami o zmiennej szerokości, zwykle około 1 cm. Żeberka są zbudowane z piaskowca silnie scementowanego żelazistym spoiwem.

W Skamieniałym Mieście tego typu formy wietrzenia występują w wielu miejscach na ścianach wypukłych, wklęsłych i podwieszonych, zarówno na ich różnych wysokościach i ekspozycjach, jak też w obrębie przemodelowanych powierzchni szczelin. Brak ich tylko na powierzchniach szczytowych skałek. Są one szczególnie dobrze rozwinięte na ścianach wolnostojących basztach skalnych. Komórkowe struktury rozwijają się także na żelazistych powłokach pokrywających odsłonięte powierzchnie szczelin. Mają one jednak inny kształt, odznaczający się ostrymi zarysami żeber i płaskimi dnami.

Powstawanie struktur komórkowych jest ciągle dyskutowane i rozpatrywane pod kątem różnych procesów: korozji eolicznej, wietrzenia mechanicznego, procesów chemicznych i biologicznych. Często dużą rolę w ich tworzeniu przypisuje się tzw. wietrzeniu solnemu, polegającemu na wytrącaniu się wtórnych minerałów z grupy ałunów i gipsu, zawierających siarkę. Umotywowana słuszność niektórych poglądów skłania do przyjęcia poligenicznego procesu ich tworzenia. Ewolucja opisywanych form polega na tworzeniu się w ich wnętrzu mniejszych zagłębień lub odpadaniu graniczących żeber oraz łączeniu się w większe formy i wydłużone bruzdy.

2. *Formy arkadowe.* Są to formy jamiste, ku górze sklepione łukowato w kształcie arkad, z czym kojarzy się ich zaproponowana nazwa (fot. 10 i 11). Występują one wzdłuż granic ławic, warstw lub poszczególnych lamin a nawet płaszczyzn spękań i ciągną się łańcuchowo, stąd także używana ich nazwa – struktury wrzecionowate lub koronkowe. Różnej wielkości zagłębienia, najczęściej kilka do kilkunastu centymetrów, są rozdzielone żeberkami lub kolumnkami, zbudowanymi z piaskowca o wzbogaconym żelazistym spoiwie. Zawartość tlenków żelaza w spoiwie jest na ogół trzykrotnie większa niż w otaczającej skale (Alexandrowicz 1970). Pochodzenie tych form wietrzenia jest uwarunkowane krążeniem wód w skale, wzmożonym ich przesiąkaniem oraz erodowaniem piaskowca wzdłuż granic jego nieciągłości. Ewolucja struktur arkadowych polega na ich cofaniu się w głąb skały dzięki tworzeniu się na dalszym planie mniejszych kolejnych arkad. W „Skamieniałym Mieście” prawie wszystkie skałki mają wykształcone struktury arkadowe, różniące się stanem ich rozwoju.

3. *Nisze u podstawy skałek.* Formy tego typu, zwane także schronami skalnymi, występują w „Skamieniałym Mieście” głównie u podstawy skałek stokowych, a szczególnie dobrze rozwinięte są w skałkach o kształcie grzybów (fig. 2). Część formy skalnej wznosząca się ponad niszą, o głębokości zwykle około 1m, jest przewieszona i tworzy okap. U podnóża niszy znajdują się wyrównane, płaskie lub lekko nachylone powierzchnie skalne. Zasadniczą rolę w powstawaniu takich nisz ma kapilarne podciąganie ku górze wody gruntowej, a także

zaleganie śniegu. W tych warunkach następuje intensywne ługowanie spoiwa piaskowców i ich rozpad ziarnisty. Ponadto na podwieszonych powierzchniach skałek rozwijają się często wykwity wtórnych minerałów wietrzenia solnego, które przyspieszają eksfoliację piaskowca (fot. 12). Oddziaływania wymienionych procesów powodują powolne cofanie się dolnej części skałki i równoczesne pogłębianie nawisu. Zbyt przewieszone części skałki mogą odpadać, zwłaszcza pod wpływem nadmiaru wilgoci, po opadach deszczu lub śniegu. Wówczas cała forma ulega cofnięciu, pozostawiając przed sobą dawny fundament skalny.

4. *Formy o typie pseudokarren.* Charakterystyczne zagłębienia o kształcie rowków, przebiegających od szczytu skałki w dół, są porównywane pod względem kształtu do form krasowych tzw. karren. Ten typ form wietrzeniowych w piaskowcach, określane najczęściej jako pseudokarren, bardzo rzadko występuje na ścianach skałek karpackich. W Skamieniałym Mieście dobrze widoczne ich przykłady można obserwować na ścianach Ratusza i Baszty im. I.J. Paderewskiego (fig. 1 i 5). Rowki są płytkie (najwyżej 2 cm), a rozdzielające je grzbieciki mało wydętne i zaokrąglone. Powstają one jako linijne bruzdy, wytworzone erozyjnie przez spływające po ścianie strugi wody deszczowej.

5. *Kociołki wietrzeniowe.* Są to nieckowate zagłębienia różnych rozmiarów, rzadko występujące na poziomych lub słabo nachylonych szczytowych powierzchniach skałek. Charakterystyczną cechą kociołków jest asymetria nachylenia ich ścian, uzależniona od ekspozycji (Alexandrowicz 1989). Formy powstały i rozwijają się pod wpływem czynników wietrzenia mechanicznego i chemicznego przy współudziale kwasów organicznych. W rezerwacie „Skamieniałe Miasto” dotychczas nie znaleziono tego typu formy, ale niektóre ślady zagłębień na powierzchniach szczytowych skałek są prawdopodobnie ich pozostałościami, po częściowym zniszczeniu lub całkowitym wypełnieniu zwietrzeliną.

Znaczenie rezerwatu w sieci ochrony przyrody nieożywionej Karpat

Skałki piaskowcowe są pierwszymi obiektami przyrody nieożywionej Pogórza Karpackiego, które w okresie międzywojennym ze względu na ich oryginalne ukształtowanie starano się prawnie chronić. Obecnie motywacja potrzeby ochrony tych form skalnych jest znacznie rozszerzona w zakresie wielu aspektów geologicznych i geomorfologicznych. Celem współczesnej ochrony rezerwatu przyrody „Skamieniałe Miasto” jest zachowanie wszystkich jego przyrodniczych elementów i zapewnienie ciągłości ich naturalnych przemian. Obszar ma wysoką rangę wartości w skali regionu Karpat i jest zaproponowany do umieszczenia na przyszłej liście ważnych geostanowisk europejskich (Alexandrowicz 2006; database: <http://www.iop.krakow.pl/geosites> lub <http://www.progeo.se>).

Na szczególne wyróżnienie znaczenia rezerwatu składają się następujące jego wartości:

- Okolice Ciężkowic są stratotypowym obszarem występowania i dobrego odsłonięcia piaskowców ciężkowickich serii śląskiej, z których zbudowane są skałki w rezerwacie przyrody „Skamieniałe Miasto”. Jest to typ piaskowca gruboławicowego, zlepieńcowatego o nierównomiernie rozmieszczonym spoiwie i rzadkim systemie spękań tektonicznych.

- Zróżnicowane struktury sedymentacyjne piaskowca ciężkowickiego są charakterystyczne dla paleośrodowiska ich powstania, jako podmorskich spływów piaszczysto-żwirowych (fluksoturbidity). Powierzchnie skałek są szczególnie instruktywnymi przykładami wyeksponowania struktur sedymentacyjnych, dzięki selektywnemu wietrzeniu, dostosowanemu do uławicenia, uziarnienia, warstwowania i spękania piaskowców.

- Rezerwat jest wyjątkowym obszarem rozmieszczenia form skalnych w profilu wysokościowym terenu, sięgającym od dna doliny po wierzchowinę wzgórza. Skałki w obrębie wyróżnionych trzech stref ich położenia (przydolinnej, stokowej, wierzchowinowej lub przywierzchowinowej) zostały wyeksponowane przy udziale dominacji odmiennych, kolejno wymienionych procesów rzeźbotwórczych: erozji rzecznej, ruchów grawitacyjnych (osuwiskowych) oraz zespołu różnych procesów denudacyjnych.

- Zgrupowanie skałek piaskowcowych, skupionych blisko siebie na niewielkim obszarze, odznacza się dużym zróżnicowaniem postaci. Pierwotne ich kształty były zależne od spękań ciosowych kompleksów grubych ławic piaskowcowych. Wzdłuż nich w okresie czwartorzędu następowało rozczłonkowywanie i rozpad masywów skalnych, a następnie ich modelowanie pod wpływem ustawicznego oddziaływania czynników wietrzenia.

- Ściany skałek w rezerwacie pokrywa bogata mikrorzeźba wietrzeniowa. Dostępne do obserwacji są tu różne stadia jej rozwoju oraz uzależnienia przede wszystkim od litologicznych i sedymentacyjnych cech piaskowców. Zasadniczą rolę w powstawaniu form mikrorzeźby odgrywa migracja wód opadowych i gruntowych w skale oraz ewaporacja, dzięki czemu następuje rozpuszczanie niektórych związków mineralnych, tworzenie wtórnych i ich wytrącanie w strefie powierzchniowej piaskowca. W efekcie powstaje kora wietrzeniowa jako naturalna, odporna skorupa, która zabezpiecza powierzchnię skałki przed wpływem czynników atmosferycznych, w tym również pochodzenia antropogenicznego.

Stan wykorzystania i zagrożeń rezerwatu

Obszar rezerwatu znajduje się okresowo pod silną presją ruchu turystycznego. Warunki zwiedzania nie są w pełni przystosowane do poprawnej organizacji tego ruchu.

Niedostateczne przestrzeganie zarządzeń ochronnych sprzyja także próbom i praktyce innych sposobów użytkowania skałek, powodujących nieodwracalne zniszczenia oraz ich sukcesywną degradację. Biorąc pod uwagę ustawowy cel powołania rezerwatu „Skamieniałe Miasto” należy bardziej skutecznie niż dotychczas chronić skałki w celu ich zachowania oraz zapewnienia im naturalnych warunków ewolucji. Funkcja dydaktyczna rezerwatu w zakresie budowy geologicznej i rzeźby obszaru, powinna być realizowana w połączeniu z turystycznym aspektem jego zwiedzania, którego głównym walorem jest krajobraz i związane z nim wrażenia estetyczne. Dla równoczesnego pełnienia obu tych funkcji należy odpowiednio przystosować trasę zwiedzania rezerwatu i opracować przewodnik objaśniający w sposób przystępny abiotyczne elementy i ich znaczenie jako środowiska występowania rzadkich gatunków, głównie mchów i porostów. Można też zastosować nową metodę sposobu zwiedzania tzw. questing, łączący poznawanie miejsca z dobrą zabawą. Zasady tej formy, zwłaszcza interesującej dla dzieci, są ukierunkowane m.in. na potrzeby ochrony przyrody i zabytków (vide Gazeta Górská nr 4, 2012; strona internetowa: Questing. pl).

Dotychczasowe dobre poznanie przyrody rezerwatu jest fundamentem dla jego właściwego wykorzystania pod względem dydaktycznym. Ten sposób zwiedzania rezerwatu wymaga jednakże możliwości korzystania z profesjonalnych przewodników. W wielu krajach Zachodniej Europy (dobre przykłady w Anglii i Francji) organizacją przewodnictwa zajmują się lokalne muzea o profilu ogólnoprzyrodniczym, które posiadają odpowiedni zespół pracowników obsługujących ekspozycje muzealne i wycieczki plenerowe. Zwiedzanie interesujących obszarów następuje zwykle po obejrzeniu zbiorów w muzeum. W przypadku „Skamieniałego Miasta” taki sposób jego zwiedzania jest możliwy dzięki funkcjonowaniu muzeum przyrodniczego w Ciężkowicach.

Dla utrzymania ochrony i prawidłowego funkcjonowania rezerwatu potrzebna jest również jego stała kontrola. Spełniać te zadania mogą okresowo grupy wolontariuszy spośród lokalnej społeczności, a zwłaszcza młodzież. Nasilające się różnego rodzaju zagrożenia obszarów i obiektów chronionych nasuwają konieczność skutecznego przeciwdziałania. W rezerwacie „Skamieniałe Miasto” łatwo dostępnym i tak licznie zwiedzanym, obserwuje się coraz wyraźniejsze ślady zniszczeń. Są one powodowane często dowolnością zwiedzania rezerwatu skutkującą wydeptywaniem i poszerzaniem licznych ścieżek oraz niekontrolowanym powstawaniem nowych przejść. Szczególne niebezpieczeństwo stwarza ponadto bezprawne niszczenie powierzchni skalnych przez rycie napisów i rysunków, pokrywanie ich kolorowymi graffiti oraz odłupywaniem fragmentów skał, a także uprawianiem wspinaczki. Powstające wówczas uszkodzenia są trwałe i nieodwracalne.

Niszczą one korę wietrzeniową – naturalną powłokę ochronną, a w konsekwencji powodują rozwój destrukcji ścian skałek, ich naturalnego kształtu oraz mikrorzeźby. Mają one także wpływ na ubożenie flory naskalnej i zanik siedlisk niektórych gatunków fauny.

Sukcesywne zarastanie krzewami i drzewami otoczenia skałek ma niekorzystny wpływ na ich stan. W warunkach zacienienia następuje znaczne zawilgocenie ścian i wówczas są one szczególnie narażone na mechaniczne uszkodzenia. Ponadto powierzchnie skalne szybko obrastają mchami i porostami, które zakrywają i maskują struktury sedimentacyjne piaskowców i formy wietrzeniowe.

Nieliczne i występujące w rozproszeniu, małe pod względem swojej powierzchni, chronione obszary skałek piaskowcowych w Beskidach, a zwłaszcza na ich pogórzach, stały się w ciągu kilkudziesięciu lat usilnie propagowanymi miejscami uprawiania wspinaczki. Skałki piaskowcowe zostały zakwalifikowane do najbardziej nadających się obiektów uprawiania rodzaju wspinaczki określanej bulderingiem (Jodłowski 2011). Polega ona na pokonywaniu ścian skalnych do wysokości kilku metrów, bez zastosowania sprzętu asekuracyjnego. Używa się w tym celu magnezji (uwodniony hydroksywęglan magnezu), jako środka wspomagającego przyczepność rąk do skały. W miejscach o większym stopniu trudności formuje się niekiedy stopnie lub zagłębienia przez usunięcie fragmentów skały. U podnóży skałek użytkowanych w ten sposób rozkłada się materace, które amortyzują ewentualne odpadnięcia od ścian. Z czasem powstają tu platformy skalne pozbawione roślinności.

Zajmująca się obecnie wspinaczką skalną organizacja pod nazwą Inicjatywa Środowisk Wspinaczkowych „NASZE SKAŁY”, włączona do Polskiego Związku Alpinizmu, usiłuje zalegalizować swoją działalność w obszarach chronionych m.in. w rezerwacie „Skamieniałe Miasto”. Wniosek wymienionej organizacji, skierowany 20 marca 2012 r. do Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Krakowie i zaopiniowany negatywnie na posiedzeniu Regionalnej Rady Ochrony Przyrody, dotyczył udostępnienia do wspinaczki skalnej w rezerwacie 100 dróg wyjściowych tzw. bulderów, spośród ponad 300 już znajdujących się i różnie wykorzystywanych. Według przedłożonego wniosku skałki Czarownica, Ratusz i Piramidy byłyby użytkowane bez ograniczeń czasowych, natomiast wybrane formy w grupie Borsuka – w okresie od 15 września do 15 maja. Załącznik 2 do wniosku przedstawia waloryzację wspinaczkową wszystkich skałek w rezerwacie, a ich atrakcyjność pod tym względem jest określona w skali od 1 (najmniej atrakcyjne) do 5 (najbardziej atrakcyjne). Wysoka atrakcyjność przypisana większości skałek wytypowanych do wspinaczki, pozostaje w sprzeczności względem ich walorów abiotycznych. Są to bowiem

na ogół niewysokie formy skalne o symbolicznych postaciach wygenerowanych procesami wietrzenia. Ich przykładami są skałki w grupie Borsuka o kształtach grzybów i bogatej mikrorzeźbie wietrzeniowej. Dolne ściany skałek przydolinnych przedstawiają natomiast dostępne do obserwacji, różnie wykształcone struktury sedimentacyjne i wietrzeniowe. Piramidy są wyjątkowym przykładem wielkiej zerwy skalnej powstałej być może w wyniku procesu erozji wstecznej Lisiego Wąwozu lub wstrząsów sejsmicznych, które w ubiegłych wiekach były zarejestrowane w okolicach Ciężkowic. Szczegółowy przegląd tych i innych skałek wytypowanych do wspinaczki, świadczy o nieuwzględnieniu w tej klasyfikacji znaczenia ich podstawowych wartości abiotycznych.

Wpływ oddziaływania bulderingu na geośrodowisko, podobnie jak innych rodzajów sportu wspinaczkowego, wymaga niezwykle długotrwałych badań monitoringowych, bowiem zachodzące tu procesy rzeźbotwórcze mają przebieg bardzo powolny. O doraźnych przekształceniach ścian skałek mogą świadczyć jedynie ich mechaniczne uszkodzenia. Zagrożenia wynikające z uprawiania wspinaczki są sporadycznym przedmiotem badań naukowych i dotyczą głównie ich wpływu na stan biocenoz. Obserwacje w zakresie powstawania i ewolucji naskalnej mikrorzeźby z reguły nie nawiązują do wspinaczkowego użytkowania skałek i wynikających stąd zagrożeń.

Przeprowadzone dotychczas badania terenowe i laboratoryjne piaskowców, z których są zbudowane karpackie skałki, dostarczyły już dużo danych na podstawie których można wnioskować o oddziaływaniu wspinaczki na stan zachowania tych obiektów. Ważnymi wynikami odnoszącymi się do tego zagadnienia są: 1 – pomiary cech termicznych i wilgotnościowych ścian o różnej ekspozycji, 2 – rozpoznanie struktury kory wietrzeniowej i jej znaczenia dla ochrony skałek.

1. Cykle dobowe pomiarów termiczno-wilgotnościowych zostały przeprowadzone na ścianach skałek m.in. na Skałce z Krzyżem w Skamieniałym Mieście (Alexandrowicz, Brzeźniak 1989). Na podstawie interpretacji pomiarów wyróżniono w profilu tej skałki trzy strefy o swoistym reżimie termiczno-wilgotnościowym. Piaskowiec w dolnej części skałki ma najwyższą wilgotność i najniższą temperaturę, a w zimie podlega na przemian oddziaływaniu zamrozu i rozmarzaniu. Stwierdzone zależności w tej strefie wpływają zasadniczo na przyspieszenie rozwoju wietrzenia chemicznego i fizycznego. Działalność skałkowej wspinaczki w różnych porach roku, sprawia, że niska odporność piaskowca uwarunkowana wietrzeniem, ulega dodatkowemu osłabieniu, zwłaszcza w obrębie ścian przewieszonych, charakterystycznych dla form o kształcie grzybów oraz tych, które u swojej podstawy mają dobrze rozwinięte nisze. Potencjalnym zagrożeniem są tu obrywy eksponowanych

fragmentów skały. Tego rodzaju największe zagrożenie dotyczy skałek występujących na stoku, z uwagi na spływ dużej ilości wód opadowych i intensywne kapilarne podciąganie płytko zalegającej wody gruntowej ku powierzchni terenu.

2. Struktura i skład mineralny kory wietrzeniowej zostały określone z zastosowaniem chemicznych i petrograficznych metod analiz, a wyniki porównane z innymi tego typu badaniami (Alexandrowicz, Pawlikowski 1982; Alexandrowicz, Marszałek, Rzepa 2012, w druku). Powierzchnie skałek piaskowcowych w rezerwacie „Skamieniałe Miasto” są pokryte cienką warstwą korą wietrzeniową o zróżnicowanym stadium rozwoju. Tworzy ona naturalną ochronę form skalnych. W czasie uprawiania wspinaczki dochodzi często do mechanicznego uszkodzenia tej kory i rozwiniętych tu mikroform wietrzeniowych. Odsłania się wówczas jej bezpośrednio podłoże o stosunkowo większej porowatości, ulegające ziarnowemu rozpadowi aż do czasu scementowania odsłoniętego piaskowca i powstania nowej, odpornej skorupy.

Używanie magnezji, jako środka przyczepnego, powoduje lokalne uszczelnienie powierzchni piaskowca, utrudniające wyparowywanie wody opadowej i gruntowej infiltrujących skałę. Pozostawiane na ścianach ślady po zastosowaniu magnezji dotychczas jedynie ocenia się krytycznie ze względu na doznania estetyczno-krajobrazowe (fot. 3). Ślady te są niezmywalne nawet ulewnym deszczem. Proponuje się ich mechaniczne usuwanie przez zdrapywanie. Zabieg ten jest szczególnie szkodliwy, bowiem bardzo efektywnie niszczy korę wietrzeniową.

Wnioski

1. Rezerwat przyrody „Skamieniałe Miasto” jest najstarszym chronionym zabytkiem skalnym w polskich Karpatach fliszowych.
2. Rezerwat jest reprezentatywnym miejscem (*locus typicus*) występowania formacji piaskowców ciężkowickich płaszczowiny śląskiej. Odsłania się tu ona w postaci różnie ukształtowanych, licznych wychodni naturalnych.
3. Piaskowce ciężkowickie charakteryzują się zróżnicowanymi i typowymi strukturami, które świadczą o warunkach sedymentacji tych utworów, jako głębokomorskich spływów zwirowo-piaszczystych tzw. fluxoturbiditów.
4. Struktury sedymentacyjne są wyraźnie wyeksponowane na powierzchniach skałek dzięki selektywnemu wietrzeniu piaskowców.
5. Rezerwat jest wyjątkowym obszarem również ze względu na występowanie trzech rodzajów zgrupowań skałek o różnej genezie, usytuowanych: ponad terasą zalewową rzeki Białej, na stoku i w obrębie wierzchowiny wzgórza.

6. Typowe cechy piaskowców ciężkowickich, takie jak grube ławice, system spękań, zmienność uziarnienia i ilości spoiwa oraz bogactwo struktur sedymentacyjnych, odegrały istotną rolę w tworzeniu różnych kształtów skałek i w sposobie przebiegu procesów wietrzenia, czego efektem jest urozmaicona mikrorzeźba ich ścian.
7. Ruch turystyczny w rezerwacie, wykraczający często poza regulaminowe ograniczenia, powoduje duże zagrożenie dla skałek i nieodwracalne szkody.
8. Edukacyjna funkcja rezerwatu jest dotychczas słabo wykorzystywana w stosunku do możliwości prezentacji geologicznych i geomorfologicznych aspektów decydujących o celach i zadaniach ochrony skałek.
9. Sport wspinaczkowy, jak wykazały dotychczasowe wyniki badań składu mineralnego i struktury powierzchni skałek, powoduje uszkodzanie i niszczenie rzeźby ścian skalnych oraz przeciwdziała ich naturalnej transformacji, zachodzącej pod wpływem czynników wietrzenia.

Wytyczne do ochrony skałek

Rozpoznanie walorów i stanu zachowania rezerwatu oraz obecnego i planowanego jego użytkowania, nasuwa następujące zadania konieczne do realizacji:

- wprowadzenie pod prawną odpowiedzialnością, całkowitego zakazu uprawiania różnego rodzaju wspinaczki z uwagi na wysokie ryzyko degradacji skałek powodowanej tą działalnością;
- stosowanie czynnej ochrony skałek w celu ograniczenia niekorzystnych procesów, a zwłaszcza zacieniania skałek przez zarastanie i wydeptywania ścieżek poza wyznaczonymi do zwiedzania rezerwatu;
- ruch turystyczny wymaga reorganizacji i ścisłej kontroli, skutecznie zabezpieczających przed dewastacją skałek i ich otoczenia;
- słabe edukacyjne wykorzystanie rezerwatu wymaga zastosowania różnych sposobów prezentacji jego wartości.

Powyższe dezyderaty powinny być szczegółowo opracowane i przyjęte w strategii planu ochrony rezerwatu.

Alternatywne rozwiązania dotyczące ruchu wspinaczkowego

Skałki piaskowcowe są szczególnie podatne na uszkodzenia mechaniczne w porównaniu do innego rodzaju skał. Charakteryzują się one szczególnie urozmaiconymi kształtami i mikrorzeźbą powierzchni. Obszary skałkowe objęte prawną ochroną są dobrem całego społeczeństwa i nie mogą być niszczone nieodpowiednim ich użytkowaniem przez grupy

ludzi uprawiających wspinaczkę. Uznając jednakże pasję sportową należy plenerowy ruch wspinaczkowy skierować jedynie na obiekty, które nie są objęte prawną ochroną lub nie kwalifikują się do zabezpieczenia. Są to zwłaszcza sztuczne odsłonięcia, takie jak niektóre nieczynne kamieniołomy, nie posiadające istotnych wartości geologicznych. Inną możliwą propozycją są sztuczne ścianki wymodelowane na kształt oryginalnych form.

Literatura (odnosząca się do walorów abiotycznych rezerwatu)

- Alexandrowicz Z. 1970. Skąłki piaskowcowe w okolicy Ciężkowic nad Białą. Ochr. Przyr. 35: 281-335.
- Alexandrowicz Z. 1978. Skąłki piaskowcowe zachodnich Karpat fliszowych. Kom. Nauk Geol. PAN, Oddz. w Krakowie. Prace Geol. 113: 1-87.
- Alexandrowicz Z. 1989. Evolution of weathering pits on sandstone tors in the Polish Carpathians. Zeit. Geomorphology, N.F. 33, 3: 275-289.
- Alexandrowicz Z. 2006. Framework of European geosites in Poland. Nature Conservation 62 (5): 63-87.
- Alexandrowicz Z. 2008. Sandstone rocky forms in the Polish Carpathians attractive for education and tourism. Przegląd Geol. 56, 8/1: 680-687.
- Alexandrowicz Z. 2009. Skąłki piaskowcowe na szlakach turystycznych Pogórza Karpackiego – walory geologiczne i krajobrazowe oraz ich zagrożenia. Wierchy 75: 179-198.
- Alexandrowicz Z., Brzeźniak E. 1989. Uwarunkowania procesów wietrzenia na powierzchniach skałek piaskowcowych w wyniku zmian termiczno-wilgotnościowych w Karpatach fliszowych. Folia Geographica, Ser. Geogr.-Phys. 21: 17-36.
- Alexandrowicz Z., Pawlikowski M. 1982. Mineral crusts of the surface weathering zone of sandstone tors in the Polish Carpathians. Mineralogia Polonica 13, 2: 41-59.
- Alexandrowicz Z., Marszałek M., Rzepa G. 2012. Rola kory wietrzeniowej w ewolucji powierzchni karpackich skałek piaskowcowych. Chrońmy Przyr. Ojcz. 68, 3: 163-174.
- Alexandrowicz Z., Marszałek M., Rzepa G. (w druku). Harden –case of crust developed on natural sandstone surfaces. Earth Surface Processes and Landforms.
- Bieda F. 1930. Sprawozdanie z badań geologicznych przeprowadzonych w lecie 1929 w okolicy Ciężkowic, ark. Pilzno. Pos. nauk. Państw. Inst. Geol. 27: 24-25.
- Bieda F. 1932. Sprawozdanie z badań geologicznych wykonanych w roku 1931 na ark. Pilzno-Ciężkowice. Pos. nauk. Państw. Inst. Geol. 33: 30-32.
- Grzybowski J. 1921. Piaskowiec ciężkowicki. Kosmos 46: 222-226.

- Jodłowski M. Zasady dobrej praktyki w zarządzaniu ruchem wspinaczkowym na obszarach chronionych. 2011. Instytut Geografii Gospodarki Przestrzennej U.J. , ss. 208.
- Klimaszewski M. 1947. Osobliwości skalne w Beskidach Zachodnich. Wierchy 17: 57-71.
- Konarski E. 1964. Stosunki geologiczne rejonu Ciężkowic. Przegląd Geol. 3: 130-134.
- Koszarski L. 1956. Observations on the Sedimentation of the Ciężkowice Sandstone near Ciężkowice (Carpathian Flysch). Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. III, 4, 6: 393-398.
- Leszczyński S. 1981. Piaskowce ciężkowickie jednostki śląskiej w polskich Karpatach: stadium sedimentacji głębokowodnej osadów gruboklastycznych. Annales Soc. Geol. Poloniae 51, 3-4: 435-502.
- Leszczyński S. 1989. Characteristics and origin of fluxoturbidites from the Carpathian flysch (Cretaceous – Palaeogene), South Poland. Annales Soc. Geol. Poloniae 59: 351-390.
- Mleczek T. 1997. Jaskinie Pogórza Ciężkowickiego. W: Pulina M. (red) – Jaskinie polskich Karpat fliszowych. T. II: 207-223. Wyd. Tow. Przyjaciół Nauk o Ziemi, Warszawa.
- Świdziński H. 1935. Wyniki badań geologicznych na obszarze fałdu Brzanka – Liwocz i antykliny Rzepienników (ark. Pilzno). Pos. nauk. Państw. Inst. Geol. 42: 13-14.
- Świdziński H. 1936. Dalsze badania w okolicach Ciężkowic. Pos. nauk. Państw. Inst. Geol. 45: 13-14.
- Zerndt J. 1924. Petrografia piaskowców z okolic Ciężkowic. Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. A: 195-218.

Objaśnienia do fotografii

Fot. 1. Skałka Grunwald, zwana dawniej Piekłem, u wylotu Wąwozu Harcerzy. Na jej ścianie jest wmurowana tablica ufundowana przez mieszkańców Ciężkowic w pięćsetletnią rocznicę zwycięstwa pod Grunwaldem (1410-1910). Fragmenty ścian dolnej części skałki są pokryte skorupami wietrzeniowymi i śladami wyerodowanymi strugami spływającej wody opadowej. Fot. Z. Alexandrowicz.

Fot. 2. Grzybek skalny w Grupie Borsuka. Kapelusz grzyba jest pokryty korą wietrzeniową, pod jego okapem znajduje się nisza, której ściany ulegają eksfoliacji, a wzdłuż powierzchni oddzielności warstw powstały zagłębienia o kształcie arkad. Fot. Z. Alexandrowicz.

Fot. 3. Skałka w Grupie Borsuka o zaokrąglonym kształcie. Widoczne białe plamy magnezyj i miejscami sztuczne zagłębienia oraz wyryte napisy. Fot. J. Urban.

Fot. 4. Piramidy w zakończeniu Lisiego Wąwozu. Oderwane od skałki dwa bloki o łącznej objętości około 380 m³. Fot. Z. Alexandrowicz.

Fot. 5. Baszta im. I.J. Paderewskiego w obrębie wierzchowiny wzgórza Skała. Od szczytu do podnóża skałki ciągną się bruzdy tzw. pseudokarren. Sposób warstwowania piaskowca jest wyeksponowany przez linijny układ wgłębień różnej szerokości. Fragmenty ścian w dolnej części skałki są pokryte napisami i rysunkami. Fot. Z. Alexandrowicz.

Fot. 6. Skałka z Krzyżem w obrębie wierzchowiny wzgórza Skała, wznosząca się ponad skalnym cokołem. Widoczna rozwarta szczelina biegnąca od podstawy skałki do jej szczytu. Fot. Z. Alexandrowicz.

Fot. 7. Różne typy warstwowania piaskowca uwidocznione dzięki selektywnemu wietrzeniu. Fot. Z. Alexandrowicz.

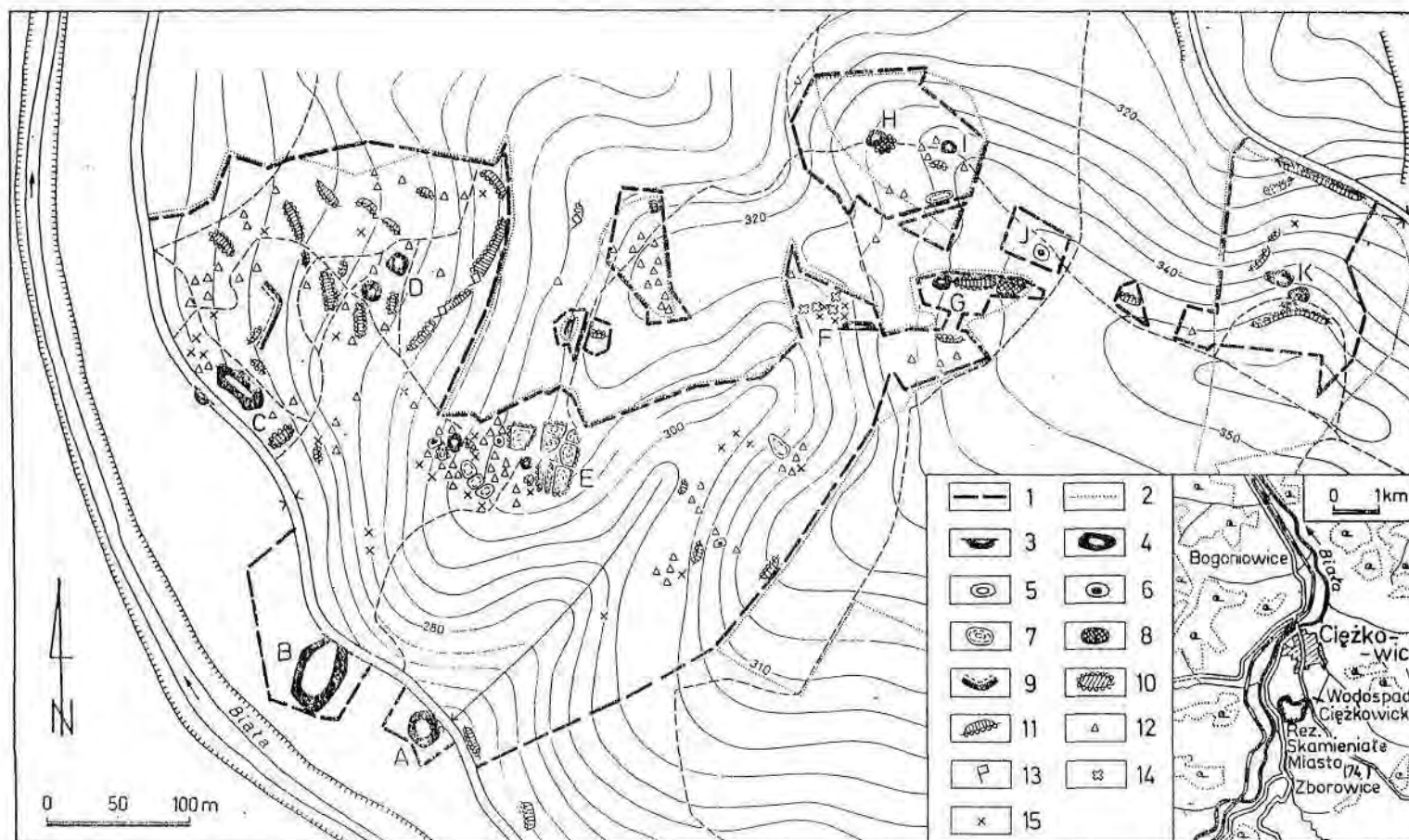
Fot. 8. Wietrzeniowe struktury komórkowe wykształcone na ścianach Warowni. Fot. Z. Alexandrowicz.

Fot. 9. Wietrzeniowa struktura komórkowa. Poszczególne zagłębienia rozdzielają żeberka wzbogacone w związki żelaza. Wielkość zagłębień jest porównana do monety o średnicy 3 cm. Fot. Z. Alexandrowicz.

Fot. 10. Struktury arkadowe rozwinięte wzdłuż warstwowania piaskowca. Fot. Z. Alexandrowicz.

Fot. 11. Etapy rozwoju struktur arkadowych (średnica monety 3 cm). Fot. Z. Alexandrowicz.

Fot. 12. Ślady eksfoliacji piaskowca na ścianie niszy u podstawy skałki (średnica monety 3 cm). Fot. Z. Alexandrowicz.



Ryc. 1. Rezerwat przyrody „Skamieniałe Miasto”. Występowanie skałek piaskowcowych (wg Z. Alexandrowicz 1970): 1 — granica rezerwatu, 2 — granica lasu; rodzaje form skalnych: 3 — ambona, 4 — baszta, 5 — maczuga, 6 — grzyb, 7 — platforma, 8 — płyta, 9 — ściana, 10 — grzęda, 11 — próg, 12 — mały występ skalny, 13 — nawis, 14 — duży blok, 15 — mały blok. Wielkości i zarysy skałek przedstawionych sygnaturami od 3 do 11 są zgodne z podziałką mapy. Nazwy ważniejszych skałek lub ich grup: A — Czarownica, B — Ratusz, C — Grundwald, D — Warownie, E — Borsuk, F — Piramidy, G — Pustelnia, H — Baszta, I — Cyganka, J — Grzybek, K — Skałka z Krzyżem. Na szkicu sytuacyjnym zaznaczono położenie rezerwatu Skamieniałe Miasto i sąsiadującego z nim pomnika przyrody „Wodospad Ciężkowicki”













