

Małgorzata Labus

Judyta Hetmaniok

geolodzy

Politechnika Śląska w Gliwicach

KATEGORYZACJA ZNISZCZEŃ SPOWODOWANYCH PROCESAMI WIETRZENIA MATERIAŁU BUDOWLANEGO NA PRZYKŁADZIE ZAMKU ŚWINY NA DOLNYM ŚLĄSKU



1. Herb Świnków w zwieńczeniu portalu.

1. The Świnka coat of arms in the portal crowning.

Poniższe opracowanie dotyczy kategoryzacji zniszczeń zamku Świny na Dolnym Śląsku, przeprowadzonej na podstawie schematu Berndta Fitznera i Kurta Heinrichsa¹. Metodyka badań, opracowana przez zespół, w skład którego wchodzi wymienieni autorzy², obejmuje wykonywanie szkiców (tzw. „mapowanie”) wybranych fragmentów murów, z uwzględnieniem litologii i form wietrzenia materiału skalnego.

Poniżej przedstawiono przykład takiego „mapowania” wybranych fragmentów murów zamku Świny, służącego scharakteryzowaniu i skategoryzowaniu form wietrzenia budulca. Przedstawiono również wyniki badań składu fazowego naskorupień (wykwitów) soli, występujących na murach, a także parametrów porozymetrycznych wybranych skał.

Charakterystyka zamku

Wieś Świny położona jest w Górach Kaczawskich, ok. 3 km na północ od Bolkowa. Zamek w Świnach powstał prawdopodobnie w końcu X w., gdy Mieszko I wznosił szereg grodów, mających strzec granic od strony Czech. W poł. XIV w. na szczycie wzgórza (351 m n.p.m.) zbudowano murowaną wieżę mieszkalną, otoczoną murem obwodowym. W latach 50. XV w. właściciel zamku, Gunczel Świnka, wznosił po zachodniej stronie wieży dwuszczytowy dom z dziedzińcem. W XVI w. przebudowano istniejące budowle, przystosowując je do nowych, renesansowych wymagań³.

Całość założenia zamkowego składa się z budowli wznoszonych w kilku etapach. Najstarsza jest



2. Portal bramy wjazdowej do zamku w Świnach, wykonany z kredowego piaskowca ciosowego.
2. Entrance gate portal in Świny Castle built out of hewn sandstone.

czterokondygnacyjna wieża mieszkalna z XIV w., zbudowana z kamienia łamanego na planie prostokąta. W czasie przebudowy w XVI w. dobudowano szczyty, przekuto okna i ujęto je w piaskowcowe obramienia. W północnej ścianie wieży zachował się gotycki portal, a wewnątrz fragmenty sztukaterii. Po zachodniej stronie wieży pozostał mur okalający dziedziniec. W XVII w. wzniesiono trzykondygnacyjny budynek pałacowy na planie prostokąta, z dwoma skrzydłami od południa i północy. Skrzydło północne związane zostało z wieżą mieszkalną.

Wschodnia fasada flankowana jest dwoma cylindrycznymi wieżami. W południowej części trójszczytowej wschodniej elewacji znajduje się otwór wjazdowy i portalowe wejście dla pieszych. Całość kompozycji przypomina łuki tryumfalne. Nad gzymsem portalu w kartuszu umieszczony jest herb Świnków (il. 1).

Materiał budowlany

Zamek w Świnach zbudowany jest głównie z kamienia łamanego, pochodzącego z najbliższego sąsiedztwa⁴. Zlokalizowany jest na wzgórzu zbudowanym z brekcji (fanglomeratu), pochodzącej z dolnego permu (czerwonego spągowca). Na sąsiednim wzgórzu znajduje się odsłonięcie riolitów. Skąły te są równowiekowe, o czym świadczy wzajemne przeławianie się riolitów i skał detrytycznych. Do tych ostatnich, oprócz wymienionych ciemnoczerwonych zlepieńców, należą wkładki piaskowców i łupków piaszczystych o spoiwie ilasto-żelazistym. Należą one do trzeciego cyklu sedymentacyjno-diastrficznego permu dolnego⁵.

Mury zamku zbudowane są głównie z wymienionych wyżej typów skał tj. riolitów i riodacytów, a także w mniejszym stopniu ze zlepieńców i zielenców. Wykończenia otworów okiennych i bram

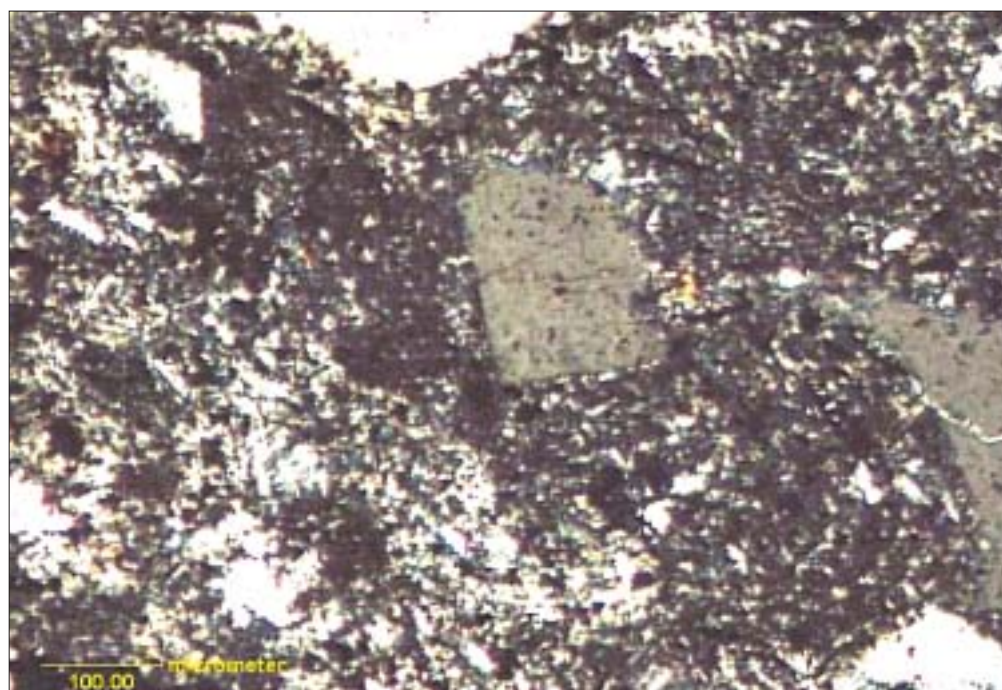
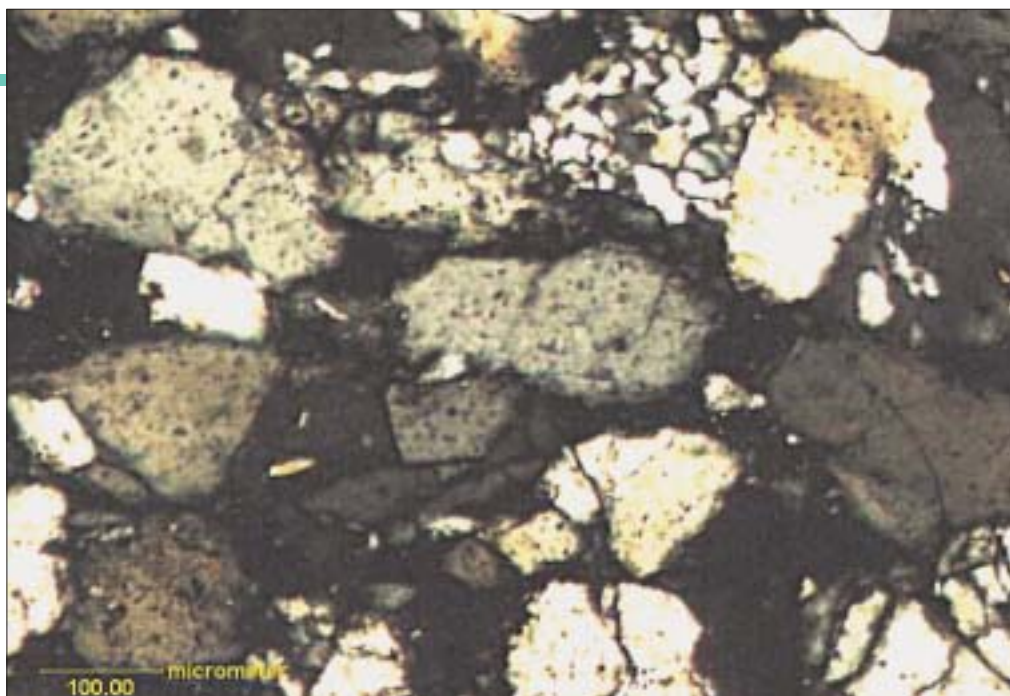
wykonane zostały z górnokredowego piaskowca ciosowego (il. 2). Piaskowce te zostały prawdopodobnie przywiezione z działających już ówczesnie łomów w niecce śródsudeckiej (np. Radków) lub północnosudeckiej (np. Czaple). Analiza mikroskopowa wykazała obecność ziaren kwarcu i okruchów skał kwarcytowych (w górnej części obrazu mikroskopowego 8877 – il. 3).

Riolity i riodacyty to skały wylewne o składzie odpowiadającym granitoidom. Charakteryzują się czerwono-brunatną barwą. Struktura tych skał jest

porfirowa; w cieście skalnym wyraźnie widoczne są makroskopowo fenokryształy jasnokremowych lub różowawych skałeni. Tekstura bywa bezładna lub łupkowa – w tym drugim przypadku nadaje się im często nazwę metariodacytów. W obrazie mikroskopowym (il. 4) widoczne są kryształy kwarcu, skałeni (do których należą sanidyn, mikroklin, ortoklaz lub albit), hornblenda, muskowitz, kordieryt. W przypadku, gdy w skałach tych przeważają skałenie alkaliczne nad plagioklazami, noszą one nazwę riolitów, w przeciwnym razie – riodacytów.

3. Obraz mikroskopowy próbki piaskowca.

3. Microscope picture of a sandstone sample.



4. Obraz mikroskopowy próbki riolitu.

4. Microscope picture of a rhyolite sample.

Charakterystyka form wietrzenia

Na podstawie schematu klasyfikacji form wietrzenia⁶ sporządzono szkice wybranych fragmentów murów dla poszczególnych grup tych form (il. 5).

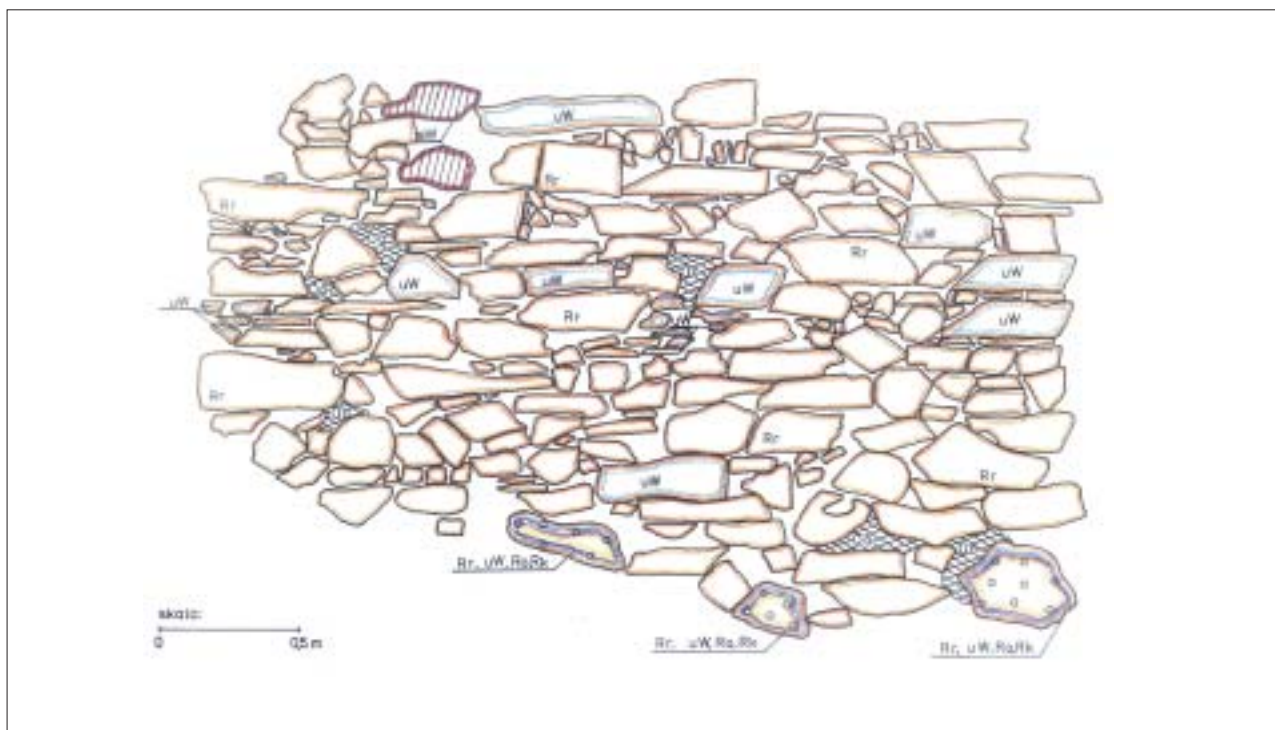
W przypadku bloków zbudowanych z zieleńców widoczne jest łuszczenie zewnętrzne. W obrębie zlepieńców występują ubytki w postaci szorstkości, utraty okruchów i odłamków, zaokrąglenia krawędzi oraz zwietrzenia niektórych składników. Skały te są silnie zwietrzałe i kruche, co objawia się wypadaniem niektórych składników (otoczaków). Spoiwo zlepieńców jest tak silnie skorodowane, że stają się rozsypliwę przy powierzchni zewnętrznej. W obrębie zlepieńców występują też formy wietrzenia w postaci przebarwień i nalotów oraz odspojenia. Niektóre bloki riolitów ulegają rozpadowi równoległe do powierzchni pierwotnej, co połączone jest z kruszeniem. Utrata okruchów i odłamków jest w pewnym stopniu uzależniona od charakterystycznej oddzielności tych skał. Okruchy odpajają się zarówno w płaszczyźnie poziomej, jak pionowej. Wietrzenie głębokie sięga do głębokości 2 cm.

W analizowanym fragmencie muru zamku obserwowane są również różnego rodzaju przebarwienia i naskorupienia (il. 6). Nieliczne bloki riolitu zabarwione są na rdzawopomarańczowy kolor. Miejscowo na zabarwienie riolitów nakładają się wykwyty słabo

związłych soli. Jest to zjawisko zmieniające się okresowo, w zależności od pory roku i wilgotności powietrza (il. 6).

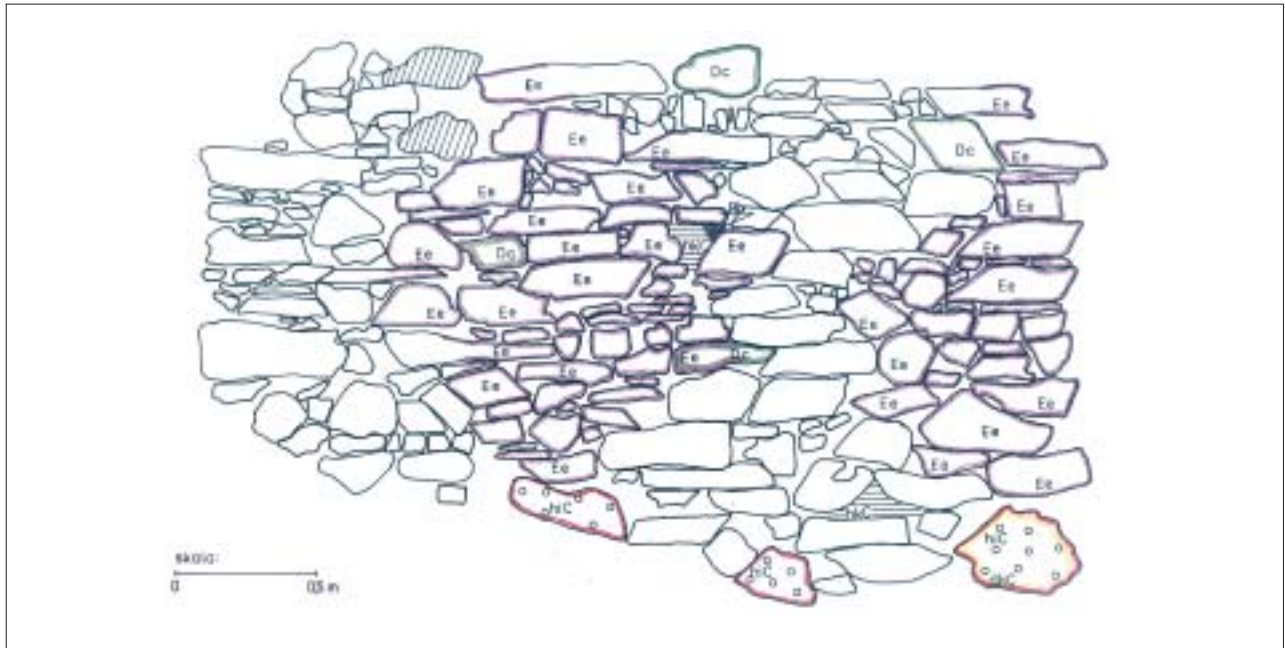
Bloki zlepieńców pokryte są jasnymi, związłymi naskorupieniami, mającymi wpływ na zmianę morfologii powierzchni. Naskorupienia te przyczyniają się do destrukcji zlepieńców. Na jednym ze zlepieńców występowało ciemne, bardzo związłe naskorupienie soli z zanieczyszczeniami, zmieniające morfologię powierzchni skały. Bardzo intensywne wytrącanie soli widoczne jest pomiędzy blokami skalnymi, w miejscach ubytku zaprawy murarskiej.

Bardzo intensywnemu wietrzeniu podlegają elementy wykonane z piaskowca ciosowego. Na il. 7 został przedstawiony szkic fragmentu głównego portalu zamku w Świnach. Na całej powierzchni elementów wykonanych z piaskowca występuje utrata gładkości, spowodowana ubytkiem najdrobniejszych ziaren. Jest to forma wietrzenia bardzo charakterystyczna dla piaskowców. Dość licznie występują też ubytki spowodowane utratą okruchów, odłamków i łusek. Materiał skalny kruszy się w różnych miejscach i z różną intensywnością – częściowo formy te pokrywają się z wybieleniem i formą przejściową między kruszeniem i odpryskiwaniem. Głębokość wietrzenia głębokiego sięga 1 cm. Relief w postaci wklęsłego zaokrąglenia krawędzi występuje na zewnętrznych krawędziach, narażonych na niszczenie mechaniczne.



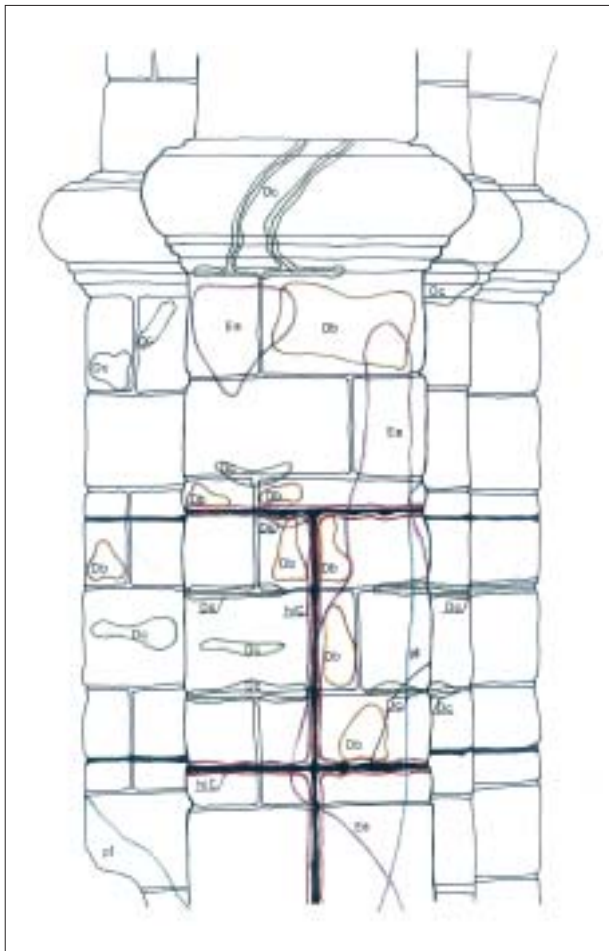
5. Fragment muru zbudowanego z riolitów, zieleńców i zlepieńców. Na rysunku zaznaczono symbole oznaczające formy wietrzenia z I grupy tj. ubytki materiału kamiennego.

5. Fragment of a wall built out of rhyolite, greenstone and pudding stone. In the drawing : marked symbols denoting forms of erosion in the first group, i.e. losses of stone material.



6. W momencie wykonywania szkiców murów wykwyty soli na opisywanym fragmencie układały się w dwie plamy (wyłącznie na blokach riolitów), zajmujące ok. 50 proc. powierzchni wybranej ściany.

6. At the time of executing the sketches of the walls, the salt efflorescence in the described fragment formed two spots (exclusively on the rhyolite blocks), occupying about 50% of the selected wall surface.



Selektywne wietrzenie w tym przypadku polega na wypadaniu zwięzłych fragmentów skały. Wzdłuż lamin w piaskowcu uwidaczniają się ubytki – wietrzenie zależne od tekstury skały. Często te ubytki pokrywają się z zabarwieniami z grupy II. Zniszczenia spowodowane działalnością człowieka (zadrapania) występują na stosunkowo małej powierzchni – są to trzy okręgi o średnicy ok. 2 cm.

Na analizowanym fragmencie portalu licznie występują rdzawo-brunatne przebarwienia spowodowane utlenianiem związków żelaza (il. 7). Większość smug układa się poziomo, zgodnie z warstwowością. Smugi zabarwione na brązowo charakteryzują się przy tym mniejszą odpornością na wietrzenie – zwłaszcza wymywanie. Dość charakterystyczne są przebarwienia występujące wzdłuż żyłek kwarcu. W górnej części opisywanego fragmentu występuje wybielenie – barwy od białej do kości słoniowej. Wzdłuż prawej, zewnętrznej krawędzi portalu, występują zabrudzenia cząsteczkami pochodzenia atmosferycznego – słabo przyćwieczone osady kurzu i sadzy.

7. Fragment głównego portalu zamku w Świnach. Liczne rdzawo-brunatne przebarwienia spowodowane utlenianiem związków żelaza.

7. Fragment of the main portal in Świny Castle. Numerous rust-brown penetration caused by the oxidation of iron compounds.



8. Blok riolitu w ścianie muru zamku w Świnach z widocznymi spękaniem w płaszczyźnie poziomej i z wykwitami soli.

8. Rhyolite block in the wall of Świny Castle with visible cracks on the horizontal level and salt efflorescence.

Analiza składu mineralnego naskorupień

Na powierzchniach elementów kamiennych w murach obiektu występują w suchych okresach roku, zwłaszcza w lecie, wyraźne białe wykwity soli (il. 8). Przy pomocy analizy rentgenostrukturalnej oznaczono występowanie soli obecnych na powierzchni bloków kamiennych i zaprawy murarskiej. Badania rentgenograficzne wykonano na preparatach proszkowych, przy pomocy dyfraktometru HZG-4, stosując monochromatyczne promieniowanie $\text{CuK}\alpha$, filtr Ni. Identyfikację minerałów przeprowadzono w oparciu o Mineral Powder Diffraction File⁷, tabele Michieje-wa⁸ i Przybory⁹.

W tabeli 1 przedstawiono składniki oznaczone rentgenograficznie, z podziałem na pierwotne, pochodzące ze skały w podłożu naskorupienia i wtórne, powstałe prawdopodobnie jako produkt wietrzenia skał.

Podstawowym składnikiem wśród minerałów wtórnych jest gips i selenit. Selenit, mimo że jest odmianą gipsu, rzadko występuje wśród soli rozpuszczalnych w wodzie, obecnych w wykwitach na skalnych materiałach budowlanych. Selenitem nazywana jest bardzo czysta odmiana gipsu, o dużych kryształach, łatwo rozpoznawana przy użyciu analizy rentgenostrukturalnej. Do innych soli obecnych w opisywanym obiekcie należą: arkanit (K_2SO_4), thenardyt (Na_2SO_4) i nitrokalit (KNO_3). W niektórych przypadkach minerały ilaste takie, jak illit i kaolinit, mogą stanowić produkt wietrzenia skałeni.

Charakterystyka parametrów porozymetrycznych próbek skał

Analiza mikroskopowa badanych skał została przeprowadzona przy pomocy mikroskopu do światła przechodzącego Axioscop firmy Zeiss. Program KS300 tej firmy pozwala na analizę obrazu, służącą

Tabela 1. Skład mineralny naskorupień występujących na blokach skalnych

Nr próbki	Podłoże naskorupienia	Składniki pierwotne	Składniki wtórne
1	riolit	kwarc, oligoklaz	selenit, arkanit
2	piaskowiec	kwarc, kalcyt, oligoklaz, chloryt	illit, gips, nitrokalit
3	zlepniec	kwarc, oligoklaz, ortoklaz	selenit, arkanit
4	zaprawa	kwarc, ortoklaz, kaolinit	arkanit, thenardyt, nitrokalit

m.in. oznaczeniu porowatości całkowitej w skałach oraz szeregu dwuwymiarowych, zadanych przez użytkownika parametrów. W przypadku analizowanych skał (piaskowca i riolitu) należały do nich: FERETMIN – minimalna średnica Fereta wyliczana jako najmniejsza średnica obiektu z projekcji długości w zakresie od 0 do 180°,

FERETMAX – maksymalna średnica Fereta wyliczana jako największa średnica obiektu z projekcji długości w zakresie od 0 do 180°,

DCIRCLE – średnica zastępcza obliczona jako równoważna średnica koła dla powierzchni danego obiektu,

AREA – pole powierzchni pustek w skale.

Poniżej pokazane zostały przykłady histogramów uzyskiwanych dzięki analizie obrazu. Są to histogramy rozkładu pola powierzchni porów w próbkach piaskowca (il. 9) i riolitu (il. 10), przedstawione w skali półlogarytmicznej.

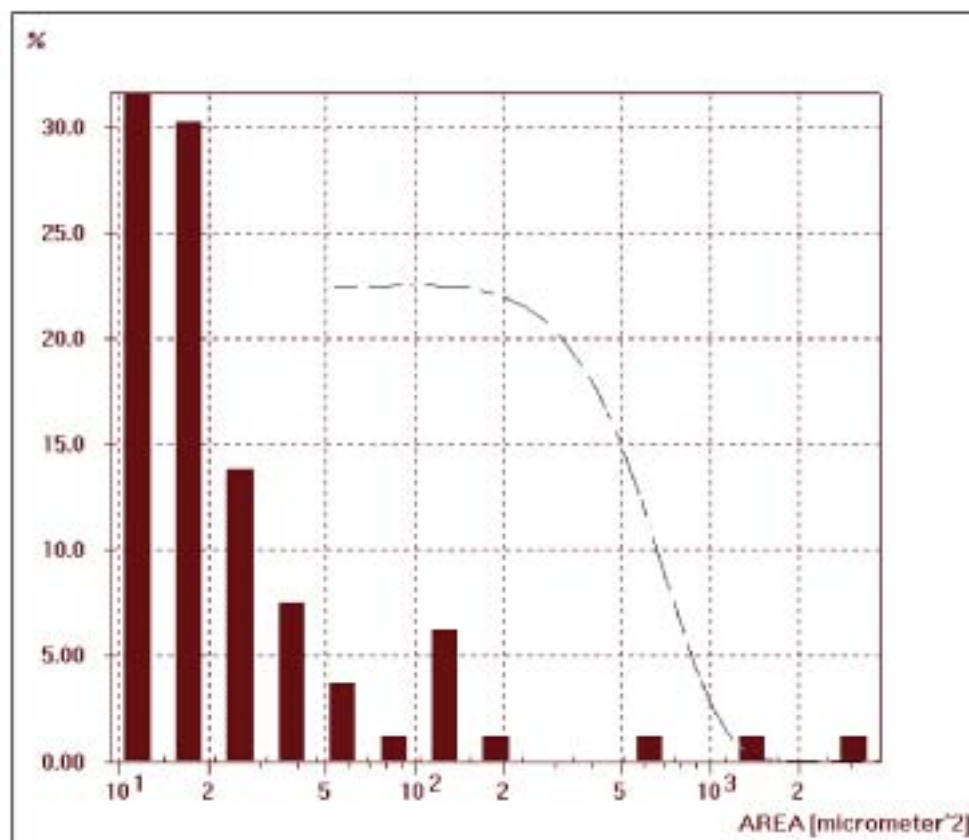
Powierzchnia porów (AREA) w próbce piaskowca przyjmuje wartości w przedziale: 9.5-3760 μm^2 , przeważająca część znajduje się jednak w przedziale do 150 μm^2 . Wielkości porów w próbce riolitu są wyraźnie mniejsze (w przedziale 9.5-774 μm^2), co odpowiada wielkości porowatości całkowitej, zmierzonej dla tych próbek. Porowatość ta dla piaskowca wynosi 3.88%, natomiast dla riolitu 0.84%.

Podstawowym materiałem budowlanym w opisywanym obiekcie jest riolit i riodycyt. Są to skały magmowe, nieporowate, i jako takie powinny charakteryzować się znaczną odpornością na procesy wietrzenia. Jednak ich uporządkowana, łupkowa tekstura jest przyczyną oddzielności, ułatwiającej odpadanie kostkowych fragmentów skały, a wietrzenie wgłębne sięga do 2 cm. Jak widać na il. 6, riolity są również podłożem, na którym powstają wykwity soli.

Fanglomeraty (zlepieńce), jako skały osadowe, w większym stopniu narażone są na destrukcję. Ich wietrzenie polega na wypadaniu niektórych składników (otoczków). Bloki zlepieńców pokryte są często jasnymi, zwięzłymi naskorupieniami, przyczyniającymi się do zmiany morfologii powierzchni.

Zieleńce to skały metamorficzne, występujące sporadycznie wśród innych bloków skalnych. Na ich powierzchniach widoczne jest złuszczenie zewnętrzne i odpryskiwanie. Jednak w porównaniu z innymi, sąsiednimi blokami o innej litologii, wykazują dość dużą odporność na wietrzenie.

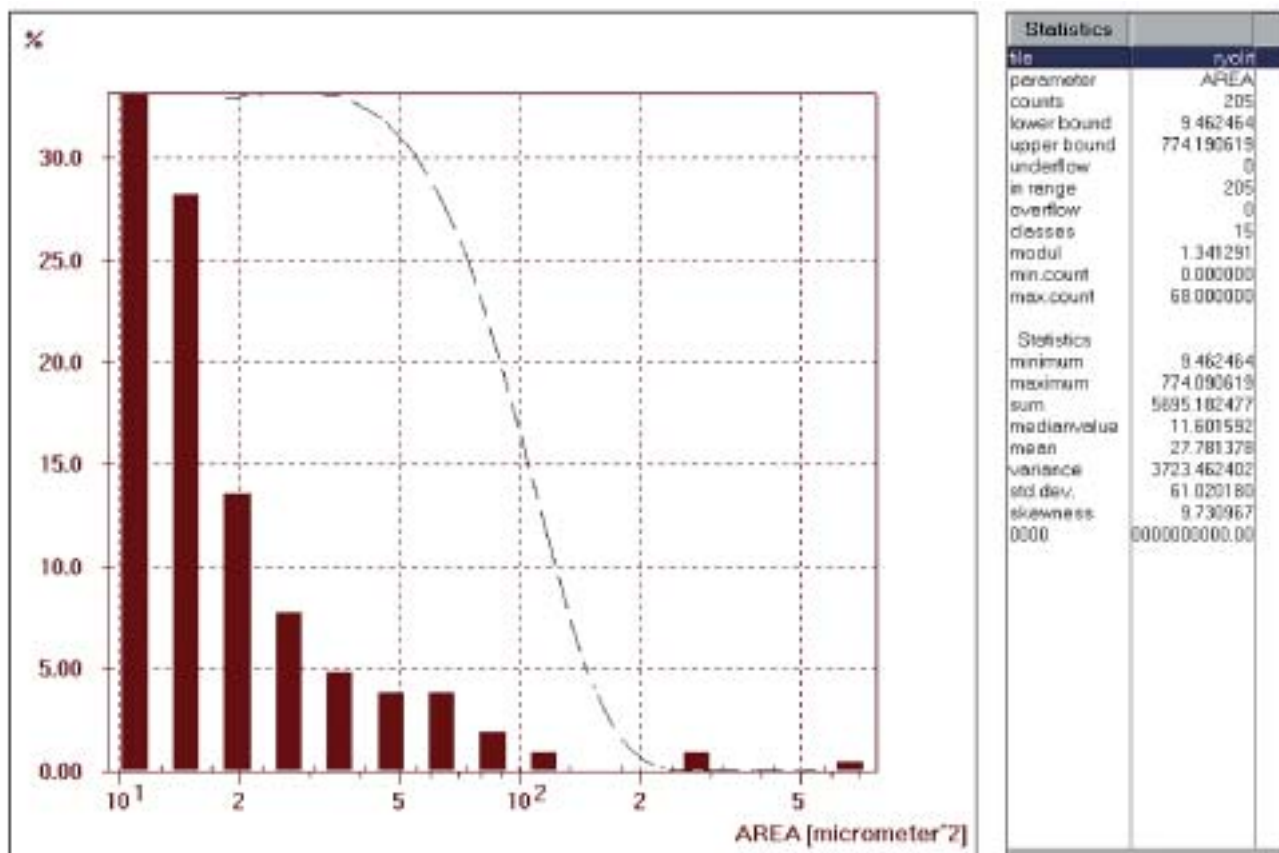
Bardzo intensywnemu wietrzeniu podlegają elementy dekoracyjne (portal, obramowania otworów okiennych) wykonane z górnokredowego piaskowca ciosowego. Na całej ich powierzchni, co charakterystyczne jest dla piaskowców, widoczna jest utrata gładkości, związana z ubytkiem najdrobniejszych



Statistics	
file	piaskowca
parameter	AREA
counts	158
lower bound	9.462464
upper bound	3759.445449
underflow	0
in range	158
overflow	0
classes	15
modul	1.490303
min.count	0.000000
max.count	50.000000
Statistics	
minimum	9.462464
maximum	3759.345449
sum	15721.121143
medianvalue	11.853159
mean	99.500767
variance	195001.159325
std dev	441.589356
skewness	7.478756
00000.000000	000000000000

9. Histogram przedstawiający rozkład powierzchni porów (AREA) w próbce piaskowca.

9. Histogram depicting the pattern of surface pores (AREA) in a sandstone sample.



10. Histogram przedstawiający rozkład powierzchni porów (AREA) w próbce riolitu.

10. Histogram depicting the pattern of surface pores (AREA) in a rhyolite sample.

ziaren. Na zewnętrznych krawędziach występuje wklęsłe ich zaokrąglenie. Wzdłuż lamin uwidaczniają się ubytki, często pokrywane się z przebarwieniami. Szorstkość powierzchni zwietrzałych piaskowców przyczynia się do osadzania kurzu i sadzy.

W składzie wykwitów i naskorupień obecnych na powierzchniach bloków skalnych (zwłaszcza riolitów i zlepieńców) oraz zaprawy murarskiej stwierdzono obecność produktów wietrzenia, do których należą siarczany: gips, selenit, arkanit, thenardyt i azotan –

nitrokalit; obserwowane są również w niektórych przypadkach również minerały ilaste, takie jak illit i kaolinit należące do minerałów wtórnych.

Dr inż. Małgorzata Labus jest geologiem, pracownikiem naukowo-dydaktycznym Instytutu Geologii Stosowanej Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

Mgr inż. Judyta Hetmaniok jest absolwentką Wydziału Górniczego i Geologii Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

Przypisy

1. B. Fitzner, K. Heinrichs, *Damage diagnosis on stone monuments – weathering forms, damage categories and damage indices*, (w:) R. Pikryl, & H.A. Viles (wyd.): *Understanding and managing stone decay*, Proceedings of the International Conference “Stone weathering and atmospheric pollution network (SWAPNET 2001)”, Prague 2002, s. 11-56.
2. B. Fitzner, K. Heinrichs, jw.
3. Z. Garbaczewski, *Szlakiem zamków piastowskich w Sudetach*, Warszawa 1988.
4. J. Oberc, *Sudety i obszary przyległe*, (w:) *Budowa geologiczna*

Polski, t. 4, cz. 2, Warszawa 1982.

5. H. Teissere, *Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów*, Arkusz Bolków, 1976.

6. B. Fitzner, K. Heinrichs, jw.

7. *Mineral Powder Diffraction File*, 1986.

8. W.I. Michiejew, *Rentgenometrycznej opredie-litel mineralow*, Moskwa 1957.

9. E. Przybora, *Rentgenostrukturalne metody identyfikacji mineralow i skal*, Warszawa 1957.

THE CATEGORISATION OF DEVASTATION CAUSED BY THE EROSION OF CONSTRUCTION MATERIAL UPON THE EXAMPLE OF ŚWINA CASTLE IN LOWER SILESIA

Świny castle is situated within Kaczawskie Mts. in Lower Silesia, about 3 kilometres north to Bolków. It is built of broken stone, mainly rhyolites and rhyolites, moreover conglomerates and greenstones. Portals and window frames are made of upper Cretaceous cut sandstone.

In the paper there are presented works basing on the classification scheme of weathering forms, damage categories and damage indices for natural stone building materials, which was evolved by international research group from Aachen: "Natural stones and weathering". Within the investigations, the selected parts of castle walls and portal were mapped, including lithological mapping and weathering forms mapping.

The most serious weathering processes could be observed on ornamental building units made of sand-

stone. This rock weathering consists on roughness, caused by the loss of the finest grains. The following consequence is dust and soot precipitation on the outer parts of rock elements. The loss of the stone material is also due to the stone structure (lamination) and on the outer edges (rounding). Taking into account the other lithological types of building stones in the castle walls, the conglomerates are seriously damaged, as well. It is caused by loss of the pebbles, because of rock cement embrittlement. The deterioration of rhyolites is caused mainly by their shale structure.

On the outer parts of the building blocks and mortar there are crusts and salt efflorescences. Their components are some weathering products, such as sulphates: gypsum, selenite, arcanite, thenardite; and nitrate – nitrokalite.

INFORMACJA O PRENUMERACIE

Prenumeratę „Ochrony Zabytków” można zamówić za pośrednictwem:

■ **1. RUCH SA**

Informacji o warunkach prenumeraty i sposobie zamawiania udziela „RUCH” SA Oddział Krajowej Dystrybucji Prasy, 01-248 Warszawa, ul. Jana Kazimierza 31/33; tel. (0-22) 532-87-31, 532-88-20, 532-88-16, fax 532-87-32; www.ruch.pol.pl, prenumerata@okdp.ruch.com.pl

■ **2. Wydawnictwo DiG**

01-525 Warszawa, ul. Wojska Polskiego 4; tel. (0-22) 839-08-38; zamowienia@dig.pl

■ **3. Firma AMOS**

01-806 Warszawa, ul. Zuga 12; tel. (0-22) 834-65-21

■ **4. GARMOND PRESS SA**

01-106 Warszawa, ul. Nakielska 3; tel./fax (0-22) 836-69-21; prewarszawa@garmond.com.pl

■ **5. INMEDIO Sp. z o.o.**

90-446 Łódź, ul. Kościuszki 132; tel./fax (0-42) 636-44-47; prenumerata@inmedio.com.pl

■ **6. KOLPORTER SA**

05-080 Izabelin, Mościska, ul. Bakaliowa 3; tel. (0-22) 355-05-65(66), fax (0-22) 355-05-67(68); prasowa.sc@kolporter.com.pl

Wydawnictwa Krajowego Ośrodka Badań i Dokumentacji Zabytków do nabycia w siedzibie przy ul. Szwoleżerów 9, 00-464 Warszawa, pok. 12, w godz. 9.00-15.00.

Zamówienia można także składać telefonicznie: (0-22) 622-60-92 w. 123, za pośrednictwem faksu (0-22) 622-65-95 i poczty e-mailowej: wydawnictwa@kobidz.pl. Spis dostępnych publikacji na stronie internetowej: www.kobidz.pl