

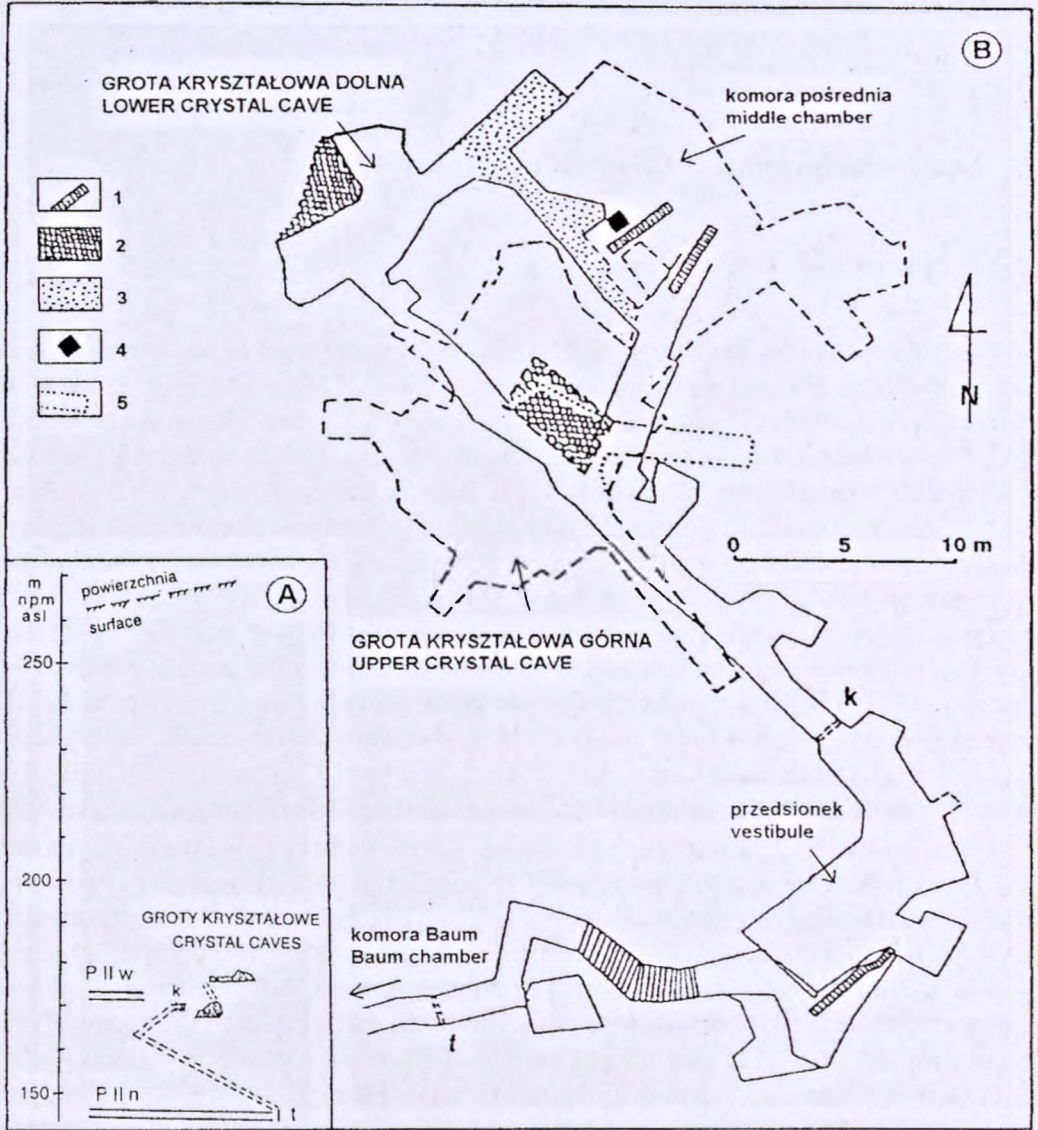
6. Stan zachowania Grot Kryształowych

Zofia Alexandrowicz i Jan Urban

Grot Kryształowe – dolna i górna – różnią się wyraźnie wielkością i kształtem oraz stanem pokrycia ścian kryształami halitu (ryc. 6.1–6.3). Dolna grot, o objętości 706 m³, znajduje się około 22 m powyżej poziomu II niższego, który schodzi do głębokości 103,5 m w odniesieniu do powierzchni terenu. Ma ona kształt wydłużony pionowo z niewielkim odchyleniem ku wschodowi i wznosi się do wysokości 5,75 m (ryc. 6.2). Dolna część pustki, gdzie zlokalizowany był najstarszy otwór wejściowy, została zasypiana i obecnie tworzy spąg grot, ponad którym ściany do wysokości 0,7–2,5 m nie mają pokryw krystalicznych, a w niektórych miejscach są zniekształcone robotami górniczymi. Powyżej pustka ma kształt wąsko sklepionej kopuły pokrytej całkowicie kryształami halitu. Północno-zachodni fragment groty jest zabudowany drewnianym kasztem tylko częściowo podtrzymującym strop groty, a zakrywającym tu ubytki kryształów. Do groty prowadzi chodnik z tzw. przedsionka określanego dawniej jako Komora Kryształowa Baum-Schwind (Charkot i in. 1996). Od strony wschodniej grot została połączona z komorą pośrednią, zwaną dawniej Dolną Komorą Kryształową.

Górna Grot Kryształowa o dawnej nazwie Górna Komora Kryształowa usytuowana jest na południe od dolnej pustki, 4–7 m ponad nią, ok. 5 m powyżej II poziomu wyższego, znajdującego się ok. 80 m poniżej powierzchni terenu. Pomiędzy grotami występuje wspomniana komora pośrednia z szybikiem wentylacyjnym i schodami prowadzącymi do groty górnej. Górna Grot Kryształowa jest komorą poeksploatacyjną w miejscu pierwotnych kawern krystalicznych, z których zachowały się jedynie fragmenty (ryc. 6.3). Ma ona objętość około 1000 m³ (z pominięciem ślepych chodników, wnęk i kasztu) i dwa poziomy, rozdzielone kasztem solnym. Różnica wysokości między niższym a wyższym poziomem wynosi 1,3–3,0 m. Na niższy poziom doprowadzają schody z komory pośredniej, a na wyższy – przejścia po obu stronach kasztu. Kształt groty jest nieregularny a jej wysokość nie przekracza nigdzie 3,75 m. Z komór odchodzi 6 ślepo zakończonych wnęk i krótkich chodników poszukiwawczych. Strefa kawern krystalicznych była eksploatowana niespełna rok po dotarciu do Dolnej Grot Kryształowej, a została ona odkryta w czasie prac związanych z rozbudową systemu wentylacyjnego.

Grot Kryształowe, komora pośrednia, przedsionek oraz chodniki łącznikowe tworzą zamknięty system, zabezpieczony w dwóch miejscach: żelaznymi drzwiami każdorazowo plombowanymi oraz kratą (ryc. 6.1). Do tej zabytkowej strefy doprowadza jeden chodnik z Komory Baum na poziomie II niższym kopalni.



Ryc. 6.1. A – Położenie grot względem powierzchni i poziomów górniczych. P II w – poziom II wyższy, P II n – poziom II niższy, t – drzwi żelazne w chodniku wejściowym, k – krata w zakończeniu przedsionka. B – Plan strefy Grot Kryształowych. 1 – schody, 2 – kaszt podtrzymujący strop, 3 – podsadzka, 4 – szybik wentylacyjny, 5 – najwyżej położony ślepy chodnik w grocie górnej, pozostałe oznaczenia jak na ryc. 6.1-A.

Fig. 6.1. A – Location of Crystal Caves in relation to ground level and mine levels. P II w – level II higher, P II n – level II lower, t – iron door in entrance gallery, k – bars at end of caves' vestibule. B – Plan of Crystal Caves zone. 1 – stairs, 2 – cribbing supporting roof, 3 – fill, 4 – ventilation pit, 5 – highest blind gallery in upper cave, other markings – see fig. 6.1-A.



Fot. J. Barwiński

Ryc. 6.2. Dolna Grota Kryształowa. Fragment przy wejściu do grotty – powyżej utworów piaszczysto-ilastych zawierających drobne okruchy soli występuje ciągła pokrywa kryształów halitu.

Fig. 6.2. Lower Crystal Cave. Fragment of wall at entrance to cave – continuous halite cover occurs over sand-argillous sediment containing fine crumbs of salt.



Fot. J. Przybyło

Ryc. 6.3. Góma Grota Kryształowa – dolny poziom. Widok z kierunku wejścia do groty, nisko zalegająca pokrywa o przezroczystych kryształach halitu.
Fig. 6.3. Upper Crystal Cave – lower level. View from cave's entrance to its inwards – low-occurring cover formed of transparent halite crystals.

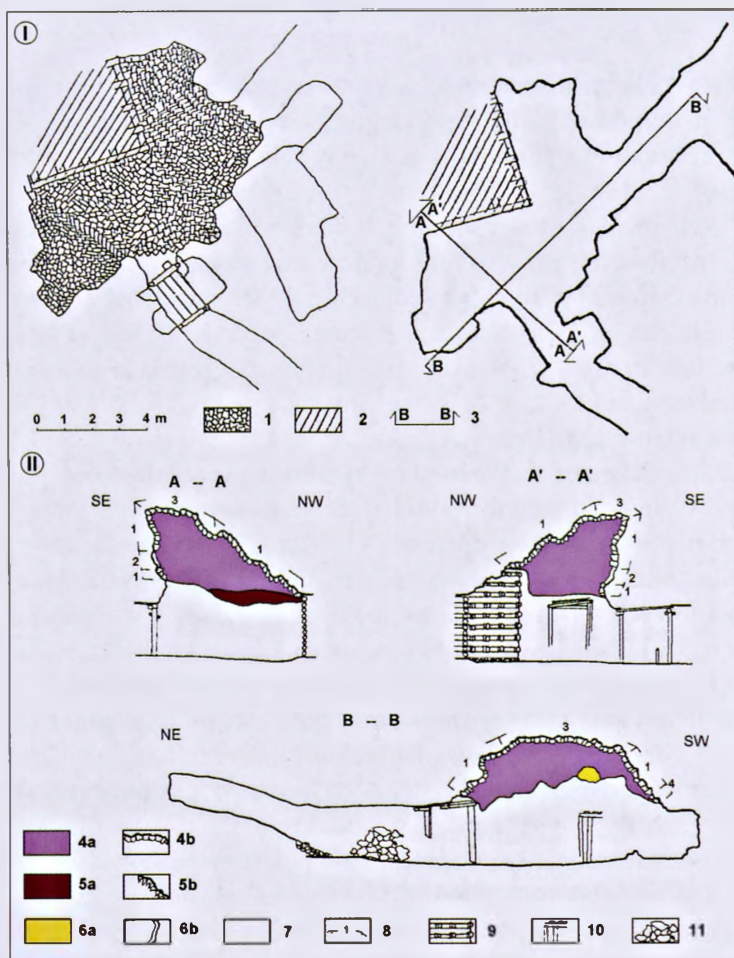
6.1. Pokrywy krystaliczne halitu

Schematyczny plan rozmieszczenia pokryw krystalicznych w grotach, opracowany na podstawie materiałów S. Kozłowskiego, został po raz pierwszy opublikowany w „Katalogu rezerwatów i pomników przyrody nieożywionej w Polsce” (Alexandrowicz Z., Drzał i Kozłowski 1975)

W latach 1970 i 1980–81 dwukrotnie wykonano dokumentację fotogrametryczną ścian Grot Krysztalowych przy użyciu kamery stereoskopowej w oparciu o tę samą sieć fotopunktów zamarkowanych na ścianach oraz stropach (Inwentaryzacja... 1981). Plany i przekroje fotogrametryczne sporządzone przez Krakowskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne w latach 1980–81 w skali 1:50 były szczególnie pomocnym materiałem dla przeprowadzenia w 1992 r. opisowej inwentaryzacji krystalicznych form halitu w Grotach Krysztalowych. Inwentaryzację tę wykonano wzdłuż transektów pokrywających się z przekrojami wytyczonymi w ramach wcześniejszych prac fotogrametrycznych. Przekroje te stanowiły podkład do prac inwentaryzacyjnych. W wyniku przeprowadzonej inwentaryzacji opisowej (1992 r.), w obrębie ścian i stropów grot wydzielono pięć rodzajów powierzchni, biorąc pod uwagę wykształcenie i stan zachowania form halitowych. Dwa rodzaje to powierzchnie całkowicie naturalne. Pierwszy reprezentują ciągłe, stosunkowo grube i zwarte pokrywy wielokrystalicznego halitu. Drugi rodzaj form jest reprezentowany przez luźniejsze skupienia na ogół dużych kryształów halitu występujące na pierwotnej powierzchni skał płonnych. Trzeci typ powierzchni ma charakter częściowo naturalny i odznacza się występowaniem skupień lub grup na ogół małych kryształów na podłożu odsłoniętych skał płonnych, w obrębie których widoczne są liczne ślady po odspojeniu okazów halitu. Czwarty typ powierzchni tworzą sztucznie ociosane zwarte pokrywy halitowe o trudno rozpoznawalnych zarysach kryształów, a piąty – odsłonięte skały bez kryształów.

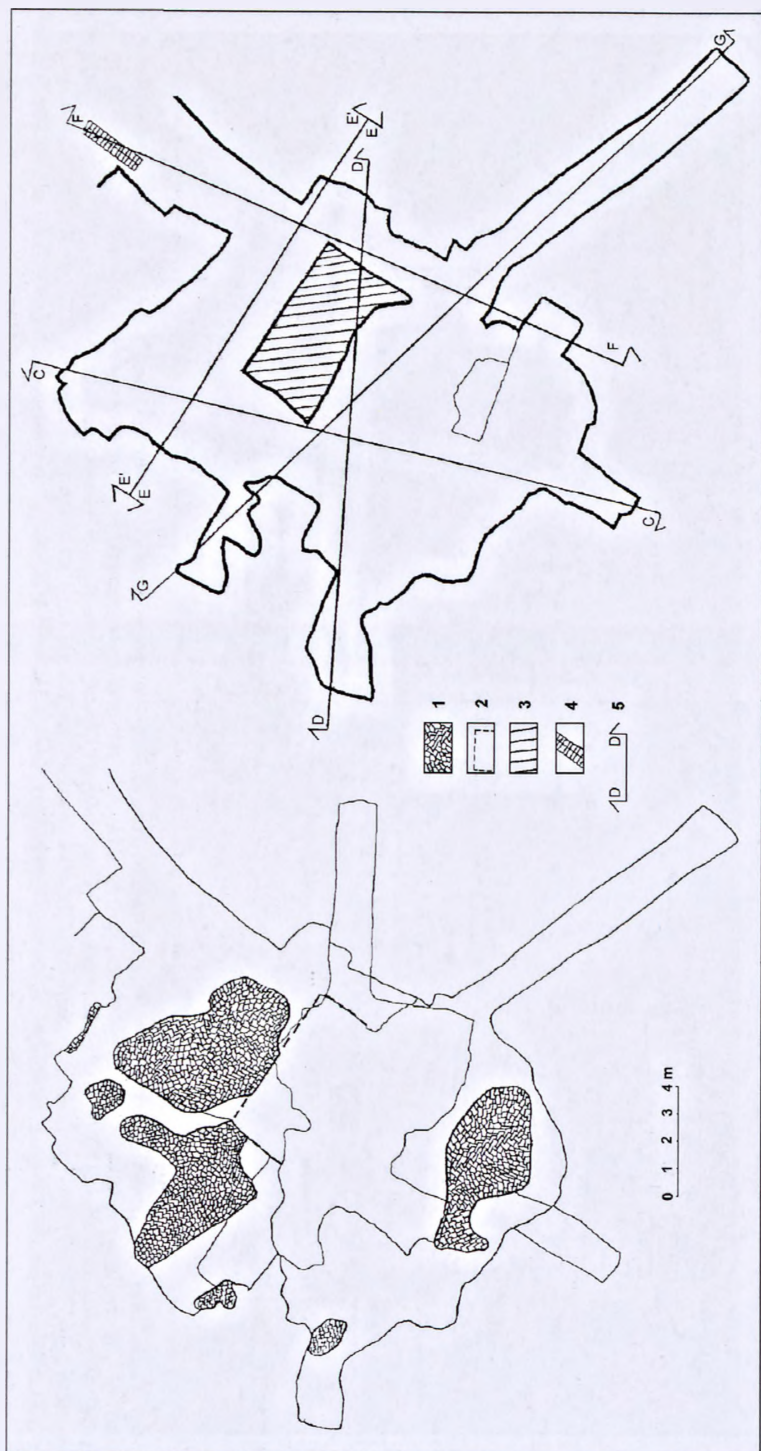
W dolnej grocie sklepienie i górne ściany są wyścielone ciągłą pokrywą wielokrystalicznego halitu, której grubość, widoczna na obrzeżach i kontakcie ze skałą podłoża, wynosi 10–30 cm (ryc. 6.4). Znajduje się tu również wyizolowane skupienie grup dużych kryształów, widoczny jest także ślad po odspojonym fragmencie pokrywy. W górnej grocie występują wszystkie wyróżnione rodzaje krystalicznych pokryw (ryc. 6.5 i 6.6). Skupienia kryształów zajmują około 50% powierzchni ścian i stropu. Mają one charakter w większości naturalny i występują jako luźno przerastające się kryształy lub tworzą bardziej zwarte płyty o grubości sięgającej od kilku do 40 cm, na ogół około 20 cm. Południowa ściana, ograniczająca wyższy poziom groty jest wyciosana w obrębie zwartej pokrywy halitowej o trudno rozpoznawalnych zarysach kryształów. Tego rodzaju sztuczne powierzchnie znajdują się również we wnętrzu przy schodach doprowadzających do górnej groty i miejscami w komorze pośredniej. Duże fragmenty takich sztucznych powierzchni są dobrze widoczne w przedsionku grot.

Pomiary i obserwacje krystalicznych form halitowych na ścianach grot przeprowadzono wzdłuż wyznaczonych w 1980 r. transektów zdjęcia fotogrametrycznego. W grocie dolnej i górnej, na liniach transektów zidentyfikowano łącznie 16 pokryw halitowych obejmujących grupy kryształów lub ich fragmenty. Scharakteryzowano je



Ryc. 6.4. Dolna Grota Kryształowa. I – Plany stropu i spągu: 1 – pokrywa krystaliczna halitu na stropie, 2 – kaszt drewniany, 3 – transekty inwentaryzacji kryształów na planie spągu. II – Przekroje wzdłuż transektów: 4 – ciągła pokrywa wielokryształiczna halitu na ścianie (a) i konturze przekroju (b), 5 – liczne grupy wielokryształicznego halitu pośród skał płonnych podłoża na ścianie (a) i konturze przekroju (b), 6 – sztuczna powierzchnia halitowa na ścianie (a) i na konturze przekroju (b), 7 – powierzchnie bez narosłych kryształów, 8 – numeracja powierzchni obserwacji i pomiarów (tab. 6.I), 9 – kaszt drewniany, 10 – obudowa drewniana, 11 – bloki skały płonnej przy przejściu do komory pośredniej.

Fig. 6.4. Lower Crystal Cave. I – Plans of roof and floor: 1 – crystalline cover of roof formed of halite, 2 – cribbing, 3 – photogrammetric section of crystals' inventory on plan of bottom. II – Route of photogrammetric sections: 4 – continuous large-crystalline cover formed of halite on wall (a) and on contour of photogrammetric section (b), 5 – numerous groups of large-crystalline halite in barren rock of substratum on wall (a) and on contour of photogrammetric section (b), 6 artificially hewn halite surface on wall (a) and on contour of photogrammetric section (b), 7 – surfaces without any crystals, 8 – numbering of observation surfaces and of measuring points (tab. 6.I), 9 – cribbing, 10 – timbering, 11 – blocks of barren rocks at passage leading to middle chamber.



Ryc. 6.5. Góma Grotu Kryształowa. 1 – pokrywa kryształowa halitu na stropie, 2 – zarys kaszty solnego na stropie, 3 – kaszty solny, 4 – schody prowadzące z komory pośredniej do grotu, 5 – transektory inwentaryzacji kryształów na planie spągu.

Fig. 6.5. Upper Crystal Cave. 1 – halite crystalline cover on roof, 2 – sketch of salt cribbing on roof, 3 – salt cribbing, 4 – stairs between middle chamber and cave, 5 – photogrammetric sections of inventory of crystals on plan of bottom.



Ryc. 6.6. Górná Grotta Kryształová. Przekrój wzdłuż transektów (ryc. 6.5): 1 – ciągła pokrywa wielokryształiczna halitu na ścianie (a) i konturze przekroju (b), 2 – liczne grupy wielokryształicznego halitu wśród skał płonnych podłoża na ścianie (a) i konturze przekroju (b), 3 – płyty lub grupy różnej wielkości kryształów przeważnie małych w obrębie odsłonięć naturalnych lub częściowo naturalnych skał płonnych na ścianie (a) i konturze przekroju (b), 4 – sztuczna powierzchnia halitowa – reszta pokrywy na ścianie (a) i konturze przekroju (b), 5 – powierzchnie sztuczne bez narosłych kryształów, 6 – numeracja powierzchni obserwacji i pomiarów (tab. 6.I), 7 – kaszt solny lub podsadzka, 8 – obudowa drewniana.

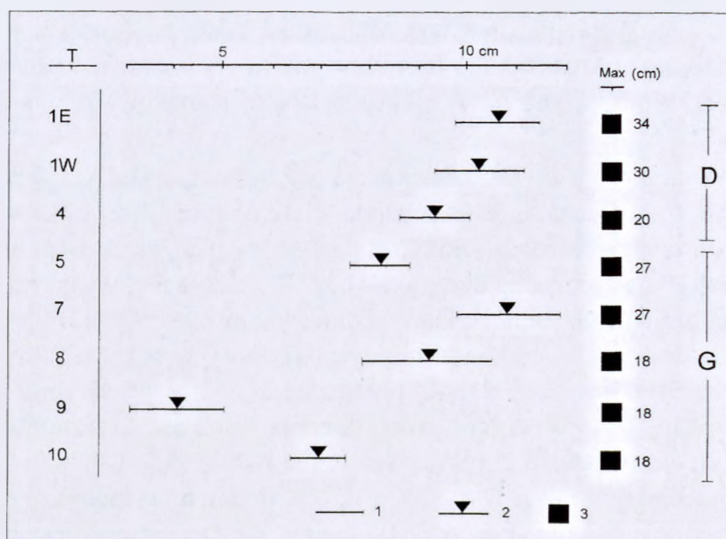
Fig. 6.6. Upper Crystal Cave. Photogrammetric section (Fig. 6.5): 1 – continuous cover of large-crystalline halite on wall (a) and on contour of photogrammetric section (b), 2 – numerous groups of large-crystalline halite in barren rocks of substratum on wall (a) and on contour of photogrammetric section (b), 3 – fragments of groups of crystals different in size, predominantly small ones within exposures of barren rock surfaces of natural or partly natural origin on wall (a) and on contour of photogrammetric section (b), 4 – artificially hewn halite surface – remains of cover on wall (a) and on contour of photogrammetric section (b), 5 – artificially hewn surfaces without any crystals, 6 – numbering of observation surfaces and measuring points (tab. 6.I), 7 – salt cribbing or fill, 8 – timbering.

pod względem występowania oraz wykształcenia a także wielkości kryształów i ich zachowania (tab. 6.1). Analizowane transekty przecinają często te same halitowe formy krystaliczne, które w tych przypadkach są objęte jednakową numeracją (ryc. 6.4, 6.5, 6.6).

Poszczególne pokrywy krystaliczne różnią się od siebie pod względem wielkości kryształów (ryc. 6.7). Cecha ta jest wyrażona wielkością najdłuższej krawędzi mierzonego kryształu i wykazuje bardzo dużą zmienność wynikającą ze współwystępowania okazów dużych i małych. Znajduje to wyraz w relatywnie wysokich wartościach współczynnika zmienności obliczonego według wzoru $c_v = s/X \times 100$ (s oznacza odchylenie standardowe, X – średnią arytmetyczną), który w poszczególnych zespołach pomierzonych kryształów mieści się w przedziale 31–42, a w jednym z nich przekracza nawet 70 (tab. 6.1). W dolnej grocie średnia wielkość kryształów (m) wynosi 10,57 cm, 10,26 cm oraz 9,38 cm. Wartości te nie różnią się od siebie w sposób istotny, bowiem przedziały ufności wszystkich trzech średnich arytmetycznych (na poziomie 0,5) zachodzą na siebie (ryc. 6.7-D). Zakres ich zmienności jest jednak bardzo duży, a wymiary 90% kryształów są zawarte w przedziale 3–18 cm. W górnej grocie poszczególne płyty krystaliczne różnią się od siebie pod względem wielkości okazów w sposób statystycznie istotny (ryc. 6.7-G). Dwa z nich (tab. 6.1 – wydzielenie 7 i 8) – o wartościach średnich 10,89 cm i 9,25 cm – mieszczą się w przedziałach ufności wyznaczonych dla groty dolnej i wykazują ten sam zakres zmienności (ryc. 6.7). Trzy pozostałe płyty (tab. 6.1 – wydzielenia 5, 10 i 9) odznaczają się mniejszymi rozmiarami kryształów (średnie wielkości wynoszą odpowiednio 8,26 cm, 7,04 cm i 4,11 cm), przy czym ostatni z nich ma największe zróżnicowanie wielkości kryształów, co wyraża się bardzo dużą wartością współczynnika zmienności – $c_v = 72.5$ (tab. 6.1 – wydzielenie 9). Zakresy zmienności są tu zawarte w przedziale 3–13 cm.

Kryształy o maksymalnych rozmiarach występują w dolnej grocie, a długość ich krawędzi wynosi 26–34 cm (ryc. 6.7-D). W grocie górnej największe kryształy w obrębie naturalnych powierzchni ścian osiągają długość krawędzi 27 cm, a w większości przypadków wielkość ta nie przekracza 20 cm (ryc. 6.7-G). Na ścianach ociosów można tu jednakże obserwować miejscami wewnętrzne powierzchnie łupliwości kryształów o krawędziach dochodzących nawet do około 50 cm. Powierzchnie te występują w obrębie zwartych pokryw halitowych, nie zawierających odosobnionych kryształów. Duże zróżnicowanie krystalicznych form halitowych w grocie górnej świadczy o niejednorodnym środowisku tworzenia się ich w strefach pierwotnych kawem.

Na naturalnych powierzchniach grot wyodrębniają się kryształy o sześciennym pokroju wzajemnie przerastające się według ścian krystalograficznych 001, 010, 100 i 111 (Pawlikowski i Wiewiórka 1988). Stopień ich przezroczystości jest różny. W stropie dolnej groty na ogół występują kryształy o zaokrąglonych krawędziach i narożach oraz powierzchniach niekiedy zabrudzonych substancją pylasto-ilastą, często zmatowiałych i pokrytych formami korozyjnymi (ryc. 6.8, 6.9). Formy korozyjne, obserwowane także w grocie górnej, mają charakter jamek i wżerów o kształcie gałązkowym, palczastym lub listkowym (blaszkowym), a występują one często



Ryc. 6.7. Średnie i maksymalne wielkości kryształów halitu w Grotach Kryształowych. 1 – przedział ufności średniej arytmetycznej, 2 – średnia arytmetyczna, 3 – największy kryształ w zbiorze; D – Dolna Grota Kryształowa, G – Górna Grota Kryształowa, T – numer wydzielenia na badanym transekcie (zgodny z tabelą 6.1).

Fig. 6.7. Mean and maximum sizes of halite crystals in Crystal Caves. 1 – confidence interval of arithmetic mean, 2 – arithmetic mean, 3 – largest crystal in set; D – Lower Crystal Cave, G – Upper Crystal Cave, T – number indicated in studied photogrammetric section (according to Tab. 6.1).

wzdłuż powierzchni zrostów i niektórych płaszczyzn łupliwości. Efektem korozji są też owalne zagłębienia na powierzchni kryształów powstałe w miejscach zniszczonych inkluzji. Bezpośrednio pod powierzchnią kryształów widoczne są niekiedy prostokątne lub owalne formy, pojedyncze lub ułożone rzędowo, będące prawdopodobnie również pozostałościami skorodowanych inkluzji (ryc. 6.10). Na niektórych nachylnych w dół narożach kryształów utworzyły się małe stalaktyty o długości do 2 cm. W kilku miejscach na ścianach są widoczne ślady mechanicznych uszkodzeń lub pułtek po odspojeniu kryształów.

Stan zachowania kryształów w górnej grocie jest – w porównaniu z grota dolną – na ogół dobry. Powierzchnie ich są stosunkowo gładkie, a naroża i krawędzie ostre. Dzięki dużej przezroczystości kryształów i łatwemu dostępowi do nich dostrzec można w ich wnętrzu drobne inkluzje ciekłe lub ciekło-gazowe. Na powierzchniach kryształów obserwuje się miejscami niewielkie ślady korozji o charakterze nieznacznych wytrawień i małych wyrostków. W wielu skupieniach kryształów zaznaczają się natomiast ślady odłupania okazów, a także mechanicznych uszkodzeń pokryw, zwłaszcza w miejscach nisko położonych ich nawisów (ryc. 6.11).

Rzadko spotykaną i swoistą odmianę soli można obserwować na wschodniej ścianie niższego poziomu górnej groty. Jest to wydłużone, wąskie skupienie drobnych kryształków o krawędziach do 2 cm, przezroczystych lub o zabarwieniu mlecznym (ryc. 6.12). Sól ta jest porównywalna z tzw. solą orłową – szczególnie poszukiwaną i użytkowaną dawniej wyłącznie na dworach królewskich i magnackich.

Tabela. 6.I. Charakterystyka form krystalicznych halitu w Grotach Kryształowych

Table 6.I. Characteristics of halite crystalline forms in Crystal Caves

Transect Section	Nr wydzielenia Number of unit*	Występowanie i wykształcenie form halitowych Occurrence and shape of halite forms	Wielkości kryształów Crystal sizes**	Stan zachowania form halitowych Preservation state of halite forms
1	2	3	4	5
A-A A'-A' B-B	1	Pokrywa wielokryształowego halitu o znacznym stopniu zwartości kryształów i grubości 20-30 cm (na obrzeżach); kryształy o różnicowanej wielkości tworzą często zrosły rownoległy; pomiędzy zrostami krystalicznymi występują głębokie lecz ciasne pustki.	zachodnia część groty: m - 10,26 s - 4,31 c _v - 42,0 n - 80 max - 26-30 wschodnia część groty: m - 10,57 s - 4,08 c _v - 38,6 n - 74 max - 28-34	Naturalna powierzchnia krystaliczna miejscami skorodowana; kryształy przezroczyste, często jednak o silnie zabrudzonych (substancją ilastą i pyłem drzewnym rozproszonym podczas budowania kasztu) powierzchniach noszących ślady wytrawień (zwłaszcza w miejscach zrosła); ku górze rośnie stopień zaokrąglenia krawędzi i naroży kryształów.
A-A A'-A'	2	Zagłębienie w pokrywie wielokryształowego halitu (jak wyżej) w miejscu odlupania kryształów.	Brak możliwości pomiaru parametrów, które ogólnie zbliżone są do podanych wyżej.	Sztuczna powierzchnia pokrywy krystalicznej, brak naturalnych powierzchni kryształów, słabo widoczne płaszczyzny łupliwości.
A-A A'-A' B-B	3	Stosunkowo zwarta pokrywa wielokryształowego halitu na stropie komory.	Brak możliwości pomiaru parametrów; krawędzie kryształów mają zwykle długość do 10 cm, maksymalnie - do 15 cm.	Naturalna powierzchnia krystaliczna silnie skorodowana; kryształy przezroczyste o krawędziach i narożach silnie zaokrąglonych.

1	2	3	4	5
B-B	4	Platy wielokryształowego halitu o grubości 10-20 cm zbudowane z luźniej rozmieszczonych kryształów; pomiędzy kryształami liczne pustki.	m - 9,38 s - 2,91 cv - 31,0 n - 66 max - 20	W znacznej części naturalna powierzchnia kryształowa zbudowana z przezroczystych kryształów; ślady odpajania grup kryształów zwłaszcza w strefie brzeżnej pokrywy; ściany kryształów czyste ze śladami wytrawień, krawędzie lekko zaokrąglone.
C-C	5	Grupy kryształów tworzących luźne zrosty, które przechodzą w kierunku wschodnim w ciągłą pokrywę kryształową; występują na podłożu zbudowanym z soli sedimentacyjnej z przerozniętymi piaszczysto-iliastymi.	m - 8,26 s - 3,20 cv - 38,7 n - 80 max - 20-27	Przezroczyste kryształy o dobrej wykształconej formie kryształicznej i ostrych krawędziach, miejscami ślady odpajania grup kryształów.
C-C D-D	6	Zagłębienie w pokrywie kryształicznej (opisanej niżej - wydzielenie 7) w miejscu odpajania - wielokryształiczny halit bez naturalnych form kryształicznych.	Brak możliwości pomiaru parametrów.	Powierzchnia sztuczna w miejscu odpajania grupy kryształów.
C-C D-D J-J E-E E'-E'	7	Pokrywa wielokryształowego halitu o znacznym stopniu zwartości kryształów i grubości 20-40 cm; kryształy o zróżnicowanej wielkości tworzą zrosty nieprawidłowe (zrosnięte kryształy mają nierównoległe krawędzie i ściany), rzadziej zrosty równoległe.	m - 10,89 s - 4,55 cv - 41,8 n - 70 max - 21, 25, 27	Naturalna powierzchnia kryształowa, ściany kryształów są czyste, krawędzie i większość naroży - ostre; na niektórych narożach występują wtórne kryształy halitu (utworzone w wyniku spływu solanki przesuszającej się z podłoża i jej wysychania).
C-C E-E E'-E'	8	Niewielki płat wielokryształowego halitu (wypełniający wklęsły fragment stropu) zbudowany z luźno rozmieszczonych kryształów, tworzących nieprawidłowe zrosty; pomiędzy kryształami występują liczne pustki.	m - 9,25 s - 3,80 cv - 41,1 n - 32 max - 15-18	Bardzo przezroczyste kryształy o zróżnicowanej wielkości i dobrze wykształconej formie, ściany kryształów są czyste, krawędzie i naroża - ostre; wokół płata ślady odpajania pokrywy halitowej.

1	2	3	4	5
C-C D-D E-E E'-E'	9	Drobnokrystaliczna pokrywa halitowa o grubości 2-3 cm zbudowana z ziarn halitu o wielkości do 0,5 cm oraz pojedynczych większych kryształów; na podłożu zbudowanym z gruboziarnistej soli sedimentacyjnej z przerostami ilastymi oraz ilasto-piaszczystymi.	m - 4,11 s - 2,98 cv - 72,5 n - 36 max - 7, 8, 18	Naturalna powierzchnia krystaliczna z nielicznymi śladami odspajania, większe kryształy są bardzo przezroczyste i cechują się doskonałą formą krystaliczną, mają czyste ściany oraz ostre krawędzie i naroża.
E-E E'-E'	10	Grupy luźno rozmieszczonych kryształów i pojedyncze kryształy występujące na odsłoniętej powierzchni gruboziarnistej soli sedimentacyjnej z przerostami ilastymi oraz ilasto-piaszczystymi.	m - 7,04 s - 2,46 cv - 34,9 n - 74 max - 15, 17, 18	Kryształy bardzo przezroczyste o doskonałej formie krystalicznej, mają czyste i gładkie ściany, ostre krawędzie oraz naroża.
E-E E'-E' F-F	11	Pojedyncze niewielkie kryształy halitu na powierzchni gruboziarnistej soli sedimentacyjnej z przerostami ilastymi oraz ilasto-piaszczystymi.	Kryształy o krawędziach zwykle 1-2 cm, maksymalnie do 3 cm.	Kryształy bardzo przezroczyste o doskonałej formie krystalicznej, mają czyste i gładkie ściany, ostre krawędzie oraz naroża.
E-E E'-E' F-F	12	Odsłonięcia soczewkowato-smugowych skupień halitowych o długości kilku metrów, miąższości kilkudziesięciu centymetrów występujące wśród gruboziarnistej soli sedimentacyjnej.	Kryształki halitu zwykle o krawędziach 0,5-1 cm.	Sztucznie wycięta powierzchnia ściany, niewielkie naturalne powierzchnie krystaliczne halitu występują w nielicznych pustkach.
F-F G-G	13	Odsłonięcie soczewy wielokrystalicznego, masynowego (pozbawionego praktycznie pustek i kawern) halitu o długości ponad 8 m szerokości ponad 1,5 m oraz grubości do 1,8 m; pozostałość sedimentacyjnego osadu solno-ilasto-piaszczystego.	Największa piaszczystość ma długość 50 cm.	Sztucznie wycięta powierzchnia grubokrystalicznego halitu z widocznymi piaszczystymi łupliwości wielkich kryształów.

1	2	3	4	5
G-G	14	Brzeźny fragment pokrywy wielokryształicznego halitu o znacznym stopniu zwartości kryształów i grubości 20–40 cm; kryształy tworzą zrosty nieprawidłowe, rzadziej równoległe.	Brak możliwości dokonania pomiarów, wielkości zbliżone do podanych w wydzieleniu nr 7.	Sztucznie wycięta powierzchnia krystalicznej pokrywy halitowej, widoczne płaszczyzny łupliwości kryształów.
F-F	15	Odstąpienie skupienia wielokryształicznego halitu z nielicznymi kawermami i naturalnymi powierzchniami krystalicznymi na ścianach kawern; pośród sedymentacyjnego osadu solno-ilasto-piaszczystego.	Płaszczyzny łupliwości i naturalne krawędzie kryształów osiągają długość 10–20 cm.	Sztucznie wycięta powierzchnia krystalicznej pokrywy halitowej, widoczne płaszczyzny łupliwości i pojedyncze naturalne powierzchnie krystaliczne.
F-F	16	Pokrywa wielokryształicznego halitu zbudowana ze stosunkowo luźno rozmieszczonych, przerastających się kryształów.	Mała ilość kryształów uniemożliwia statystyczne opracowanie pomiarów; kryształy o krawędziach zwykle do 10 cm.	Naturalna powierzchnia krystaliczna ze śladami odspajania kryształów; ściany kryształów czyste, krawędzie i naroża ostre.

* Fragmentom pokryw leżących na tych samych lub przecinających się transektach (rys. 6.4–6.6) nadano jednakową numerację (wydzielenia 1–16) – similar numbering (units 1–16) was used to fragments of crystalline covers laying on the same or crossing sections (Figs. 6.4–6.6).

** m – średnia długość krawędzi kryształu (cm) – mean length of crystal edge (cm), s – odchylenie standardowe (cm) – standard deviation (cm), c_v – współczynnik zmienności – variation coefficient, n – ilość pomiarów – number of measurements, max – najdłuższe pomierzone krawędzie (cm) max – the longest measured edges (cm)

A, A', B – przekroje w dolnej grocie – sections in lower cave

C, D, E, E', F, G, J – przekroje w górnej grocie – section in upper cave



Fot. J. Barwiński

Ryc. 6.8. Krystaliczna cięła pokrywa halitowa na stropie Dolnej Groty Kryształowej.

Fig. 6.8. Continuous halite crystalline cover on Lower Crystal Cave's roof.



Fot. J. Barwiński

Ryc. 6.9 Fragment pokrywy krystalicznej na ścianie w Dolnej Grocie Kryształowej. Różne formy rozwoju procesu korozji kryształów.

Fig. 6.9. Fragment of crystalline cover on wall in Lower Crystal Cave. Different forms of crystal corrosion.



Fot. J. Przybyło

Ryc. 6.10. Zróżnicowane formy korozji powierzchni kryształów o zachowanych ostrych krawędziach w Górnej Grocie Kryształowej; widoczne także ślady mechanicznych zniszczeń niektórych naroży kryształów.

Fig. 6.10. Differentiated forms of corrosion of crystals' surfaces with sharp edges in Upper Crystal Cave; traces of mechanical destruction of some crystals' quins are also visible.



Fot. J. Przybyło

Ryc. 6.11. Skupienie przezroczystych kryształów zniekształcone oderwaniem jego fragmentu ze ściany górnego poziomu w Górnej Grocie Kryształowej; widoczne na ścianie kolki służyły do umocnienia fragmentu krystalicznej pokrywy prawdopodobnie poluznionej mechanicznie.

Fig. 6.11. Aggregation of transparent crystals distorted when its fragment detached from upper level in Upper Crystal Cave; pegs visible on wall served to strengthen fragment of crystalline cover which was probably mechanically loosened.



Fot. A. Grzybowski

Ryc. 6.12. Skupienie bardzo drobnokrystalicznego halitu (tzw. sól orłowa) odsłonięta pośród utworów zuba na ścianie niższego poziomu Górnej Groty Kryształowej.

Fig. 6.12. Aggregation of fine-crystalline halite (so-called "eagle salt") cropping out within "zuber" deposit seen on wall of lower level of Upper Crystal Cave.

Sól zbita o miejscowej grubokrystalicznej lupliwości i stosunkowo słabej przezroczystości została odsłonięta w czasie prowadzenia robót poszukiwawczo-eksploatacyjnych w chodniku i przedsionku prowadzącym do grot oraz w górnej grocie i wnęce przylegającej do niej. Jest ona także dostępna w niewielkim wyrobisku zakrytym platformą z desek poniżej spągu przedsionka. Stąd pobiera się niekiedy materiał służący do uzupełnień detali rzeźb znajdujących się w kopalni i okazjonalnego wykonywania nowych. Głównym zagrożeniem samoczynnego zniszczenia pokryw krystalicznych jest ich podatność na odpadanie ze ścian w miejscach o podłożu zbudowanym z utworów ilastych (ryc. 6.13).

6.2. Utwory płonne towarzyszące pokrywom halitowym

Grotty Kryształowe, komora pośrednia leżąca między nimi i chodniki doprowadzające do nich oraz komora wstępna (tzw. przedsionek) znajdują się w obrębie spągowej części złoża brylowego. Utwory współwystępujące z krystalicznymi pokrywami w grotach, ogólnie nazwane płonnymi, stanowią podłoże kryształów, wypełniają przestrzeń między nimi jako naturalne ich otoczenie lub częstokroć są sztucznie odsłonięte w miejscach wybranych kryształów. Utwory płonne charakteryzują się bardzo zmiennym składem, typowym dla wielickiego złoża brylowego. W sposób chaotyczny występują tu skały ilasto-piaszczyste, zawierające w rozproszeniu okruchy lub fragmenty kryształów soli odróżniającej się wyraźnie od narośniętych wtórnie krystalicznych powłok halitu. Są to:

A – osad mułowcowo-ilasty występujący w dużych płatach.

B – utwór o różnej proporcji składników piaszczystych oraz ilastych zawierający okruchy soli i małe klasty ilowców,

C – skała składająca się z grubych ziaren soli spojonych utworem piaszczysto-ilastym zawierająca również przerosty oraz klasty ilaste,

D – utwór piaszczysto-ilasty występujący w dużych płatach.

Duże płyty osadów mułowcowo-ilastych odsłaniają się głównie na ścianach przedsionka, a także we wschodnim ociosie komory pośredniej i we wnęce przy wejściu do górnej grotty (ryc. 6.13). Jest to skała ciemnoszara i mało zwięzła w stanie wilgotnym, a po wysuszeniu twarda, popielatoszara. Zawiera ona w rozproszeniu okruchy soli a miejscami wzdłuż spękań cienkie jej wkładki. Próbki tej skały analizowane metodą rentgenowską (dyfraktometryczną) wykazały zawartość minerałów ilastych (illit, kaolinit i montmorylonit), kwarcu (około 20%) oraz gipsu (analizy wykonane przez A. Pieczkę).

W ilastym osadzie stwierdzono bardzo liczny zespół otwornic o mało zróżnicowanym składzie taksonomicznym (oznaczony przez M. Gonere). Dominują w nim gatunki: *Globigerina bulloides*, *Bulimina elongata*, *Bulimina gutschulica*. Licznie reprezentowana jest *Uvigerina costai*. Występują ponadto taksony: *Valvulineria arcuata*, *Cyclammina* sp., *Hyperammina* sp., *Reophax* sp., *Spiroplectammina carinata*, *Uvigerina pygmoides*, *Uvigerina brunensis*, *Uvigerina pudica*, *Globigerina druryi*, *Globigerina eamesi*, *Globigerina concinna*, *Globigerina apertura*, *Bulimina gibba*, *Glandulina* sp., *Cibicides lobatulus-ornata*, *Cibicides pseudoungerianus*, *Globobulimina* sp. Mikrofauna ta odpowiada zespołowi wielickiemu – IID z górnych warstw skawińskich

(Alexandrowicz S.W. 1963), skorelowanemu z dolnym wielicianem (Łuczowska 1978; patrz tabela 2.I).

Utwory solne o różnej proporcji składników piaszczystych oraz ilastych odsłaniają się głównie w przyspągowych ścianach dolnej groty (ryc. 6.2). Omawiany typ skały wykazuje zróżnicowaną zwięzłość. W strefie przypowierzchniowej skała może być twarda i sucha lub łatwo rozsypująca się i wyczuwalnie wilgotna. Zawiera ona spękanie, małe ziarna i drobne grudki soli, gdzieś większe kryształy halitu a niekiedy małe klasty ciemnych ilowców. Składniki rozpuszczalne w wodzie (głównie sól) stanowią 45% badanej próby. Pozostała część nierozpuszczalna analizowana metodą rentgenowską wykazała we frakcji $< 10 \mu\text{m}$ udział głównie kwarcu, a także minerałów ilastych zwłaszcza illitu i kaolinitu. Śladowo występuje montmorylonit i kalcyt, a we frakcji $> 10 \mu\text{m}$ pojawia się dość dużo gipsu.

Skała złoża bryłowego o mozaikowo zróżnicowanym składzie odsłania się w górnej grocie i komorze pośredniej, a także w chodnikach dojsciowych (ryc. 6.14). W jej piaszczysto-ilastym spoiwie tkwią bezładnie rozmieszczone gruboziarniste fragmenty soli, a miejscami także różnej wielkości klasty ilaste. Zależnie od ilości spoiwa i udziału wymienionych składników zawartość w skale jej części rozpuszczalnej jest różna, sięgająca nawet 75% masy. W substancji nierozpuszczalnej dominuje kwarc. Minerale ilaste (głównie illit i kaolinit) stanowią domieszkę, a we frakcji $> 10 \mu\text{m}$ dość często występuje gips.

Utwory piaszczysto-ilaste zawierają rozproszone ziarna soli i liczne grudki anhydrytu, niekiedy tworzące formy trzewiowe. Często występujące drobne pęknięcia są zabliźnione krystalicznym halitem. Zawartość frakcji piaszczystej w skale przekracza 50%. Analizowane utwory odsłaniają się głównie w obrębie zachodnich, przyspągowych ścian wyższego poziomu górnej groty.

Związek między charakterem i zróżnicowaniem skał płonnych a stanem zachowania pokryw krystalicznych jest wyraźnie zaznaczony. Na skałach o strukturze mozaikowej z dużym udziałem gruboziarnistych fragmentów soli, z ubogim spoiwem i nieznacznymi wtrąceniami utworów ilastych, pokrywy są najlepiej wykształcone. W takie podłoże kryształy są mocno wrośnięte i tworzą grube (do 30 cm) skupienia swobodnie wykształconych okazów, obserwowanych w kilku miejscach w grocie górnej.

Ilasto-piaszczyste lub piaszczysto-ilaste podłoże kryształów jest porowate i w związku z tym bardziej nasiąkliwe. Te cechy są stosunkowo mniej korzystne dla spójności krystalicznych powłok z podłożem. W obecnym stanie obserwować można rysy, niekiedy wgłębienia na granicy skały płonnej z powłoką krystaliczną. W dolnej grocie, gdzie tego typu podłoże dominuje, wyraźnie pogarsza się stan kryształów wskutek zwiększania wilgotności ich powierzchni i zanieczyszczania koloidalną substancją ilastą.

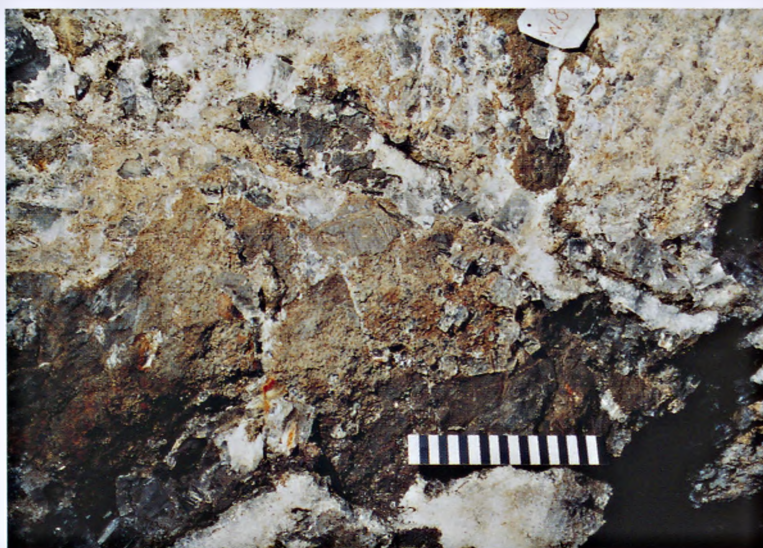
Występowanie mułowcowo-ilastego utworu w podłożu kryształów jest szczególnie niekorzystne dla możliwości ich zachowania się. Nasylenie wilgocią tych utworów jest duże, co powoduje powiększanie ich objętości, sprzyjające odspajaniu krystalicznych płatów (ryc. 6.13). Podobnie niekorzystną rolę spełniają klasty ilaste w obrębie innych skał. Odpadanie z nich kryształów może mieć przebieg naturalny, może też być łatwo powodowane przez człowieka.



Fot. J. Barwiński

Ryc. 6.13. Odsłonięcie i rozpad zwartej pokrywy krystalicznej występującej na podłożu ilastych utworów w przedsionku prowadzącym do grot. Na sztucznym blokowisku widoczne nagromadzenia ilów oderwanych ze ściany, powyżej zaś – silnie spękany fragment ilów w ścianie.

Fig. 6.13. Loosening and disintegration of compact crystalline cover occurring on substratum formed of argillous deposits in caves' vestibule. On artificially accumulated blocks agglomeration of clays detached from wall is visible; strongly cracked fragment of clays in wall occurs higher up.



Fot. J. Przybyło

Ryc. 6.14. Odsłonięte podłożo kryształów halitu na dolnym poziomie Górnej Groty Kryształowej; utwory solne składające się z fragmentów skał detrytycznych i ilastych; poszczególne pola podziałki określają 1 cm. Na płożnym podłożu występują pojedyncze, dobrze wykształcone kryształy.

Fig. 6.14. Halite crystals substratum outcropped on lower level of Upper Crystal Cave; salt deposits consisting of fragments of detrital and argillaceous rocks; each part of scale is equal to 1 cm. Single, well formed crystals occur on barren substratum.

Current state of the Crystal Caves' preservation

Summary

The Crystal Caves – the lower and the upper ones – are distinctly different in size and shape (Fig. 6.1) and in the state of wall coverage with halite crystals (Figs. 6.2, 6.3). The middle chamber, caves' vestibule and linking galleries form an isolated system which is joined with the Baum Chamber situated on the second level of the mine (Fig. 6.1).

In 1970 and the years 1980–81 complete pictures of caves' walls were taken with the stereoscope camera. Sketches and photogrammetric sections (1:50) made in the period 1980–81 have served for a new inventory of caves' state in 1992. Five types of surfaces have been distinguished within caves' walls and roofs. Two types of surfaces are fully natural. The first one represents a continuous cover composed of large halite crystals. The second type is formed of incoherent crystal aggregations with relatively grand crystals which occur on the natural surface of barren rocks. The third type of surface is of partly natural character. There are aggregations of small crystals and single larger ones occurring on bared barren rocks with frequent traces of artificially broken crystals. Compact halite covers were artificially hewn and the crystals on them are poorly recognisable – this is the fourth type of surface. Bared rocks without any crystals have been defined as the fifth type of surface.

Halite crystalline covers. In the lower cave the walls from 0.7 m and at most 2.5 m above the floor up to the roof 5.75 m high are covered with continuous large crystalline cover (Fig. 6.2). The thickness of the cover visible on the rim is 10–30 cm. Isolated aggregation of crystals on the surface of bared rock and small fragment of partly loosened crystal cover are found on a limited area.

In the upper cave, not higher than 3.75 m, all distinguished types of forms of crystalline halite occur between bared barren rocks (Fig. 6.3).

Crystalline fragments of walls and roofs developed in similar way and situated on the same or crossing photogrammetric sections were given uniform numbering (Figs. 6.4, 6.5, 6.6). In such way crossing parts of halite cover differing in occurrence and in size of crystals as well as in the state of preservation have been distinguished and characterized (Tab. 6.1).

Individual parts of cover differ in size of crystals (Fig. 6.7). This feature shows a strong differentiation due to co-occurrence of large and small halite specimens. Value of variation coefficient (c_v) is high and it is in an interval 31–42, rarely even over 70 (Tab. 6.1). In the lower cave mean crystal size (m) does not vary much (Fig. 6.7-D). In the upper cave, separate crystalline cover parts differ statistically one from another in crystal size (Fig. 6.7-G).

Halite crystals of maximum size occur in the lower cave. Their edges are 26–34 cm long there. In the upper cave, the edges of the largest crystals occurring on the natural surfaces of walls are up to 27 cm long, but in most cases this size does not exceed 20 cm (Fig. 6.7-G). Crystal inner cleavage planes with edges up to 50 cm long are poorly visible in artificially hewn halite form on side walls.

Crystalline parts also vary in their preservation state. On the roof of the lower cave mostly moistened crystals occur, sometimes they are soiled with dust where argillaceous material predominates. Their edges and quoins are rounded, surfaces are dully and covered with various corrosive forms (Figs. 6.8, 6.9, 6.10). Corrosional cavities have been formed along cleavage planes and joints as well as in places of inclusion occurring near the crystal surfaces. Preservation state of crystals is much better in the upper cave. In general, their surfaces are dry, edges and quoins are sharp and crystals are transparent. Numerous signs of wastage of crystal groups and of single crystals as well as of mechanic surface flaws are distinctly marked in the upper cave contrary to the lower one (Fig. 6.11). There are artificially hewn parts of compact crystalline salt.

Elongated aggregation of fine crystals with edges up to 2 cm long is a unique salt form observed in the upper cave (Fig. 6.12).

Barren rocks coexisting with halite crystals. The Crystal Caves zone occurs within the bottom part of the megabreccia deposit. Rocks coexisting with crystalline covers, which in general represent barren rocks, form the genetic substratum of crystals. These rocks fill also the voids between crystals as their natural environment or they are often artificially bared in the places where crystals were

excavated. Variable mineral composition characterizes the barren rocks named "zuber". They are following:

- A – siltstone-argillous sediment occurring in large fragments,
- B – argillous-sandy formations with scarce small claystone clasts,
- C – rock formed of coarse-grained salt and clay clasts cemented with sandy-argillous sediment,
- D – sandy-argillous deposit occurring in large fragments.

Large parts of siltstone-argillous sediments are mainly bared on walls of caves' vestibule and on the eastern side wall of the middle chamber and in the cavity situated by the entrance of the upper cave (Fig. 6.13). Analysed samples of rock made by X-ray method gave the evidence of clay minerals contents (i.e. illite, kaolinite and montmorillonite) as well as quartz (20%) and gypsum. The sediment contains a foraminifera assembly which dates it to the Lower Wielician (see table 2.I).

Sandy-argillous formations are mainly bared in the lower parts of walls of the lower cave. Components soluble in water (sedimentary salt) make 45% of analysed sample. X-ray analysis of insoluble part of a sample showed quartz as the main component in fraction $<10 \mu\text{m}$, and also clay minerals, and in fraction $>10 \mu\text{m}$ numerous gypsum crystals occur additionally.

The rock of variegated composition is visible in the upper cave, in the middle chamber and in the galleries leading to the caves (Fig. 6.14). Contents of soluble part varies and reaches even 75%. In the insoluble part of rock sample quartz crystals predominate, gypsum occurs rather often where clay minerals appear occasionally.

Sandy-argillous deposit contains scattered salt grains and numerous anhydrite concentrations. Content of sandy fraction exceeds 50%. The rock of such type is exposed in western walls in their lowest parts, on the upper level of the upper cave.

The rock with portion of coarse-grained fragments of salt, low-grade cement and scarce small clasts of siltstones is the best substratum for preservation of crystalline covers, which have secondarily grew there. Occurrence of siltstone-argillous sediment in the crystals' substratum exposes them to danger of autogenous dropping off (Fig. 6.13).