

## BADANIA ZMINERALIZOWANEGO DREWNA Z ARABII SAUDYJSKIEJ I Z PÓŁNOCNYCH CZECH

### Mineralised wood from Saudi Arabia and Northern Czech Republic

Helena PITERA<sup>1</sup> & Jurand WOJEWODA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Geologii Złożowej i Górniczej; al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; e-mail: pitera@geolog.geol.agh.edu.pl*

<sup>2</sup>*Uniwersytet Wrocławski, Zakład Geologii Strukturalnej i Kartografii Geologicznej; pl. Uniwersytecki 1, 50-137 Wrocław; e-mail: juwo@ing.uni.wroc.pl*

**Treść:** W pracy zawarto wyniki badania dwóch próbek skrzemieniałego drewna. Próbkę pierwszą pobrano na pustyni w Arabii Saudyjskiej w Al Hawtah, a drugą pobrano na terenie północnych Czech w okolicach Trutnowa. Pierwsza próbka pochodzi z okresu kredowego (formacja z Wasia), a druga jest z okresu karbońskiego. Obydwa okazy poddano obserwacjom makroskopowym oraz mikroskopowym (w świetle przechodzącym i w mikroskopie skaningowym). Przeprowadzono również kilka chemicznych analiz punktowych, a w przypadku próbki pierwszej wykonano analizę rentgenograficzną. W drewnie zmineralizowanym z Arabii Saudyjskiej stwierdzono zanieczyszczenia związkami organicznymi, obecność kalcytu oraz domieszkę minerałów ilastych i kryptokrystaliczny pigment o barwie brunatnej (prawdopodobnie hematyt). Próbka z Czech jest silnie zsilifikowana. Efektem tego procesu jest obserwowany w niej kwarc i chalcedon. Pozwala to na wyciągnięcie wniosku o obecności w niej dwóch generacji krzemionki. I generacja, wcześniejsza, reprezentowana jest przez kwarc; późniejsza II generacja to chalcedon. W przypadku tej próbki również widoczne jest nagromadzenie drobnoziarnistego pigmentu o barwie brunatnoczerwonej na powierzchniach skupień kwarcu bądź chalcedonu.

**Słowa kluczowe:** kreda, karbon, drewno skrzemieniałe, skład chemiczny

**Abstract:** In this study two samples of silicified wood were examined. One sample was found on a desert in Saudi Arabia, and the second one was taken in the Czech Republic. The first sample represents the Cretaceous period (Wasia), and the second one – Carboniferous. Both specimens were subjected to the macroscopic inspection, microscopic analysis (in the transmitted light and the scanning microscope). Some point analyses were also carried out, and in the case of the first sample the X-ray analysis was made. In the mineralised wood from Saudi Arabia polluting with organic compounds was detected, as well as presence of calcite and admixtures of clay minerals, and cryptocrystalline pigment of dark brown colour (probably haematite). The sample from the Czech Republic (an outcrop near Trutnov) is strongly silicified. The quartz and chalcedony observed in it are effects of this process. This allows for a conclusion about the presence of two generations of the silica in the sample. The first, earlier generation is represented by quartz; and the later, second generation of silica is the chalcedony. In the case of this sample concentration of fine-grained pigment of brown-red colour is also visible on surfaces of quartz or chalcedony.

**Key words:** Cretaceous, Carboniferous, silicified wood, chemical composition

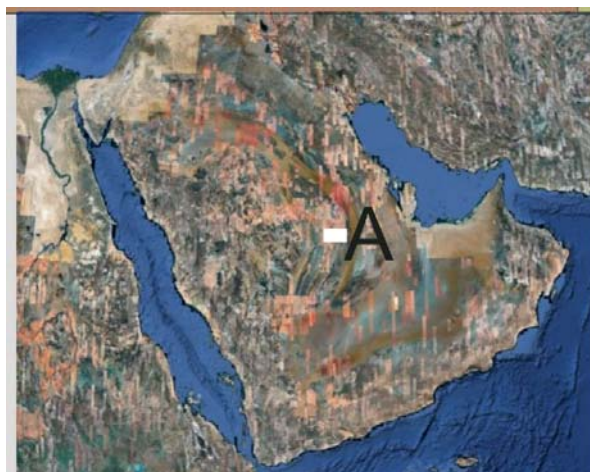
## WPROWADZENIE

W pracy przebadano dwie próbki zmineralizowanego drewna. Jedną pobrano na pustyni w Arabii Saudyjskiej w Al Hawtah (Fig. 1–4). Charakteryzuje się barwą rdzawo-brunatno-szarą. Jest dość twarda i zbita. Makroskopowo widoczna jest w niej pierwotna struktura drewna (Fig. 4). Próbką 2 (Fig. 5) ma barwę ciemniejszą (szaro-rdzawą). Widoczna jest w nim struktura organiczna (Fig. 6). Ten typ zmineralizowanego drewna badany był między innymi przez Dathe (1904) i Petrascheka (1922). Napotkany został w utworach stefiańskich i w warstwach zaclerskich (górnny karbon, Republika Czeska, okolice miejscowości Trutnow). Jest on podobny do skrzemieniałych pni występujących in situ w okolicach Krakowa w arkozie kwaczalskiej. Stanisław Siedlecki (1951) uznał je za równoważnik stratygraficzny środkowostefiańskich arkoz żaltmańskich.



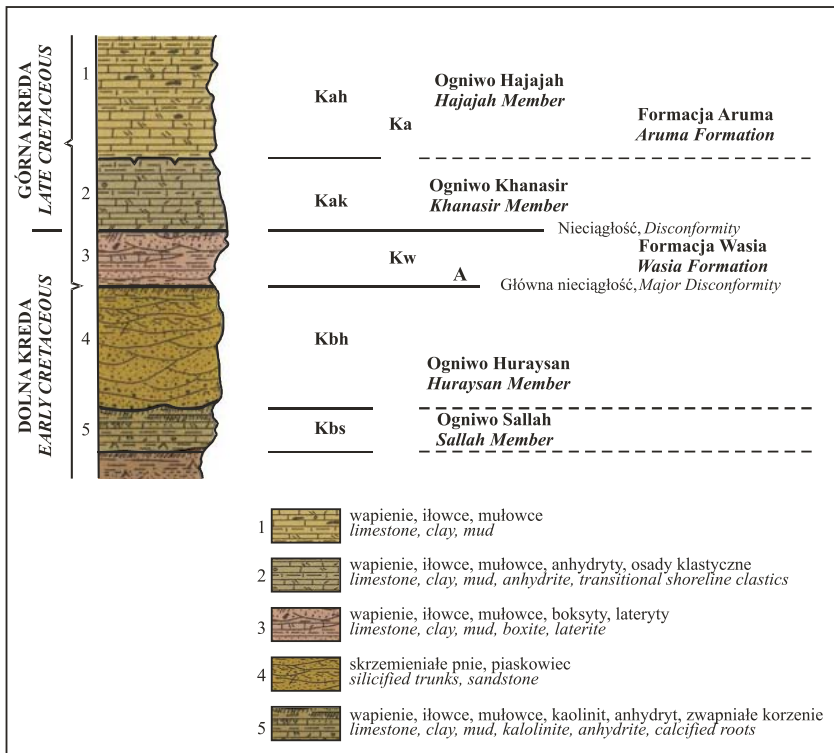
**Fig. 1.** Skrzemieniałe drewno kredowe z Arabii Saudyjskiej

**Fig. 1.** Silicified Cretaceous wood from Saudi Arabia



**Fig. 2.** Miejsce pobrania próbki skrzemieniałego drewna (A) w Arabii Saudyjskiej w Al Hawtah (zaznaczono arkusz w skali 1:250 000)

**Fig. 2.** Location of the silicified wood sample (A) in Al Hawtah, Saudi Arabia (sheet 1:250 000)



**Fig. 3.** Profil geologiczny rejonu Al Hawtah, w którym została pobrana próbka (A) skrzemieniałego drewna

**Fig. 3.** The geological profile of the region Al Hawtah in which the silicified wood sample 1 was taken (A)



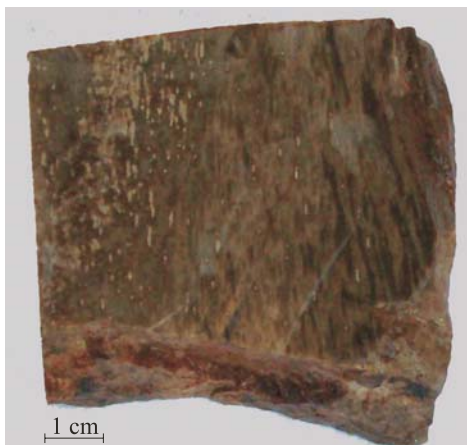
**Fig. 4.** Obraz struktury drewna z rejonu Al Hawtah w Arabii Saudyjskiej

**Fig. 4.** Image of the wood structure from the region Al Hawtah in Saudi Arabia



**Fig. 5.** Obraz makroskopowy karbońskiego zmineralizowanego drewna z odkrywki koło Trutnowa (Republika Czeska)

**Fig. 5.** Macroscopic image of Carboniferous mineralised wood from an outcrop near Trutnov (Czech Republic)



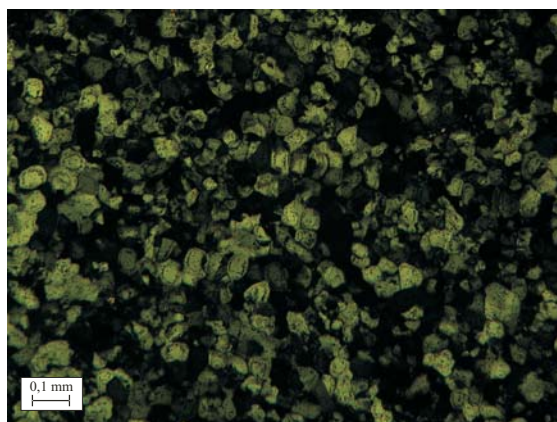
**Fig. 6.** Obraz makroskopowy karbońskiego zmineralizowanego drewna z odkrywki koło Trutnowa (Republika Czeska)

**Fig. 6.** Macroscopic image of Carboniferous mineralised wood from an outcrop near Trutnov (Czech Republic)

## WYNIKI BADAŃ MINERALOGICZNO-PETROGRAFICZNYCH

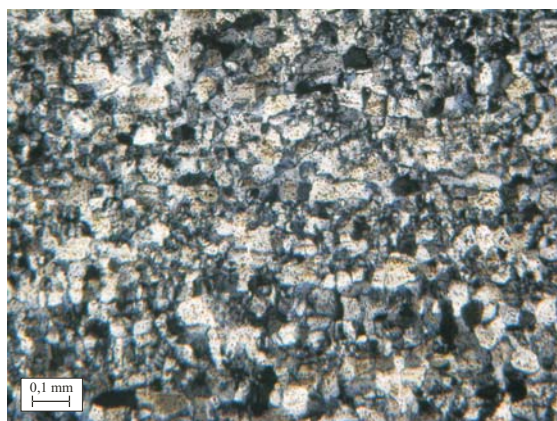
Badania pod mikroskopem do światła przechodzącego wykonano przy użyciu mikroskopu Poladun VI (prod. Carl Zeiss, Jena), stosując standardowe preparaty w postaci płytek cienkich.

W budowie zmineralizowanego pnia drzewnego w przekroju stycznym do jego wydłużenia stwierdza się, że niemal wyłącznym składnikiem mineralnym jest kwarc. Mineral ten w zdecydowanej przewadze wykształcony jest w postaci ziaren zaokrąglonych, w wielu przypadkach wykazujących budowę strefową (Fig. 7, 8).



**Fig. 7.** Obraz mikroskopowy próbki 1 w przekroju poprzecznym do wydłużenia pnia

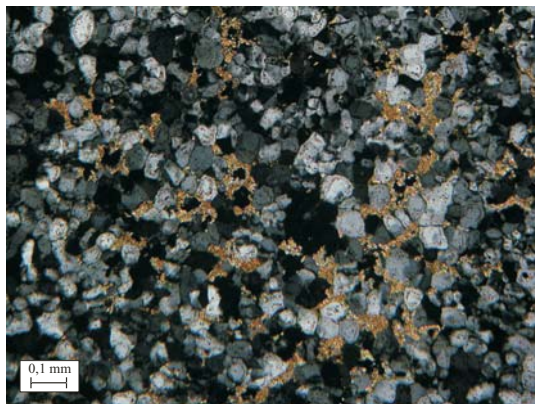
**Fig. 7.** Microscopic image of the sample 1 in a cross-section perpendicular to the elongation of the trunk



**Fig. 8.** Obraz mikroskopowy próbki 1 w przekroju poprzecznym do wydłużenia pnia. Widoczna budowa strefowa kryształów kwarcu

**Fig. 8.** Microscopic image of the sample 1 in a cross-section perpendicular to the elongation of the trunk. Visible zoned structure of quartz crystals

Centralne części tych ziaren są zdecydowanie większe, natomiast obwódki o wymiarach setnych lub tysięcznych części milimetra dość regularnie je obrastają. W strefach kontaktowych między obwódką a częścią centralną obserwuje się drobne nagromadzenia brunatnej substancji, prawdopodobnie związków organicznych (Fig. 9).

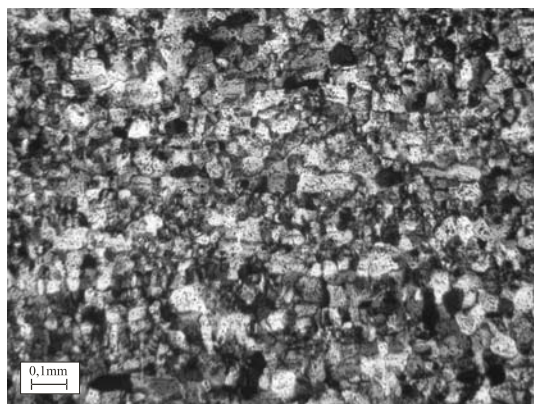


**Fig. 9.** Obraz mikroskopowy próbki 1 w przekroju poprzecznym do wydłużenia pnia. Widoczne nagromadzenia brunatnej substancji, prawdopodobnie związków organicznych; w przestrzeniach międzyziarnowych obserwowane są nagromadzenia minerałów ilastych i drobnokrystalicznego kalcytu

**Fig. 9.** Microscopic image of the sample 1 in a cross-section perpendicular to the elongation of the trunk. Visible accumulations of dark brown substance, probably of organic compounds; in intra-grain spaces accumulations of clay minerals and fine-crystalline calcite

Lokalnie w obrębie opisywanego obiektu (pnia) występują drobne pęknięcia wypełnione drobnokrystalicznym węglanem (kalcytem). Ponadto w strefach międzyziarnowych sporadycznie obserwowane są drobne nagromadzenia minerałów ilastych (illit?). Niekiedy w przestrzeniach międzyziarnowych występuje także drobnokrystaliczny kalcyt (Fig. 9). Sporadycznie obserwowane są również pojedyncze brunatne skupienia minerałów, które trudno optycznie zidentyfikować (tlenki żelaza + substancja organiczna ?).

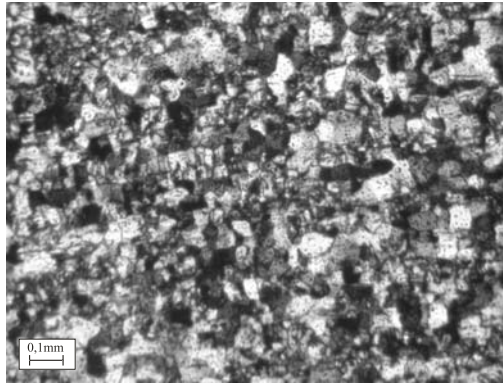
W przekroju poprzecznym do wydłużenia pnia stwierdza się, że podobnie jak w jego przekroju stycznym do wydłużenia, głównym składnikiem mineralnym jest kwarc (Fig. 10).



**Fig. 10.** Obraz mikroskopowy próbki 1 w przekroju stycznym do wydłużenia pnia. Widoczny główny składnik, którym jest kwarc

**Fig. 10.** Microscopic image of the sample 1 in a tangential cross-section parallel to the elongation of the trunk. Visible the main component that is quartz

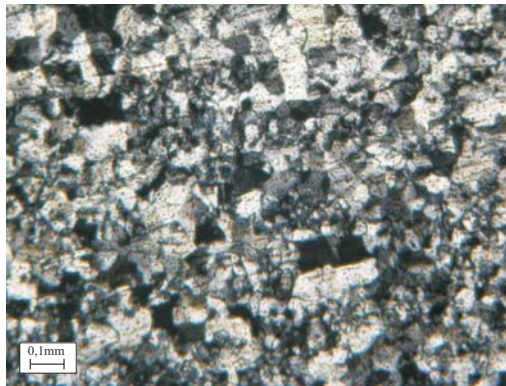
W budowie tej próbki obserwuje się wyraźne przegrody między światłami komórek, ułożone zgodnie z wydłużeniem pnia. Przestrzenie światła komórek wypełnia kwarc w większości wykształcony w formach wyraźnie wydłużonych (Fig. 11).



**Fig. 11.** Obraz mikroskopowy próbki 1 w przekroju stycznym do wydłużenia pnia. Widoczne charakterystyczne wyraźnie wydłużone formy kwarcu ułożone zgodnie z wydłużeniem pnia

**Fig. 11.** Microscopic image of the sample 1 in a tangential cross-section parallel to the elongation of the trunk. Visible characteristic, distinctly elongated forms of quartz arranged parallel to the elongation of the trunk

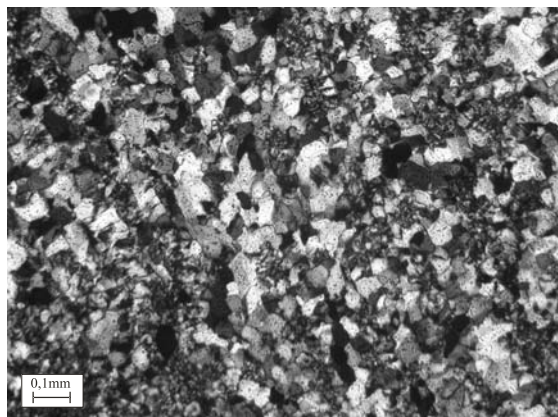
Wszystkie ziarna kwarcu wykazują jednostajne ściemnianie światła. Zauważa się, że powierzchnia ziaren kwarcu pokryta jest submikroskopowym pigmentem o barwie brunatnej (związki żelaza lub organiczne) (Fig. 12).



**Fig. 12.** Ziarna kwarcu pokryte submikroskopowym pigmentem o barwie brunatnej. Obraz mikroskopowy próbki 1 w przekroju stycznym do wydłużenia pnia

**Fig. 12.** Quartz grains covered with sub-microscopic pigment of dark brown colour. Microscopic image of the sample 1 in a tangential cross-section parallel to the elongation of the trunk

W przekroju promieniowym do wydłużenia pnia w próbce nr 1 szczególnie dobrze zaznacza się pierwotna budowa anatomiczna drewna, w którym dobrze widoczne są równoległe rozmieszczone względem siebie komórki drewna (Fig. 13).

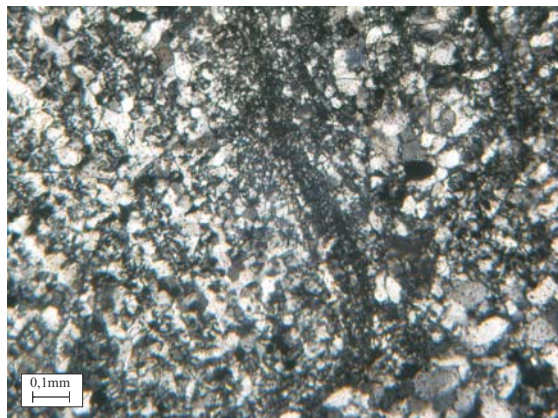


**Fig. 13.** Obraz mikroskopowy próbki 1. Przekrój promieniowy do wydłużenia pnia. Kryształy kwarcu w przewodzie o formach wydłużonych poprzerastane submikroskopowym pigmentem o barwie brunatnej

**Fig. 13.** Microscopic image of the sample 1. Radial cross-section oblique to the elongation of the trunk. Quartz crystals, mostly elongated forms, intergrown with sub-microscopic pigment of dark brown colour

Światła komórek, podobnie jak w poprzednich przekrojach, wypełnione są kwarcem jednostajnie ściemniającym światło, w zdecydowanej przewodzie tworzącym formy wydłużone. Ponadto widoczny jest również submikroskopowy pigment o barwie brunatnej (hematyt).

W obserwacjach mikroskopowych próbki 2 w przekroju stycznym do wydłużenia pnia stwierdza się, że został on bardzo silnie zsilifikowany (Fig. 14). Efektem procesu silifikacji jest kwarc i chalcedon. Rozmieszczenie tych składników względem siebie jest bardzo nieregularne (Fig. 14).

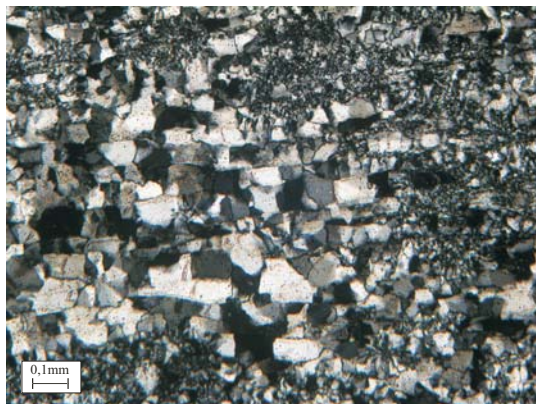


**Fig. 14.** Obraz mikroskopowy próbki nr 2 w przekroju poprzecznym do wydłużenia pnia. Widoczne jest nieregularne rozmieszczenie kwarcu i chalcedonu

**Fig. 14.** Microscopic image of the sample no 2 in a cross-section perpendicular to the elongation of the trunk. Visible irregular distribution of quartz and chalcedony



W próbce 2 w przekroju poprzecznym do wydłużenia pnia stopień wykrystalizowania, a tym samym wielkość tych dwóch odmian minerałów z grupy  $\text{SiO}_2$  jest bardzo różny (Fig. 15).



**Fig. 15.** Obraz mikroskopowy próbki 2 w przekroju stycznym do wydłużenia pnia. Widoczne duże, średnie i drobne kryształy kwarcu

**Fig. 15.** Microscopic image of the sample 2 in a tangential cross-section parallel to the elongation of the trunk. Visible big, average and small crystals of quartz

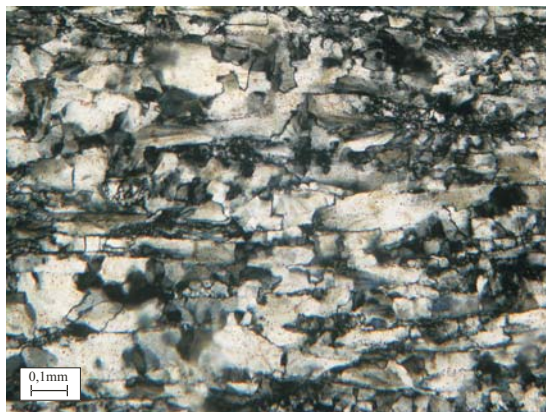
Obserwowane są ziarna kwarcu dużych rozmiarów, średnich i bardzo drobnych (Fig. 15). Podobnie jest w przypadku wykształcenia chalcedonu (formy sferolityczne) (Fig. 16).

**Fig. 16.** Obraz mikroskopowy próbki 2 w przekroju stycznym do wydłużenia pnia. Widoczne formy sferolityczne chalcedonu

**Fig. 16.** Microscopic image of the sample 2 in a tangential cross-section section parallel to the elongation of the trunk. Visible spherulithic forms of chalcedony

Ze względu na obecność tych dwóch form minerałów z grupy  $\text{SiO}_2$  można przypuszczać, że w obrębie opisywanego pnia oddziaływały co najmniej dwa etapy procesów silifikacji. Efektem I (wcześniejszego) jest kwarc, a efektem II (późniejszego) – chalcedon.

W przekroju poprzecznym do wydłużenia pnia (próbka 2) dobrze widoczna jest pierwotna budowa anatomiczna drewna (Fig. 17).



**Fig. 17.** Obraz mikroskopowy próbki 2 w przekroju stycznym do wydłużenia pnia. Widoczna pierwotna budowa anatomiczna drewna

**Fig. 17.** Microscopic image of the sample 2 in a tangential cross-section parallel to the elongation of the trunk. Visible primary anatomical structure of wood

Wiązki komórek wykazują równoległy przebieg, a w nich mają miejsce wypełnienia różnej wielkości wykształconym kwarcem bądź też chalcedonem. Na powierzchniach widoczne są nagromadzenia drobnoziarnistego pigmentu o barwie brunatnoczerwonej.

Budowa i wykształcenie w przekroju promieniowym w próbce 2 jest takie same jak w przekroju poprzecznym (Fig. 18).



**Fig. 18.** Obraz mikroskopowy próbki 2 w przekroju promieniowym do wydłużenia pnia. Widoczne jest różnej wielkości wykształcenie ziaren kwarcu

**Fig. 18.** Microscopic image of the sample 2 in a radial cross-section oblique to the elongation of the trunk. Visible quartz grains of various sizes

### Badania przy użyciu mikroskopu skaningowego

Badania wykonano przy użyciu mikroskopu elektronowego typu Jeol ISM 5400 współpracującego z mikroanalizatorem dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego (EDS) angielskiej firmy Oxford Instruments LINK ISIS (seria 300).

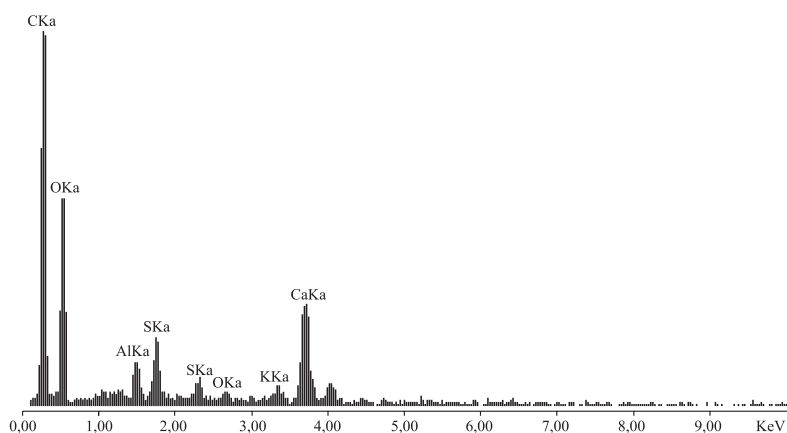
Badania te w pełni potwierdzają spostrzeżenia dokonane pod mikroskopem do światła przechodzącego. Analiza chemiczna w mikroobszarze także potwierdza ww. obserwacje.

Potwierdzają one obecność substancji organicznej (Fig. 19) o czym świadczy zawartość Cl i S (Fig. 20). Obserwowana jest także dobrze zaznaczająca się kierunkowość wykrywanego kwarcu zgodnie z pierwotną strukturą drewna (Fig. 21).



**Fig. 19.** Obraz skaningowy próbki 1. Widoczna substancja organiczna przecinająca kryształy kwarcu. W punkcie 1 wykonano analizę chemiczną w mikroobszarze

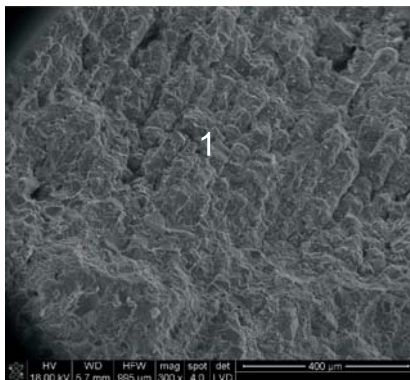
**Fig. 19.** Scanning image of the sample 1. Visible organic substance cutting quartz crystals. With visible point 1 of chemical analysis made in microarea



**Fig. 20.** Widmo EDS próbki 1 z Arabii Saudyjskiej wykonane w punkcie 1 (Fig. 19)

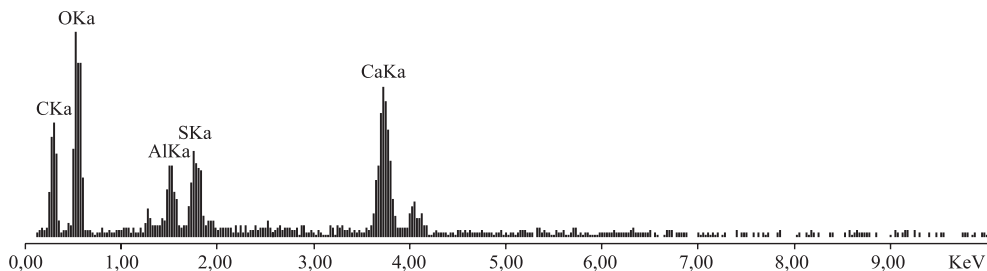
**Fig. 20.** EDS spectre of the sample 1 from Saudi Arabia made in point 1 (Fig. 19)

Widmo EDS próbki 1 (Fig. 22) wykonane w punkcie 1 zaznaczonym na figurze 21 potwierdza zawartość minerałów ilastych i kalcytu obserwowanych pod mikroskopem do światła przechodzącego. Świadczą o tym piki C, Al, O i Ca.



**Fig. 21.** Obraz skaningowy próbki 1. Widoczne różnej wielkości pory. Zaznacza się kierunkowość w ułożeniu kwarcu zgodnie z pierwotną strukturą drewna. W punkcie 1 wykonano analizę w mikroobszarze

**Fig. 21.** Scanning image of the sample 1. Visible pores of various sizes. Noticeable directionality of arranging quartz in agreement with primary structure of the trunk of wood. Marked point 1 of the analysis made in microarea



**Fig. 22.** Widmo EDS próbki 1 wykonane w punkcie 1 zaznaczonym na figurze 21

**Fig. 22.** EDS spectre of the sample 1 made in point 1 marked on figure 21

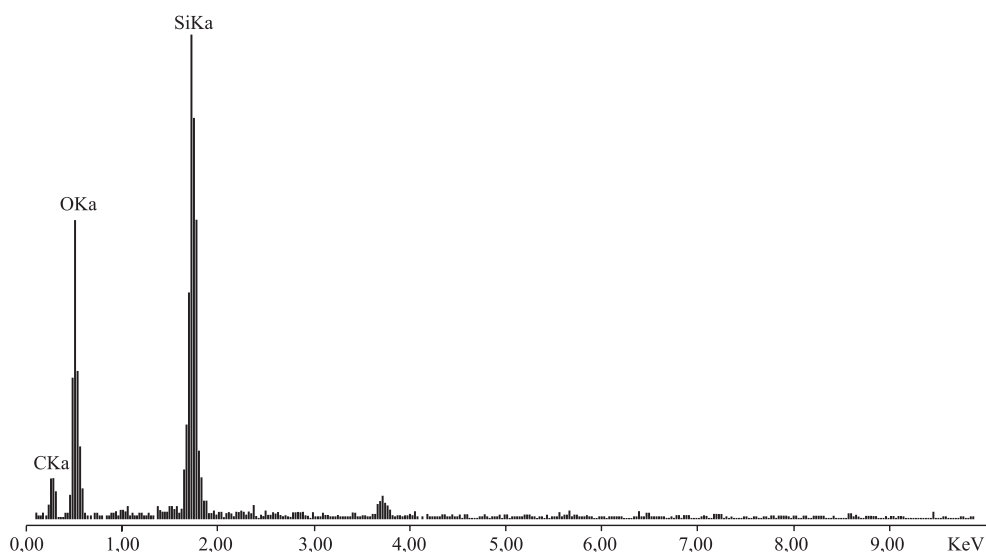
Widoczne są również różnej wielkości ziarna kwarcu (Fig. 23).

Na figurze 23 zaznaczono punkt 1, w którym wykonano analizę chemiczną w mikroobszarze (Fig. 24). Wykazana w nim zawartość takich pierwiastków, jak Al, Ca, K świadczy o domieszce w badanym drewnie minerałów ilastych i kalcytu, co potwierdzają badania pod mikroskopem do światła przechodzącego. W obrazie skaningowym próbki 1 (Fig. 25) widoczne są bardzo czyste kryształy kwarcu, o czym świadczy wykonana analiza chemiczna w punkcie 1. Świadczą o tym piki wywołane zawartością O i Si (Fig. 26).



**Fig. 23.** Obraz skaningowy próbki 1. Widoczne są różnej wielkości kryształy kwarcu. W punkcie 1 wykonano analizę chemiczną w mikroobszarze

**Fig. 23.** Scanning image of the sample 1. Visible quartz crystals of various sizes. With visible point 1 of chemical analysis made in microarea

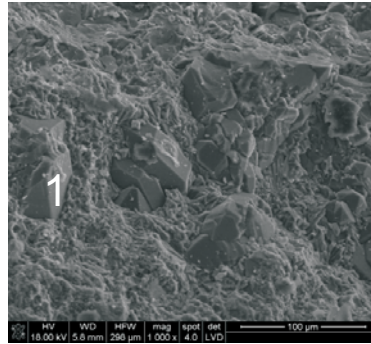


**Fig. 24.** Widmo EDS próbki 1 wykonane w punkcie 1 zaznaczonym na figurze 23

**Fig. 24.** EDS spectre of the sample 1 made in point 1 marked on the figure 23

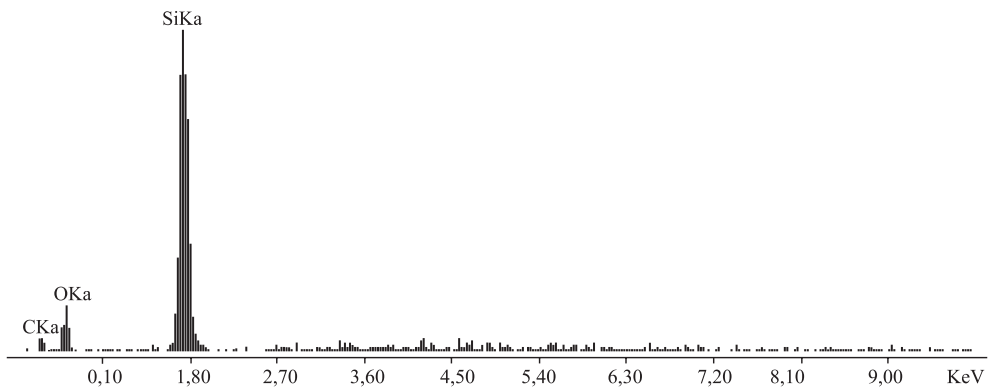
W obrazie skaningowym próbki 2 widoczne są czyste kryształy kwarcu (Fig. 27) i chalcedonu. Wskazuje na to obecność tylko pików Si i O w danym punkcie (Fig. 28).

Na figurze 30 w obrazie skaningowym próbki 2 widoczne są formy sferolityczne chalcedonu. O czystości minerałów z grupy  $\text{SiO}_2$  świadczy analiza chemiczna w mikroobszarze (Fig. 29). Na figurze 30 zaznaczono punkt 1, w którym wykonano punktową analizę chemiczną. Wykazano w nim obecność krzemu i tlenu.



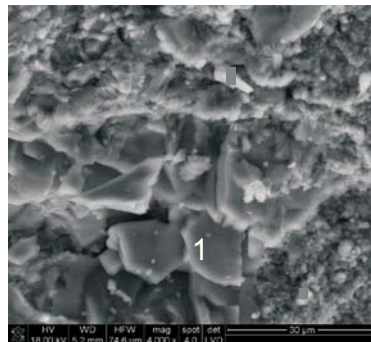
**Fig. 25.** Obraz skaningowy próbki 1. Widoczne różnej wielkości ziarna czystego kwarcu

**Fig. 25.** Scanning image of the sample 1. Visible grains of clean quartz, of various sizes



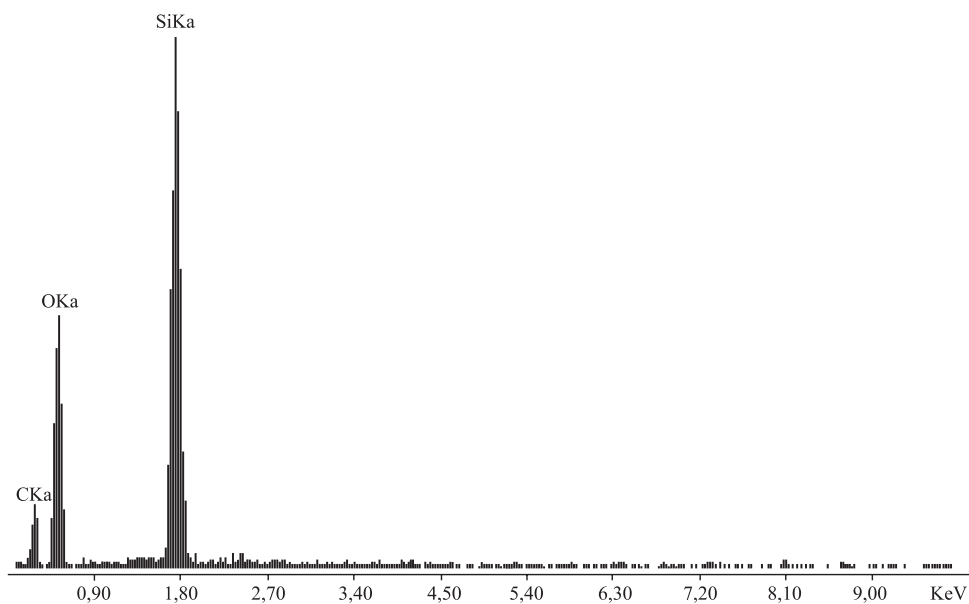
**Fig. 26.** Widmo EDS próbki 2 wykonane w punkcie 1 zaznaczonym na figurze 25

**Fig. 26.** EDS spectre of the sample 2 made in point 1 marked on figure 25



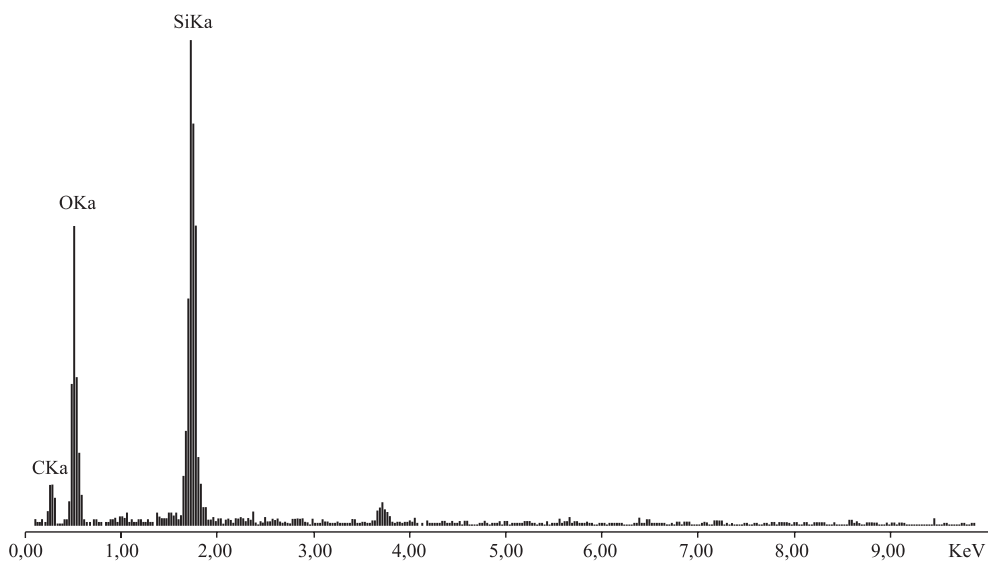
**Fig. 27.** Obraz skaningowy próbki 2. Widoczne różnej wielkości ziarna kwarcu i chalcedonu. W punkcie 1 wykonano analizę chemiczną w mikroobszarze

**Fig. 27.** Scanning image of the sample 2. Visible grains of quartz and chalcedony of various sizes with marked point 1 of the chemical analysis made in microarea



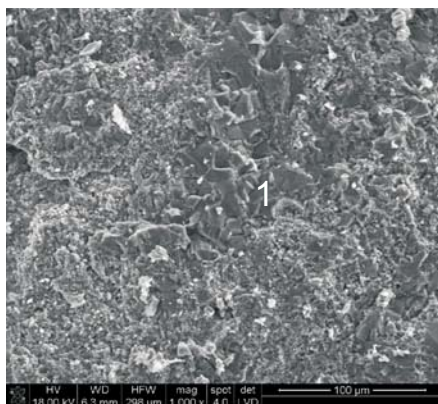
**Fig. 28.** Widmo EDS próbki 2 wykonane w punkcie 1 zaznaczonym na figurze 27

**Fig. 28.** EDS spectre of the sample 2 made in point 1 marked on figure 27



**Fig. 29.** Widmo EDS próbki 1 wykonane w punkcie 1 zaznaczonym na figurze 30

**Fig. 29.** EDS spectre of the sample 1 made in point 1 marked on figure 30



**Fig. 30.** Obraz skaningowy próbki 2. Widoczne są sferolity chalcedonu. W punkcie 1 wykonano analizę chemiczną w mikroobszarze

**Fig. 30.** Scanning image of the sample 2 with marked point of chemical analysis made in microarea. Visible spheruliths of chalcedony

### Badania rentgenograficzne

Badania wykonano je przy użyciu derywatografu produkcji niemieckiej z przystawką komputerową i oprogramowaniem XRAYAN. Stosowano promieniowanie CuK $\alpha$  i standardową preparatykę.

Na krzywej rentgenograficznej próbki 1 obserwujemy odległości międzypłaszczyznowe charakterystyczne dla kwarcu: 3.349 (100); 4.256 (22); 2.45 (7); 2.28 (8); 1.82 (10); 1.54 (8); 1.37 (5). Badania te potwierdzają spostrzeżenia makro- i mikroskopowe do światła przechodzącego oraz analizę wykonaną przy użyciu mikroskopu skaningowego (Fig. 20, 22, 24).

### WNIOSKI KOŃCOWE

Reasumując, na podstawie wykonanych badań mineralogiczno-petrograficznych próbek drewna skrzemieniałego z Arabii Saudyjskiej (Al Hawtah) i z Republiki Czeskiej (odkrywka w okolicy Trutnowa) i przeprowadzonego studium wyników analizy chemicznej w mikroobszarze w różnych punktach możemy stwierdzić, że metody te wzajemnie się uzupełniają oraz pozwalają na wyciągnięcie wniosków co do składu mineralnego próbek. W próbce 1 głównym składnikiem mineralnym jest kwarc. Nieznaczną domieszkę stanowią minerały ilaste i węglany. W próbce 2 dominującymi składnikami mineralnymi są kwarc i chalcedon. W obydwu przebadanych próbkach stwierdzono występowanie na powierzchniach kryształów kwarcu i chalcedonu bardzo drobnoziarnistego pigmentu o barwie brunatnej (w próbce 1) lub brunatno-czerwonej (próbka 2). W tym ostatnim przypadku w obrębie opisywanego pnia możemy stwierdzić oddziaływanie dwóch etapów silifikacji. Efektem I (wcześniejszego) jest kwarc, a II (późniejszego) – chalcedon.



Z badań mikroskopowych przeprowadzonych na obydwu próbkach (1 i 2) wynika, że orientacja optyczna osi Z kwarcu w przewodzie jest styczna do wydłużenia opisywanych pni drzewnych. Jest to zgodne z tym, co wykazali już wcześniej Kwiecińska & Heflik (1963) w próbce skrzemieniałego pnia drzewnego z okolicy Wałbrzycha.

*Powyższe prace przeprowadzono w ramach badań statutowych 11.11.140.562.*

## LITERATURA

- Dathe E., 1904. *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preussen. Blatt Rudolfswaldau.* Preuss. geol. Landesanst., Berlin.
- Kwiecińska B. & Heflik W., 1963. Badania Geologischen Karte, Blatt Rudolfswaldau. petrograficzne i paleobotaniczne nad skrzemieniałym pniem drzewnym z okolic Wałbrzycha. *Zeszyty Naukowe AGH, Geologia*, 5, 25–40.
- Petraschek W., 1922. Zur Entstehungsgeschichte der sudetischen Karbon und Rotliegend Ablagerungen. *Zeitschrift Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 74, 244–263.
- Siedlecki S., 1951. Utwory stefañskie i permskie we wschodniej części Polskiego Zagłębia Węglowego. *Acta Geologica Polonica*, 2, 291–348.

## Summary

Based on analyses of samples of silicified wood from Saudi Arabia (Figs 1–4) and from surroundings of Trutnov (Czech Republic) (Figs 5, 6), and study of results of chemical analysis in microareas, the authors can state that these two methods are mutually complementing, confirming, and they allow to make conclusions as to the mineral composition of the examined samples (Figs 7–30). It was also demonstrated that in the case of the sample 1 (Fig. 4) it is to various degrees polluted with clay minerals and calcite (Fig. 9). It revealed a zoned structure of quartz crystals (Fig. 8), coated with fine-grained pigment of dark brown colour. In majority they have elongated forms, arranged concordantly with the elongation of the trunk (Figs 11–13). Chemical analyses in microareas confirm the content of clay and carbonate minerals (Figs 20, 22). Photograph 19 shows the accumulation of organic substance in a form cutting the quartz crystals. The examined sample consists almost exclusively of pure quartz of various grain sizes (Figs 7, 10, 11). Also the chemical analysis made in microarea proves such a character of the sample (Figs 24, 26, 28, 30); only the peaks of Si and O are visible. This composition is also confirmed by the result of the X-ray analysis, in which the peaks characteristic of quartz are noticeable: 3.34 (100); 4.26 (22); 2.48 (8); 1.82 (10) etc.

In the sample no 2, presence of quartz grains of different sizes was stated, from big, average to small ones (Fig. 15). This diversity is also noticeable in development of the chalcedony (Fig. 16). Appearing of these two forms of minerals of the SiO<sub>2</sub> group points out at least two stages of silification acting within the described trunk. The effect of the first stage

of silification is quartz, and of the second one, more late – chalcedony. On surfaces of concentrations of quartz and chalcedony accumulations of pigment of brown-red colour are visible (Fig. 13). Quartz and chalcedony are arranged irregularly (Fig. 14). In this sample it is possible to observe spherulithic forms of the chalcedony (Figs 16, 29) and primary anatomical structure of wood (Figs 6, 17). Purity of the  $\text{SiO}_2$  group minerals is proved by two EDS spectra made in points 1 (Figs 26, 28) marked on photographs (Figs 25, 27) respectively. It is possible here to observe two main peaks of Si and O.

Polluting of the sample 1 with an organic substance (Fig. 19) allows to draw a conclusion about the earlier split of the trunk. The organic substance got from the outside to the trunk lying on the desert.