GEOLOGIA • 2009 • Tom 35 • Zeszyt 1 • 77–87

BADANIA MINERALOGICZNE HISTORYCZNYCH NAWARSTWIEŃ WYBRANYCH OBSZARÓW KRAKOWA JAKO PODSTAWA REKONSTRUKCJI PRZESZŁOŚCI

Mineralogical study of historical deposits of selected areas of Krakow as the base of reconstruction of the past

Maciej PAWLIKOWSKI & Joanna SUCH

Akademia Górniczo-Hutnicza,
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska; al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków;
e-mail: mpawlik@uci.edu.pl,

Treść: Badania osadów znajdujących się w różnych częściach miasta dostarczają szeregu nowych i interesujących informacji. Zwłaszcza przydatne okazują się w tym względzie metody mineralogiczno-petrograficzne, za pomocą których można stwierdzić, z jakich składników osady te są zbudowane. Można także ustalić charakterystykę zabytków, na które natrafia się w tych warstwach. Badania mineralogiczne osadów antropogenicznych były prowadzone z wykorzystaniem optycznego mikroskopu polaryzacyjnego. Badania skoncentrowano na profilach osadów, w rejonie centrum miasta, reprezentujących antropogeniczne osady zawierające mikrozabytki funkcjonujących warsztatów metalurgicznych (ul. Krupnicza), tynki, cegły oraz fragmenty ceramiki średniowiecznej (Rynek Główny miasta Krakowa), jak również osady powstałe wokół klasztoru Reformatów. Przedstawione badania dokumentują przydatność analiz mineralogicznych w rekonstrukcji historycznych zjawisk, jak również do praktycznych zastosowań, odnoszących się do zachowania i odbudowy obiektów architektonicznych.

Słowa kluczowe: badania mineralogiczne, osady antropogeniczne, obiekty architektoniczne, Kraków

Abstract: Mineralogical investigations of sediments from different parts of town provide many new and interesting information. Mineralogical-petrographical methods, which are used to determine both elements building sediments and characteristic of relics that can be found in those sediments, are very important in those investigations. A mineralogical investigation of anthropogenic sediments was performed using a polarizing light microscope. The investigations were focused on profiles representing sediments containing relics of the functioning metallurgical workshop (Krupnicza 7 St.), plasters, bricks and pottery representing the XIV and XVIII centuries (Main Market Square of Krakow), as well as on anthropogenic sediments surrounding the foundation of Reformaci Monastery, located at the centre of town. The performed investigation proved usefulness of mineralogical research for reconstruction of historical phenomenon as well as for practical works concerning preservation and reconstruction of architectonic objects.

Key words: mineralogical investigation, anthropogenic sediments, architectonic objects, Krakow City

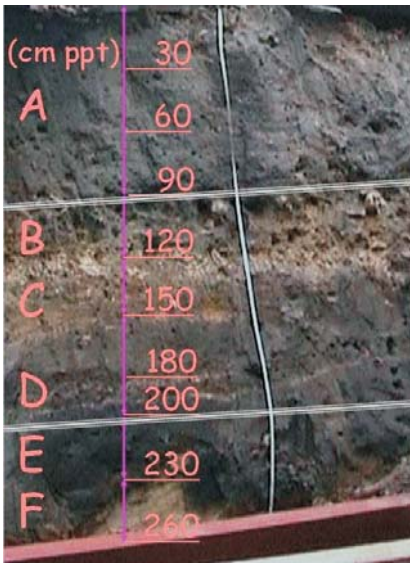
WSTĘP

Badania osadów znajdujących się w różnych częściach miasta dostarczają szeregu nowych i interesujących informacji. Szczególnie przydatne okazują się w tym względzie metody mineralogiczno-petrograficzne, za pomocą których można stwierdzić, z jakich składników osady te są zbudowane. Można także ustalić charakterystykę zabytków, na które natrafia się w tych warstwach. W publikacji przedstawiono trzy różne przykłady wykorzystania wspomnianych metod do badań osadów znajdujących się w profilach geologicznych przy ulicy Krupniczej 7 (Sokołowski *et al*. 2007), po zachodniej części Sukiennic na Rynku Głównym (Kluj *et al*. 2006) i w rejonie klasztoru Reformatów przy ul. Reformackiej.

BADANIA DOTYCZĄCE REKONSTRUKCJI AKTYWNOŚCI CZŁOWIEKA

Obserwacje terenowe profilów osadów z rejonu ul. Krupniczej 7, o miąższości ponad 3.40 m (Fig. 1), pozwoliły stwierdzić, że występują w nich głównie ciemne, zróżnicowane osady antropogeniczne, zawierające znaczną ilość substancji organicznej.

A)



B)

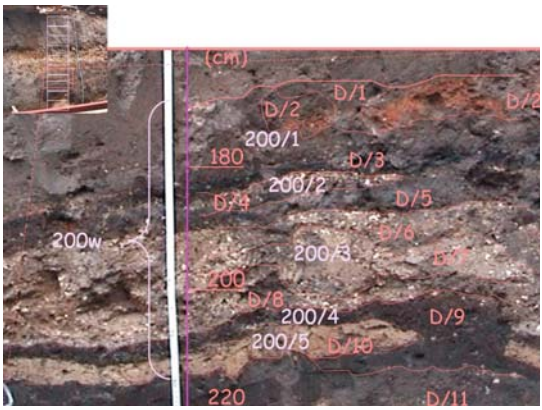


Fig. 1. Geologiczne profile osadów organicznych z wykopu pod fundament oficyny przy ulicy Krupniczej 7. Osady antropogeniczne zalegają na żółtych piaskach wodno-lodowcowych: A) profil część zachodnia; B) profil część wschodnia. A–F – miejsca pobrania próbek. 30–260 cm p.p.t. – głębokość w centymetrach poniżej powierzchni terenu

Fig. 1. Geological profiles of site Krupnicza 7 Street. Anthropogenic sediments containing organic admixture deposited on natural yellow, hydro-glacial sands: A) the profile of West part of archaeological trench; B) the profile of East part of trench. A–F – place of sampling. 30–260 cm p.p.t. – depth below surface

Z warstw osadów pobrano próbki i po laboratoryjnym przygotowaniu poddano wydzieloną z nich frakcję, o średnicy ziaren 0.5–0.18 mm badaniom za pomocą mikroskopu polaryzacyjnego (analogicznie jak w Sokołowski *et al*. 2007). W tak wydzielonym materiale, stosując półautomatyczne techniki zliczeniowe (Bolewski *et al*. 1979), określono zawartości następujących składników: kwarcu, okruchów cegieł, fragmentów kości, węgielków, żużelków, agregatów ilastych i innych (Fig. 2).

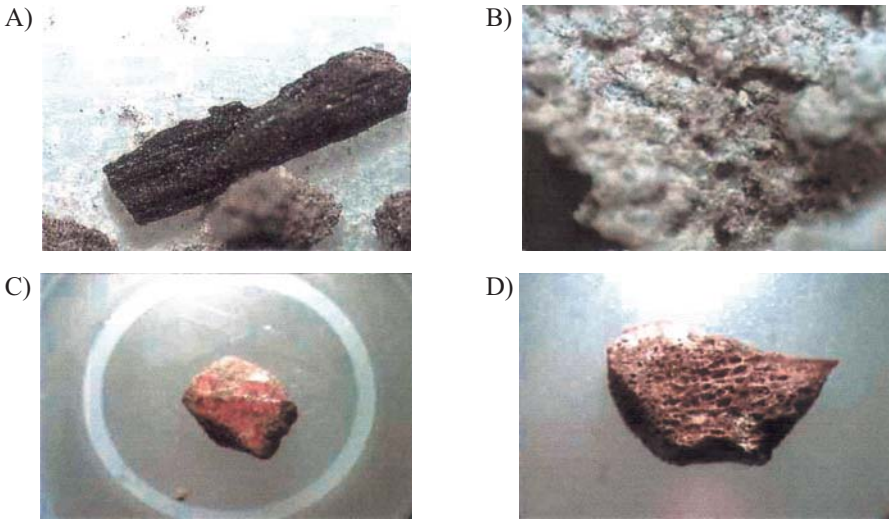


Fig. 2. Przykłady mikrozabytków występujących w antropogenicznych osadach z ulicy Krupniczej 7: A) węgielek drzewny; B) żużelek; C) fragment ceramiki; D) okruch kości gąbczastej

Fig. 2. Examples of microartefacts present at anthropogenic sediments of Krupnicza 7 Street: A) charcoal; B) small grain of slag; C) fragment of pottery; D) small fragment of bone

Otrzymane dane przeliczono na procenty objętościowe i zestawiono w formie wykresu (Fig. 3). Badania wskazują, że w obu profilach obecne są te same składniki, choć proporcje między nimi zmieniają się w dosyć szerokim zakresie. Zarówno w profilu A, jak i B dominującymi składnikami są naturalne składniki mineralne, reprezentowane przez agregaty mineralne i kwarc. Składniki antropogeniczne we frakcji 0.5–0.18 mm stanowią domieszki podrzędne, nieprzekraczające pod względem ilości przeważnie kilku, kilkunastu procent.

Piaski leżące najniżej w profilu A są osadem naturalnym, niezawierającym mikrozabytków archeologicznych. Struktura morfologii ziaren wskazuje, że są to piaski wodne o średnim stopniu wysortowania. Ich głównym składnikiem jest kwarc. Sporadycznie napotkano także okruchy wapieni, skał pochodzenia skandynawskiego, skaleni i muskowitu. Znajdujące się powyżej osady organiczne mają już charakter antropogeniczny. Potwierdza to obecność zmiennej ilości mikroartefaktów archeologicznych (żużelków, ceramiki). Najniższa część antropogeniczna profilu zawiera znikomą ilość mikrozabytków. Ich zawartość w poszczególnych jego partiach (określana metodami objętościowowymi) jest zróżnicowana, przy czym dotyczy to zwłaszcza relacji między substancją organiczną i składnikami mineralnymi wyrażaną jako suma a ilością mikrozabytków.

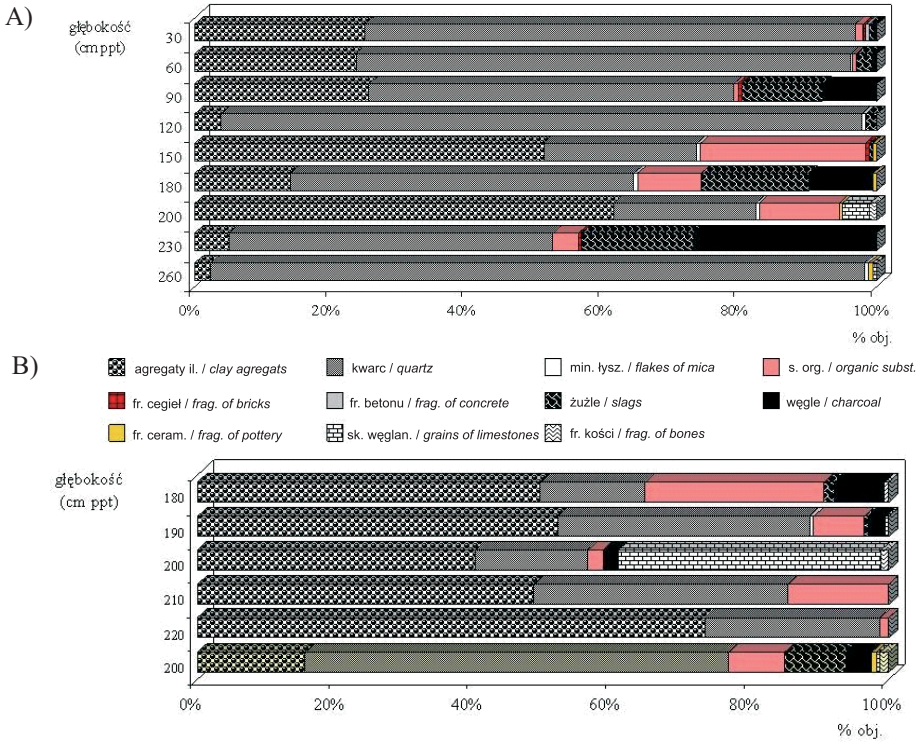


Fig. 3. Diagramy prezentujące zawartości oznaczanych składników w profilu osadów antropogenicznych z ulicy Krupniczej 7: A) profil A; B) strefa zagęszczonego opróbowania między głębokością 180 i 200 cm

Fig. 3. The diagram showing the content of microartefacts present at tested sediments of Krupnicza 7 Street. A) profile A; B) the area of concentrated sampling at the depth between 1800–200 cm

Substancja organiczna znajdująca się w dolnej partii profilu ma głównie charakter naturalny, podczas gdy w partiach wyższych jej obecność raczej jest związana z działalnością człowieka. Potwierdzenie tego poglądu wymaga jednak badań paleobotanicznych.

Mikrofragmenty kości występują w profilu niemal wyłącznie na głębokości około 2 m. Kości są w różnym stopniu przeobrażone. Kość gąbczasta jest w nich przeważnie wtórnie wypełniona substancją organiczną i minerałami ilastymi. Kość korowa jest w badanych fragmentach znacznie lepiej zachowana. Fragmenty ceramiki są możliwe do wyróżnienia i odróżnienia od fragmentów cegieł czy też polepy wyłącznie wtedy, gdy zachowane są morfologiczne cechy naczyń (kształt, zdobienie, szkliwienie itd.).

W profilu A (Fig. 1) stwierdzono występowanie trzech horyzontów o podwyższonej ilości żużelków (Fig. 3). Są to żużelki szare o niskim stopniu zeszklenia, co może sugerować niezbyt wysokie temperatury, w których one powstały. Ich cechy (barwa, porowatość, zeszklenie) nie zmieniają się zasadniczo w obu profilach. Znajdują się one, postępując od powierzchni terenu, w nieco większych ilościach na głębokościach: 230, 180, 150 i 90 cm. Żużelkom towarzyszą drobne okruchy węgla drzewnego.

Badane osady antropogeniczne mają charakter zasypu śmietnikowego, w którym obok naturalnych składników mineralnych występują domieszki antropogeniczne. Biorąc pod uwagę formę występowania analizowanych mikrozabytków, można stwierdzić, że nie są one wskaźnikowe z wyjątkiem żużelków, które bez wątpienia dowodzą istnienia w pobliżu pracowni metalurgicznej. Dodatkową przesłanką skłaniającą do takiej interpretacji wyników jest współwystępowanie żużelków z okruchami węgli drzewnych. Dowodzą tego także analizy chemiczne próbek, z których wynika, że strefy profilu zasobniejsze w żużelki są także strefami zasobniejszymi w metale (Sokołowski *et al*. 2007).

BADANIA DOTYCZĄCE TECHNOLOGII STOSOWANYCH W ŚREDNIOWIECZU

Badania te obejmowały osady znajdujące się w archeologicznych wykopach (Fig. 4), w których prowadzono prace badawcze w roku 2005. Znajdowały się one wzdłuż Sukiennic, po zachodniej ich stronie. Szczególną uwagę poświęcono w tych badaniach zaprawom murarskim, tynkom, cegłom i fragmentom ceramiki średniowiecznej. Badania miały na celu rozpoznanie technologii wykonywania wspomnianych obiektów, jak też wykazanie ich zróżnicowania w zależności od okresu, w którym powstały, czyli miały pomóc w ustaleniu kryteriów pozwalających odróżnić np. fragment cegły XIV w. od cegły XVII w.

Fig. 4. Przykład bruku na średniowiecznej uliczce biegnącej między domami po zachodniej stronie Sukiennic

Fig. 4. The example of medieval pavement of street between houses on the west side of Sukiennice – Cloth Hall

Obserwacje mikroskopowe pozwoliły stwierdzić, że zarówno cegły, zaprawy murarskie, jak i tynki XIV- i XVII-wieczne różnią się między sobą strukturą, składem ziarnowym i składem mineralnym. Surowiec stosowany w cegłach XVIII-wiecznych jest drobniej ziarnisty i bardziej homogeniczny niż surowiec w cegłach z wieku XIV (Fig. 5). Zaprawy murarskie na murach z XVIII wieku są również bardziej homogeniczne, a proporcja wapna (przekrystalizowanego w kalcyt) i piasku jest inna niż w zaprawach z XIV wieku (Fig. 6). Natomiast w tynkach XVIII-wiecznych proporcja wapna do piasku jest nieco mniejsza niż w tynkach XIV-wiecznych. Również piasek dodawany do tynków XVIII-wiecznych jest drobniejszy, co pozwalało uzyskać powierzchnie o większej gładzi (Fig. 7).

Wykonane badania pozwoliły wyróżnić dodatkowe kryteria umożliwiające odróżnianie analizowanych obiektów, pochodzących z XIV i XVIII wieku. Jest to istotne w przypadku prac konserwatorskich, gdy inne cechy obiektów nie pozwalają ich odpowiednio sklasyfikować.

A) B)

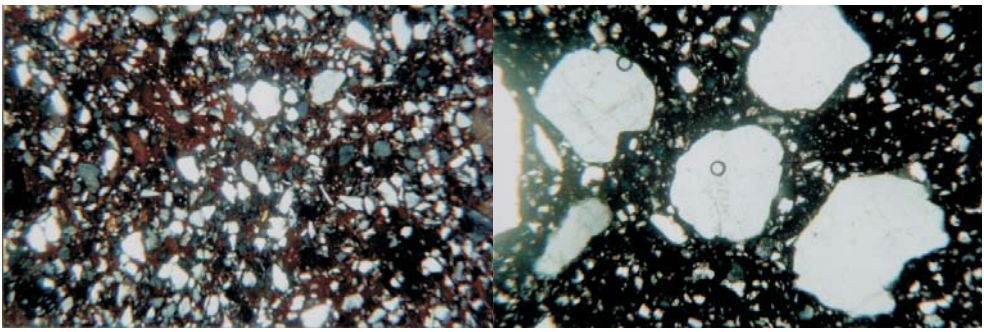


Fig. 5. Struktura cegieł: A) cegła XVIII w.; B) cegła XIV w. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy X, powiększenie 80 ×

Fig. 5. The structure of bricks: A) XVIII cent; B) XIV cent. Polarizing light microscope, Polaroides X. Magnification 80 ×

A) B)

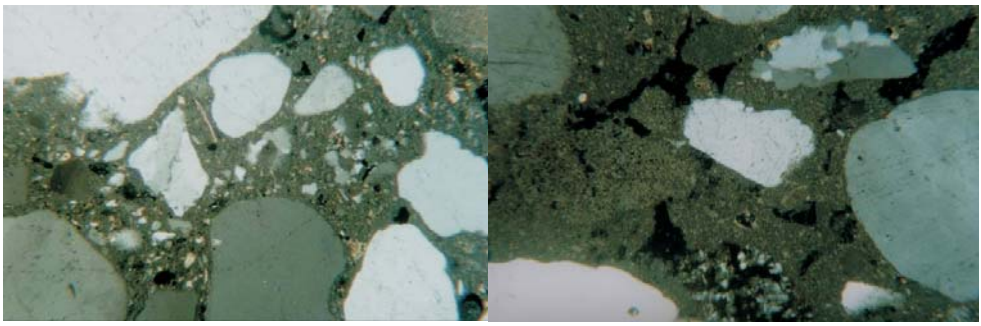


Fig. 6. Struktura zapraw: A) zaprawa XVIII w.; B) zaprawa XIV w. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy X, powiększenie 80 ×

Fig. 6. The structure of mortars: A) XVIII cent; B) XIV cent. Polarizing light microscope, Polariodes X. Magnification 80 ×

A) B)

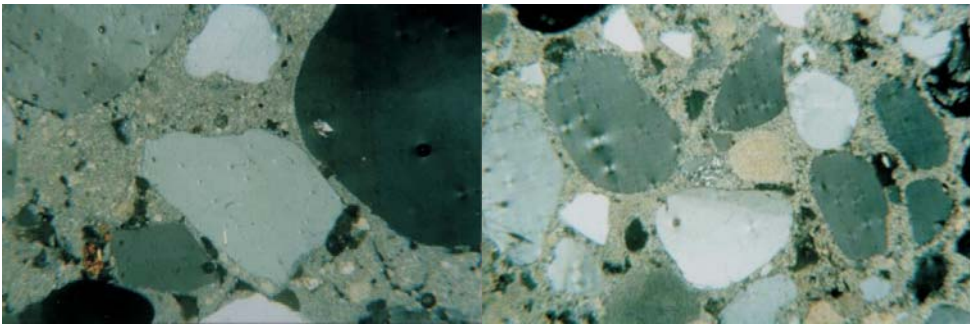


Fig. 7. Struktura tynków: A) tynk XVIII w.; B) tynk XIV w. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy X, powiększenie 80 ×. Polarizing light

Fig. 7. The structure of plasters: A) XVIII cent; B) XIV cent. Polarizing light microscope, polariodes X. Magnification 80 ×

BADANIA DOTYCZĄCE ROZPOZNANIA GEOLOGICZNEGO OSADÓW POD KĄTEM ZABEZPIECZENIA OBIEKTÓW ARCHITEKTONICZNYCH

Badania te prowadzono w rejonie klasztoru Reformatów. Ich celem było ustalenie zawodnienia osadów otaczających klasztor, jak również ich składu mineralnego i ziarnowego. Badania te miały stanowić podstawę do określenia kierunku migracji wód podskórnych, powodujących zawilgocenie fundamentów krypty, w której znajdują się, ulegające destrukcji, średniowieczne „mumie" mnichów.

Badania te zrealizowano poprzez wykonanie dziesięciu otworów wiertniczych do głębokości do 6 m (Fig. 8). Osiem otworów wykonano na zewnątrz klasztoru, dwa w krypcie. Z uzyskanych rdzeni pobrano próbki do badań. Wyniki analizy osadów z otworu 5 i 7 zestawiono w tabelach 1 i 2. Analizy zawartości wody (straty masy podczas dwugodzinnego suszenia w 105°C) w badanych osadach wskazują, że jej ilość może osiągać nawet 30% wagowych. Przykłady zmian zawartości wody w badanych osadach przedstawiono w formie wykresów (Fig. 9).

Otrzymane wyniki wskazują jednoznacznie, że stara zasypana fosa lokacyjna na zapleczu klasztoru Reformatów, na której znajdują się obecnie krakowskie Planty, jest źródłem wilgoci zagrażającej wspomnianym uprzednio „mumiom". Pomimo zasypania w XIX nadal „prowadzi" wodę, przy czym największe jej ilości znajdują się na głębokości 1.5–3.5 m poniżej powierzchni terenu. Na podstawie otrzymanych danych zaprojektowano i wykonano odpowiednią izolację fundamentów klasztoru, zabezpieczając wspomniane unikatowe obiekty.

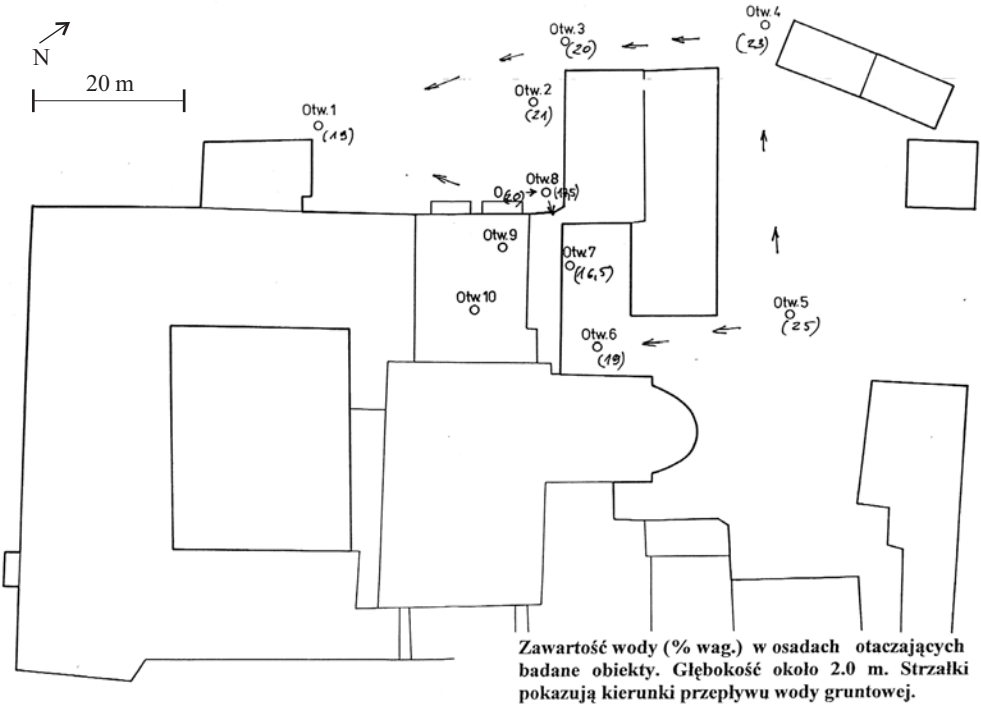


Fig. 8. Lokalizacja otworów wiertniczych na terenie klasztoru Reformatów (w nawiasach podano zawartości wody na głębokości 2.0 m). Strzałki pokazują kierunki migracji wód gruntowych na tej głębokości, otw. – otwór

Fig. 8. The location of boreholes at examined area of Reformaci Monastery. Arrows show the directions of water migration at depth 2.0 m, otw. – borehole

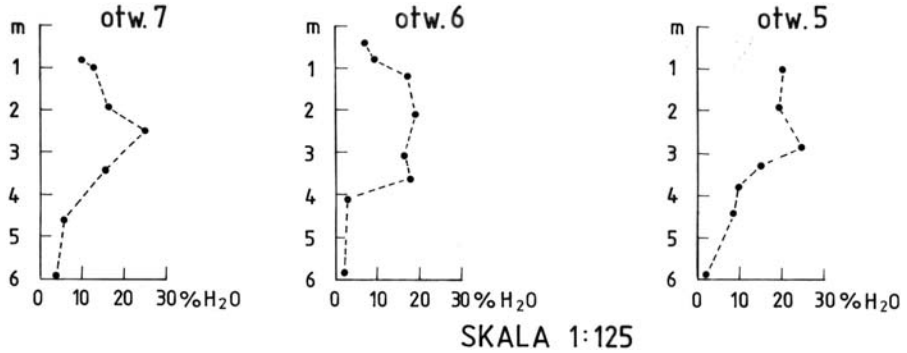


Fig. 9. Przykłady wykresów zmian zawartości wody w trzech otworach usytuowanych na dziedzińcu klasztoru Reformatów

Fig. 9. Examples of water content (weight %) at three boreholes located at the courtyard of Reformaci Monastery

Tabela (Table) 1

Profil otworu nr 5

Geological profile. Borehole no 5

Miąższość [m] *Thickness [m]*	Osad *Sediment*	Nr próbki *Sample no*	Głębokość pobrania [m] *Depth of sampling [m]*
0.0–2.9	nasyp antropogeniczny *anthropogenic bank*	5/1	0.0–1.0
		5/2	1.0–1.8
		5/3	1.8–2.9
2.9–3.3	glina pylasta (namuł?) *dusty clay (silt?)*	5/4	2.9–3.3
3.3–3.8	piasek średni/piasek drobny *medium sand/fine sand*	5/5	3.3–3.8
3.8–4.4	piasek drobny *fine sand*	5/6	3.8–4.4
4.4–6.0	piasek drobny/piasek średni *fine sand / medium sand*	5/7	4.4–6.0

Tabela (Table) 2

Wyniki oznaczeń składu mineralnego [% obj.], otwór nr 7

Results of determination of mineral composition of samples [vol %], borehole no 7

Składnik / *Component*	Próbka / *Sample*					
	7/1	7/2	7/3	7/4	7/5	7/6
minerały ilaste *clay minerals*	24.4	40.2	35.7	57.5	11.6	9.4
kwarc *quarz*	69.7	47.3	49.6	38.3	85.8	87.7
skaleń potasowy *K-feldspar*	0.9	0.2	0.7	0.7	0.6	0.9
plagioklaz *plagioclase*	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.5
okruchy skał osadowych *fragments of sedimentary rock*	0.3	0	0.3	0.1	0	0.1
okruchy skał magmowych *fragments of igneous rock*	0.7	0.4	0.7	0.2	0.3	0.6
okruchy skał metamorficznych *fragments of metamorphic rock*	0.1	0	0	0	0	0
muskowit *muskowit*	0	0.1	0.1	0	0	0
biotyt *biotyt*	0	0	0	0.1	0	0
cegły-polepa *bricks-burned clay*	1.1	3.7	1.9	0.6	0	0
szczątki roślin *plant remains*	2.7	5.1	10.6	2.3	1.6	0.8
kości *bones*	0	2	0.3	0	0	0

WNIOSKI

Wykonane badania dowodzą przydatności metod mineralogicznych do badań antropogenicznych osadów miast w aspekcie analizy wielu istotnych zagadnień starych dzielnic miejskich. Dotyczy to zarówno rekonstrukcji zjawisk historycznych, jak też rozwiązywania bieżących problemów, związanych z konserwacją i zabezpieczeniem obiektów architektonicznych.

Praca została dofinansowana z projektu badawczego nr 18.18.140.563.

LITERATURA

Sokołowski T., Madej P., Pawlikowski M., Wacnik A., Wardas M., Madeja J. & Woronko B., 2006a. Zmiany środowiska krakowskiej dzielnicy Piasek w świetle interdyscyplinarnych badań przy ulicy Krupniczej. *Prace Komisji Paleogeografii Czwartorzędu Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie*, 4, 7–14.

Kluj M., Pawlikowski M. & Zaitz E., 2006. Badania mineralogiczne osadów antropogenicznych oraz wybranych materiałów budowlanych odkrytych pod płytą Rynku Głównego w Krakowie. *Materiały Archeologiczne*, 36, 189–200.

Bolewski A. & Żabiński W., 1979. *Metody badań minerałów i skał*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1–578.

Summary

Mineralogical investigations of anthropogenic sediments were performed using a polarizing light microscope. The investigations were focused on profiles representing sediments containing relics of functioning metallurgic workshop (Krupnicza 7 St.), on organic sediments representing anthropogenic rubbish (Main Market Square of Krakow), as well as on anthropogenic sediments surrounding the fundation of Reformaci Monastery located at the center of town.

A profile of Krupnicza 7 St. field observation showed the presence of more than a two meters thick profile of organic sediments underlayered with yellowish fine and medium sands of natural origin (Fig. 1). A microscopic investigation of the fine fractions selected showed the presence of natural and anthropogenic grains. Last one is represented by: small fragments of pottery, charcoal, small grains of slag, bones etc. (Fig. 2). A counting of these components helped construct diagrams of the presence of the determined compounds (Fig. 3). In conclusion, one can say that at the depth about 90 cm concentrations of charcoal and fragments of slag are present. These data, together with results of chemical analyses, suggest the presence of a metallurgic workshop at an area near the tested profile.

A profile of sediments located at the Main Market Square – west of Cloth Hall. An investigation of profiles present at archaeological trenches confirmed that the geology of the area is diversified. One can see relics of medieval houses, streets (Fig. 4) and other

anthropogenic structures. Investigations were devoted to determine the mineralogical differences between plasters, bricks and pottery representing the XIV and XVIII centuries. Examinations performed using a polarizing light microscope showed the mineralogical and technological differences of these samples. These may help determine the age of bricks, plasters and mortars (Figs 5–7). Observed and documented features are helpful during the reconstruction and revalorization of objects.

A profile from Reformaci Monastery. Areas of the monastery were examined because of water migration into the crypts where, so called "Krakow mummies"are present. Ten boreholes were done – eight at the courtyard and two in the crypts (Fig. 8). Samples of sediments obtained from cores were examined mineralogically. Moreover, the content of water was determined in each sample. The obtained data are listed in tables 1 and 2 while the content of water is shown in figure 9. An examination confirmed that organic sediments were deposited in two moats surrounding Krakow. The highest moisture of the sediments was determined at depths 1.5–3.5 m where the old moats still slowly conduct water. Because of this situation, the foundations of the monastery were isolated to protect objects from underground water.

The investigation documented the usefulness of mineralogical studies for the reconstruction of historical phenomenon as well as for practical work concerning the preservation and reconstruction of architectonic objects.