

ROZPOZNANIE HISTORYCZNYCH NAWARSTWIEN I PODZIEMNEJ INFRASTRUKTURY KRAKOWA, KAZIMIERZA I ICH PRZEDMIEŚĆ¹

IDENTIFICATION OF HISTORIC LAYERS AND UNDERGROUND INFRASTRUCTURE OF CRACOW AND KAZIMIERZ CITIES AND THEIR SUBURBS

Marta Wardas¹, Emil Zaitz², Maciej Pawlikowski¹

¹Wydział Geologii, Geofizyki i Odnowy Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza

²Muzeum Archeologiczne w Krakowie

Słowa kluczowe: nawarstwienia historyczne, zabytki, minerały, metale ciężkie
Keywords: historical layers, relics, minerals, heavy metals

Wprowadzenie

Historyczne nawarstwienia w podziemiach miast z ekofaktami i artefaktami w nich obecnymi oraz relikdami obiektów infrastruktury wodno-ściekowej i budowlanej to swoiste korzenie naszego dziedzictwa kulturowego, obecnie często roztarte już w pył, o których istnieniu mało kto ma świadomość. Odczytywanie informacji w nich zawartych, z nadaniem im współrzędnych czasu i przestrzeni, może stanowić uzupełnienie naszej wiedzy o genezie miast, dziejach oraz życiu ludzi i ich oddziaływaniach na środowisko przyrodnicze, czyli o ekologii człowieka.

Wszelkiego rodzaju tzw. roboty ziemne, konstrukcyjne, renowacyjne czy rozbiórkowe, realizowane w różnych branżach, odsłaniają profile gruntów, gleb (gleb kopalnych) i osadów. Badają je, z konieczności rozpoznania mechaniki gruntów, stateczności lub korozyjności podłoża pod określoną inwestycję, inżynierowie budowlani, drogowi, sanitarni czy gruntoznawcy. Odsłonięte w wykopach warstwy interesują geologów, hydrogeologów, stratygrafów, gleboznawców, geomorfologów i paleobiologów, gdyż niekiedy pozwalają na odtworzenie warunków, jakie panowały tysiące, czy nawet miliony lat temu. Dają możliwość rozeznania, czy zmiany mają charakter naturalny, czy można je przypisać aktywności człowieka. Niekiedy w profilach obecne są poziomy kulturowe, na podstawie których archeolodzy dopisują nowe fakty do kart historii nieco bliższej, związanej z rozwojem cywilizacji. Badania mineralogiczne i petrograficzne umożliwiają wskazanie w warstwach gruntów faz

¹Praca była realizowana w ramach Projektu KBN 1746/T02/2007/32.

antropogenicznych. Ustalenie proporcji między tymi elementami a ich naturalnymi składnikami stanowi podstawę do określenia aktywności człowieka w danym rejonie w określonym czasie. Dostarcza także ogólnych informacji o procesach destrukcji obiektów architektonicznych miasta. Określenie składu mineralnego gruntów oraz ich cech strukturalnych i teksturalnych jest istotne ze względu na ich parametry fizyko-mechaniczne, co jest szczególnie ważne z punktu widzenia rewaloryzacji zabytków, zwłaszcza zabezpieczenia fundamentów różnego rodzaju obiektów architektonicznych. Dotyczy to wytrzymałościowych parametrów gruntów pod kątem możliwości ich stabilizacji i wzmacniania, a także ich wskaźników porowatości – cechy bardzo istotnej w kontekście penetracji wód gruntowych, podciągania wilgoci przez fundamenty, wtórnej krystalizacji soli itp. Obok substancji mineralnych w historycznych nawarstwieniach występują także poziomy bardzo bogate w substancję organiczną. Substancja ta o dużej aktywności chemicznej jest pierwotnym źródłem niektórych jonów (azotyny, azotany, chlorki, fosforany itd.). Ze względu na dobre właściwości sorpcyjne może ona także kumulować zanieczyszczenia, np. metale ciężkie. Analizy fizyko-chemiczne i geochemiczne dają podstawy do wyznaczenia poziomów charakteryzujących się odmiennymi od lokalnego tła koncentracjami pierwiastków chemicznych. Mogą one dowodzić o wzmożonej działalności rzemieślniczej bądź przemysłowej w wiekach minionych, czy wręcz umożliwić prospekcję stanowisk archeologicznych, o których istnieniu zaświadcza już jedynie anomalie geochemiczne.

Odtworzenie wiernie relacji człowiek–środowisko, na przestrzeni od pradziejów, przez wczesne średniowiecze, po wieki późniejsze, zwłaszcza w zurbanizowanej przestrzeni, jest bardzo trudne. Przyczyną jest m.in. przypadkowość odsłoneń i brak możliwości kontynuowania badań porównawczych w ich pobliżu, ze względu na ograniczenie terenu wyłącznie do granic realizowanej inwestycji. Badania gruntów w podłożu realizowanych inwestycji, nie są prowadzone ani w sposób systematyczny, ani z wykorzystaniem interdyscyplinarnych osiągnięć (Żaki, 1974). Nie ma także prawnie zagwarantowanego systemu informowania specjalistów o prowadzonych pracach przygotowawczych, poza może archeologami, a i to tylko wówczas, gdy zakrojone są na szeroką skalę, jak w przypadku budowy autostrad (Dz.U.2000.86.958 (U)) lub, gdy dotyczą obiektów wpisanych do rejestru zabytków, bądź objętych ochroną konserwatorską na podstawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (Dz.U.2003.162.1568 (U)). Zgodnie z ustawą z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz.U.2003.162.1568), kiedy pojawiają się artefakty – wykonane lub udoskonalone przez człowieka przenośne obiekty, takie jak narzędzia kamienne, ceramika czy broń wykonana z metalu (Renfrew, Bahn, 2002) – badania archeologiczne są prowadzone w celu ich rozpoznania, udokumentowania i zabezpieczenia. Prawo ochrony środowiska (Dz.U.2006.129.902 (U)), pod groźbą sankcji karnych, również nakazuje dbałość o zachowanie wartości kulturowych z uwzględnieniem zabytków archeologicznych. Nie ma jednoznacznie podobnego obowiązku w stosunku do odtwarzania, choćby w miejscach nośnych historycznie warunków środowiskowych, a więc zajmowania się ekologią naszych przodków, – czyli odczytywania informacji zapisanej w postaci ekofaktów, na które składają się pozostałości organiczne (kości zwierzęce, szczątki roślinne) lub środowiskowe. Jakość gruntów, gleb kopalnych i warstw osadowych, w tym zwłaszcza anomalny skład fazowy/mineralny i chemiczny zapisany w utworzonych nawarstwieniach (często zarówno kształtowany procesami destrukcji artefaktów, jak i oddziałujący korozyjnie na te zabytki), w wielu rejonach, zwłaszcza historycznych miast, to równie cenna informacja o przemianach kulturowych i przekształcaniach środowiskowych. Zanim ukryte w ziemi świadectwo zmian

geogenicznych (naturalnych), czy antropogenicznych zamknięte zostanie w budowlach infrastruktury podziemnej, może warto z nim się zapoznać i zlokalizować miejsca nadmiernie „obciążone” zanieczyszczeniami cywilizacyjnymi, by z nich odczytać historię zapisaną w nawarstwieńcach – swoistych „nośnikach pamięci technologiczno-środowiskowej”.

Antropopresja, czyli wypieranie przez człowieka słabszych od niego organizmów roślinnych i zwierzęcych, istniała od początków osadnictwa. Polegała na wycinaniu lasów, zmianach warunków glebowych, w skutek zajmowania pod zabudowę powierzchni gleby, czy zanieczyszczaniu lub zatrutowaniu środowiska. Synantropizacja szaty roślinnej miała miejsce już w starszej epoce kamienia (paleolicie), szczególnie radykalna począwszy od XIX w., polegająca na zastąpieniu zbiorowisk pierwotnych roślinnością ruderalną i ogrodową (Kormornicki, 1974). Historia antropogennych przekształceń krajobrazu na podstawie genezy gruntów, zwłaszcza nasypowych, wydaje się być równie istotnym celem badań. Bezwzględne datowanie nawarstwień oparte na laboratoryjnych analizach ilości radioaktywnego izotopu węgla C14 pozostałego w kościach, nasionach, skórze i drewnie, znajdujących w poziomach profilu, skorelowane z ustaleniami paleobotaników, palynologów i dendrologów, pozwoliłoby na wieloaspektowe odtworzenie historii miast. Archeolodzy już dawno postulowali, że (Żaki, 1974) *potrzebne są szersze i bardziej wnikliwe niż dotąd analizy i opracowania antropologiczne, dendrochronologiczne, chemiczne a przede wszystkim kompleksowe studia nad dawnym krajobrazem, do których archeologia wnosi już drobne przyczynki.*

Badania archeologiczne na terenie średniowiecznego Krakowa podjęto dopiero w połowie XX stulecia, bezpośrednio przed zbliżającym się wówczas jubileuszem 700-lecia lokacji miasta. Prace archeologiczne koncentrowały się głównie wokół najważniejszych obiektów architektonicznych, w tym zwłaszcza przy najstarszych budowlach sakralnych, w obrębie historycznych ośrodków władzy świeckiej oraz w rejonach domniemanych centrów przedlokacyjnego osadnictwa (Radwański, 1996; Zaitz, 2001). Zadania badawcze realizowano wówczas za pośrednictwem niewielkich wykopów sondażowych i prowadzonych na nieco większą skalę systematycznych prac wykopaliskowych. Podsumowaniem kilkuletniej akcji badawczej była okolicznościowa wystawa archeologiczna na temat Krakowa przedlokacyjnego, na której po raz pierwszy zaprezentowano podgrodzie, zwane Okołem, będące – obok grodu książęcego na Wawelu – głównym ośrodkiem osadniczym przed lokacją Krakowa. Podsumowanie wszechstronnych analiz, bazujących na różnorodnych źródłach historycznych, znalazło się w okolicznościowej publikacji „Kraków. Studia nad rozwojem miasta”, napisanej pod redakcją Jana Dąbrowskiego (Dąbrowski, 1957), natomiast pełniejsze analizy pozyskanych wówczas źródeł archeologicznych pojawiły się dopiero kilkanaście lat później (zob.: Jamka, 1963; Radwański, 1975; Żaki, 1965; 1974).

Po jubileuszu w 1957 roku badania archeologiczne były nadal bardzo intensywnie kontynuowane, zaś nowym zjawiskiem było rozpoznawanie nawarstwień za pośrednictwem tzw. wierceń archeologiczno-geologicznych, a także badań geofizycznych i elektrooporowych (Radwański, 1996). Na ogromną skalę prowadzono też badania archeologiczne o charakterze ratowniczym. Wykonywano je przede wszystkim w różnorodnych wykopach budowlanych i instalacyjnych, a także w szybkach geotechnicznych powiązanych z pracami przedprojektowymi. Ich zadaniem było rozpoznanie podłoża geologicznego oraz posadowienia murów w obrębie zabudowy staromiejskiej. Corocznie nadzorem archeologicznym obejmowano kilkadziesiąt różnorodnych wykopów związanych z budową nowych ciągów instalacyjnych oraz z remontem zabudowań na obszarze Starego Miasta, Kazimierza, Kleparza, Piasku (Garbar), Stradomia, Wesołej i Podgórze. W pewnych okresach (lata 70. i 80. XX

wieku) badania prowadzono corocznie nawet w kilkuset wykopach budowlanych i szybkach geotechnicznych. Dość często prace archeologiczne wykonywano przy współdziałaniu architektów, geologów oraz przedstawicieli innych nauk przyrodniczych, w tym zwłaszcza paleobotaników, palinologów, dendrologów, paleozoologów i antropologów. Dzięki nim z nawarstwień kulturowych oraz z obiektów archeologicznych starano się uzyskać nie tylko zabytki ruchome niezbędne do datowania oraz analiz i klasyfikacji typologicznych, ale także szereg informacji dotyczących ukształtowania i morfologii centralnej części miasta oraz środowiska przyrodniczego i warunków życia jego mieszkańców.

Kolejny jubileusz Krakowa – obchodzone w 2007 roku 750-lecie nadania praw miejskich dla jednej z przedlokacyjnych osad położonych na północnym przedpolu książęcego zespołu grodowego – zaowocował szeregiem wystaw, publikacji naukowych oraz imprez okolicznościowych. Stanowią one podsumowanie dotychczasowej wiedzy na temat początków osadnictwa na terenie Krakowa i kolejnych etapów jego przekształceń, na drodze od niewielkiej osady wiślańskiej, poprzez siedzibę *pogańskiego księcia, silnego wielce*, do stolicy Państwa Piastów i Jagiellonów, jednego z największych i najpotężniejszych organizmów politycznych średniowiecznej i nowożytnej Europy. Owocem obecnego Jubileuszu były dwie interdyscyplinarne wystawy muzealne prezentujące Kraków przed lokacją miasta w 1257 roku - Kraków w chrześcijańskiej Europie X–XIII wieku, 2006 – oraz jego rozwój po lokacji - Kraków. Europejskie miasto prawa magdeburskiego, 2007. Towarzyszące ekspozycjom katalogi zawierają szereg opracowań naukowych przedstawiających zarówno najciekawsze zabytki archeologiczne i architektoniczne, zabytki piśmiennictwa oraz dzieła sztuki z wczesnego i późnego średniowiecza oraz z renesansu i baroku, jak też poszczególne zagadnienia związane z osadnictwem, budownictwem sakralnym i świeckim, piśmiennictwem, szkolnictwem i rozwojem miasta (Katalog, 2006; 2007).

Obecnemu Jubileuszowi Krakowa towarzyszyły także różnorodne przedsięwzięcia budowlane i inwestycyjne. Do najważniejszych należała niewątpliwie przebudowa nawierzchni i modernizacja głównych placów lokacyjnego miasta (a więc Rynku Głównego i Małego Rynku), a także przebudowa podziemi Sukiennic na Rynku Głównym oraz budowa Pawilonu Wystawienniczo-Informacyjnego „Wyspiański 2000” przy ul. Grodzkiej 21. Prace te miały charakter inwestycji wieloetapowych i od samego początku towarzyszyły im badania archeologiczne o charakterze ratowniczym (Zaitz, 2004; 2006; Łukacz, Zaitz, 2006). Realizowano je poprzez nadzór badawczy przy wymianie nawierzchni chodników i jezdni wokół Rynku (2002), badania sondażowe poprzedzające przebudowę nawierzchni Rynku (2003) oraz budowę Pawilonu „Wyspiański 2000”, a także badania ratownicze przy przebudowie zachodniej części płyty Rynku (2004) i nawierzchni Małego Rynku (2007). Kulminacją działań inwestycyjnych i jednocześnie badań stanowiły kuriozalne prace archeologiczne we wschodniej części Rynku (lata 2005 – 2007), w trakcie których wyeksplorowano kilkanaście tysięcy metrów sześciennych nawarstwień kulturowych uformowanych na terenie Rynku we wczesnym i późnym średniowieczu. Na bez porównywalnie mniejszą skalę prowadzono badania archeologiczne w Sukiennicach oraz na Małym Rynku.

W trakcie powyższych prac badawczych i inwestycyjnych podjęta została współpraca nie tylko ze sprawdzonymi w archeologii zespołami archeobotaników, ale także z geologami – mineralogami i geochemikami, których metody i doświadczenia były dotychczas wykorzystywane w minimalnym stopniu. Pierwsze analizy mineralogiczne i geochemiczne (Kluj i in., 2006; Wardas i in., 2006; 2007) wykazały, że „ziemia” będąca głównym składnikiem nawarstwień kulturowych, poziomów użytkowych oraz obiektów archeologicznych zawiera ogromne

ilości informacji odzwierciedlających zarówno warunki, w jakich funkcjonował człowiek średniowiecza, renesansu i czasów nowożytnych, jak też zajęcia, którym się oddawał, a w końcu środowisko, z którego pozyskiwał surowce mineralne na swoją działalność budowlaną i gospodarczą. Z całą pewnością można stwierdzić, że już w średniowieczu funkcjonowanie miasta, a zwłaszcza obróbka i handel (ołowiem) Pb i miedzią (Cu) doprowadziły do bardzo zróżnicowanego zanieczyszczenia metalami gruntów, które stały się wtórnym źródłem emisji i były wynoszone lub migrowały razem z wodami opadowymi i ściekami zarówno w rejon ul. Św. Jana, jak i na drugą stronę Sukiennic, powodując podniesienie ich zawartości zarówno w osadach „krzyża” Sukiennic, jak i w pochodzących z obszaru sąsiadującego z Ratuszem (Wardas i in., 2006). Wykazano, że za pośrednictwem ówczesnych systemów kanalizacyjnych, rynsztoków i rynien ściekowych, dochodziło do niekontrolowanego rozprzestrzenienia się metali ciężkich do środowiska Rynku Głównego oraz na niżej położone tereny, które znalazły się w zasięgu spływu wód. Zanieczyszczenia przemieszczały się także po powierzchni średniowiecznych poziomów użytkowych (bruków, klepisk i podłóg), wzdłuż miedzuchów, uliczek i ścieżek biegnących pomiędzy zabudowaniami. Szczególną rolę, umożliwiającą pionowy transport zanieczyszczeń, mogły pełnić inne konstrukcje, np. mury przecinające nawarstwienia i poziomy uformowane z ubitych utworów gliniastych i organicznych. Do migracji zanieczyszczeń dochodzić mogło zarówno bezpośrednio w czasie produkcji i obróbki metali oraz handlu, jak i wskutek ekspozycji na warunki atmosferyczne, bądź przemieszczania i wykorzystywania np. do niwelacji terenu zanieczyszczonych gruntów, co mogło mieć miejsce w wiekach późniejszych (?), w czasie analogicznych jak współcześnie pracach ziemnych (Wardas i in., 2007).

Obecność w nawarstwieniach i obiektach archeologicznych różnorodnych pierwiastków i związków chemicznych może nam także unaoczniać zagrożenia, w których żyli mieszkańcy krakowscy i które po nich, wraz z zawartością tych nawarstwień, odziedziczyliśmy. Fakt odkrycia podczas badań „niemal żywego” grzyba – gmatwek dębowy *Daedalea quercina* – rosnącego (!) na drewnianej belce konstrukcyjnej kramu handlowego z XIV wieku, potwierdził „aktywność” zdeponowanych w ziemi różnorodnych materiałów organicznych (Zaitz, 2006; Bieniek i in., 2006). Z jednej strony znalezisko to świadczy o doskonałych warunkach naturalnej konserwacji szczątków roślinnych w średniowiecznej warstwie kulturowej, z drugiej jednak strony ostrzega, podobnie jak inne znaleziska ze średniowiecznych nawarstwień, przed możliwością przetrwania w takich warunkach także innych organizmów i mikroorganizmów, z którymi spotykał się średniowieczny mieszkaniec Krakowa.

Jeszcze bardziej alarmujący wydzźwięk mają ostatnie doniesienia prasowe o pojawieniu się (o inwazji ?!) w „podpiwniczonej” części wschodniej partii płyty Rynku Głównego zarodników trujących grzybów *Stachybotrys atra* i różnych gatunków pleśni (zob. Dziennik Polski, 06.06.2007). Potwierdzają one realność zagrożenia dla współczesnych mieszkańców Krakowa ze strony mikroorganizmów hibernujących w średniowiecznych nawarstwieniach organicznych z XIII–XV wieku. Te odkrycia wskazują na potrzebę zachowania wzmożonej czujności przy niszczeniu i wywożeniu średniowiecznych nawarstwień na składowiska i do nowych warunków terenowych, a także nakazują podejmowanie wieloaspektowych badań o charakterze interdyscyplinarnym. Powinny one mieć miejsce przed rozpoczęciem działań inwestycyjnych i winny być prowadzone równolegle z wyprzedzającymi inwestycje badaniami archeologicznymi.

Założenie krakowskich osad na wzgórzu wawelskim (gród książęcy) i na wąskim cyplu terasy średniej (podgrodzie obronne Okół) oraz ich ufortyfikowanie wałem ziemnym i pali-

sadą w IX w. zapoczątkowały proces przekształcania tego terenu i zapewne spowodowało wytworzenie na tym małym obszarze znacznych ilości wód i odpadów różnego typu, jak pokazują badania zanieczyszczonych także trudno rozkładalnymi substancjami, jakimi są związki metali. Przez jakiś czas były one odprowadzane do ziemi, do przepuszczalnego piaszczystego podłoża calcowego i deponowane bezpośrednio na terenie osad, wewnątrz zabudowań oraz w ich najbliższym sąsiedztwie, skąd bez trudu mogły migrować w głąb do wód podziemnych. W ciągu wielu lat wytworzyły się nawarstwienia z bogatymi warstwami kulturowymi, zawierające potłuczone naczynia gliniane, ceramikę budowlaną, kości zwierzęce, węgle drzewne i popiół, szczątki zbutwiałego drewna, zniszczone przedmioty kamienne i metalowe, różnorodne materiały roślinne, a także inne ślady intensywnej działalności człowieka. Już we wczesnym średniowieczu miąższość takich warstw odpadkowych uformowanych na terenie podgrodzia książęcego dochodziła lokalnie do 2 m. Na obszarze późnośredniowiecznego miasta lokacyjnego w okresie pomiędzy połową XIII a początkiem XVI stulecia nawarstwienia odpadkowe miały grubość dochodzącą lokalnie nawet do 4 m (Żaki, 1974; Radwański, 1972; 1975; 1986).

Założenia projektu

Przygotowywany przez nas projekt ma za zadanie rozpoznać i przedstawić w sposób przekrojowy zagadnienia geochemiczne dotyczące nawarstwień zalegających pod obecnymi poziomami użytkowymi na terenie miasta. Wstępne dane geochemiczne do tego zagadnienia uzyskano w ramach niedawno zakończonego projektu pt. „Badania i ocena zmian składu jakościowego osadów dennych z systemów kanalizacyjnych, jako wskaźnika zanieczyszczenia środowiska i warunków eksploatacji sieci zbiorowego odprowadzania ścieków Krakowskiego Zespołu Miejskiego”. Badania nawarstwień i obiektów w obrębie Starego Krakowa prowadzone są głównie w trakcie prac archeologicznych wykonywanych w związku z remontami budynków oraz modernizacją ulic, placów i zalegających pod nimi obiektami instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych. Do analiz pobierany będzie zarówno materiał ziemny wchodzący w skład warstwy kulturowej, jak i zalegające w nim różnorodne materiały organiczne i nieorganiczne. Próbkę do analiz pozyskiwane i gromadzone będą z różnych osadów uformowanych na obszarze krakowskiego zespołu grodowego we wczesnym średniowieczu oraz z warstw i obiektów tworzących zespół miejski w późnym średniowieczu i w czasach nowożytnych. Naszym zadaniem będzie więc uzyskanie niezależnych profili nawarstwień dla podgrodzia Okół, dla obszaru miasta lokowanego w 1257 roku, dla obszaru zespołu osad tworzących krakowski Kazimierz, a także dla ich przedmieść (Wesoła, Piasek, Stradom, Nowy Świat). W miejscach szczególnie istotnych ze względu na genezę nawarstwień wykonanych zostanie kilka małośrednicowych, rdzeniowanych odwiertów geotechnicznych (do głębokości około 6 metrów). Umożliwią one – razem z już dostępnymi odsłonięciami w wykopach i w odwiertach sięgających do utworów trzeciorzędowych – wykonanie przekrojów geologiczno-inżynierskich oraz uzyskanie charakterystyki gruntów podłoża w poszczególnych rejonach badań. Badania właściwości fizykochemicznych składu ziarnowego i chemicznego są wykonywane pod kątem oceny zmian geochemicznych osadów/gleb/gruntów, form związania domieszek i zanieczyszczeń, oraz analizy substancji organicznej, w kontekście możliwości skażenia wód powierzchniowych, wód porowych i grunto-

wych w obrębie Starego Miasta. Analiza i dokumentacja składu mineralnego i fazowego gruntów obejmuje fragmenty elementów konstrukcyjnych budowli w obrębie infrastruktury podziemnej, w celu zbadania skali, intensywności i przyczyn korozji oraz niszczenia fundamentów. Dla miejsc opróbowania i najbliższej okolicy, na podstawie przyporządkowania lokalizacji do konkretnej tzw. kanalizacyjnej zlewni krytycznej, określone zostaną warunki funkcjonowania sieci wodno-kanalizacyjnych, łącznie z prognozowaniem możliwości zalewania piwnic oraz budynków, a także z przedstawieniem warunków, jakie należy spełnić w celu ograniczenia zniszczeń. Wykonane będzie oszacowanie funkcjonowania w przeszłości kanałów blokowych i wyznaczenie ich przebiegu, a także identyfikacja dopływów wód gruntowych do kanałów i obiektów kanalizacyjnych oraz przedostawania się ścieków surowych do gruntu. Zostanie wykonana ocena stanu technicznego kanałów oraz warunków gruntowych w zlewni tych kanałów, w tym stopnia dostosowania technologii wykonania ciągów kanałowych do warunków wodno-gruntowych w rejonie inwestycji budowlanej, bądź związanej z rewaloryzacją. Powyższe dane, uzupełnione badaniami i oceną wymywania różnych składników z gruntów nasypowych i rodzimych, pozwolą na analizę możliwości skażenia, ze strony zanieczyszczonych warstw gruntów w obrębie nawarstwień kulturowych, wód gruntowych, w tym ocenę tendencji dalszych zmian składu chemicznego wód podziemnych w obrębie Starego Miasta, które w aspekcie agresywności wód podziemnych, należy traktować jako czynnik wpływający na niszczenie budowli.

Uwarunkowania wodno-gruntowe i ich wpływ na migracje zanieczyszczeń

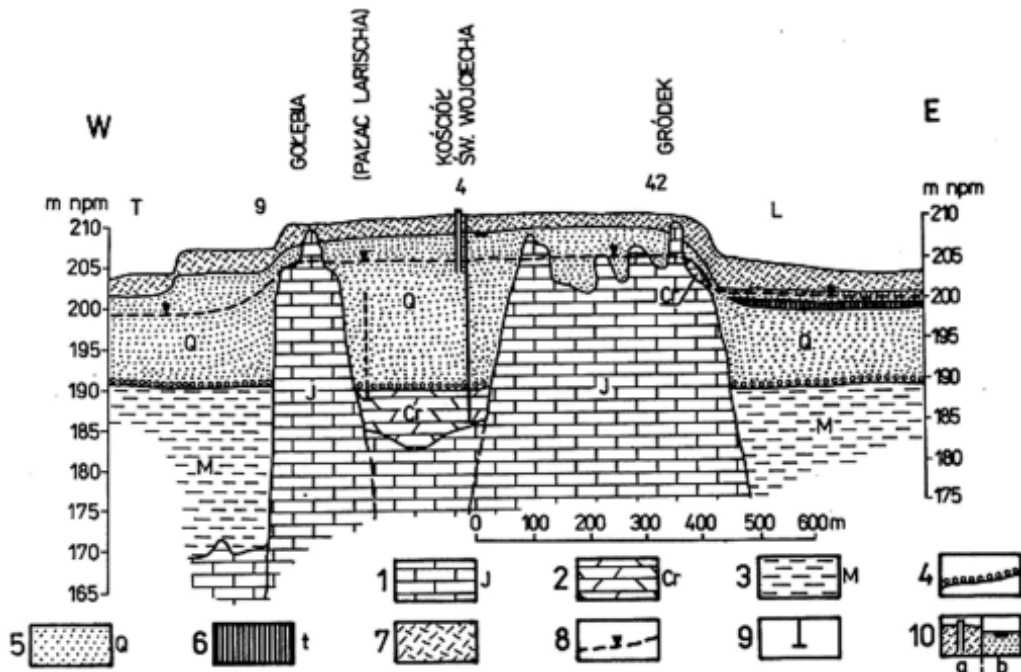
Już w pierwszych okresach prądziejowych człowiek produkował ścieki, choć na nieporównanie mniejszą skalę niż w średniowieczu i w czasach nowożytnych. Z osadnictwem, rozwijającym się najchętniej w pobliżu źródeł wody (lub cieków wodnych) i determinowanym jej obecnością, zawsze należy wiązać większe lub mniejsze oddziaływanie na geosferę, często powodujące zantropogenizowanie terenu oraz naturalnych warunków środowiskowych. Przykładowo obecność cieków, czy zbiorników wodnych, w przeszłości stanowiących podstawę rozwoju gospodarczego lokalnych osad, wymuszała często prowadzenie prac mających na celu osuszanie terenów. Działo się to wraz ze wzrostem zaludnienia oraz intensyfikacją działalności gospodarczej osady. Na zakłócenie naturalnych procesów hydrograficznych, a zwłaszcza na podnoszenie się poziomu wód gruntowych w rejonie miast i osad obronnych ogromny wpływ miały w przeszłości różnorodne budowle fortyfikacyjne. Zazwyczaj wały ziemne z podwalinami wykonanymi z nieprzepuszczalnych glin, a później także mury obronne z fundamentami zagłębionymi często 150-200 cm w podłoże, ograniczały i utrudniały odpływ wód opadowych z terenu osady. Duża ich część wraz ze ściekami wsiąkała bezpośrednio do poziomów użytkowych, nasypów niwelacyjnych oraz nawarstwień odpadkowych i stąd stopniowo przenikała najpierw do piaszczystego podłoża calcowego, a następnie do mokradeł oraz do fos miejskich znajdujących się wokół osad, a także do wód gruntowych i podziemnych. We wczesnym średniowieczu na terenie Krakowa znajdował się suchy rów (fosa) zlokalizowany po północnej stronie osady podgrodowej. Był on połączony z Bagnami Żabiego Kruka i Stawami św. Sebastiana, które znajdowały się po zachodniej i

wschodniej stronie tej osady. W późnym średniowieczu miasto lokacyjne było już w 2 połowie XIII w. otoczone fosą i wałem ziemnym. Od przełomu XIII i XIV stulecia, po poszerzeniu miasta w kierunku północnym, zbudowano wokół niego potężny mur obronny, na którego przedpolu znajdowała się najpierw jedna, potem dwie głębokie fosy wypełnione wodą. Napełniano je wodą doprowadzoną sztucznym korytem Rudawy-Młynówki z Mydlnik. Urządzenia wodne wzmacniały warowność miasta, zaś płynąca w nich woda napełniała również miejską sieć wodociągową. Znaczna część tej wody była również wykorzystywana do celów gospodarczych. Poruszała ona młyny wodne, które znajdowały się bezpośrednio nad brzegiem Młynówki w Bronowicach Małych i na przedmieściu Piasek. W czasie wojen szwedzkich w XVII w. średniowieczny system wodny został zniszczony i zdewastowany, zaś brak należytej opieki nad nim spowodował, że dotychczasowy ciek zamieniony został w ściek gromadzący wody opadowe i nieczystości spływające z okolicznych osad i z zabudowań nadrzecznych. Wkrótce płynąca w nim woda stała się źródłem i przyczyną licznych epidemii i chorób (Wierzbicki, 1999).

Trudno powiedzieć kiedy nasi przodkowie „dostrzegli” środowisko naturalne i zjawisko jego zagrożenia ze strony rozwijającej się populacji. Raczej nie dla ochrony wód podziemnych, z których pobierały wodę miejskie studnie, wykonywano na ulicach, placach i podwórzach bruki kamienne, zaopatrzone w rynsztoki, lecz w celu szybszego wyprowadzenia z miasta ścieków oraz zanieczyszczonych nimi wód opadowych. Tylko w obrębie najważniejszych ulic i traktów komunikacyjnych pojawiały się wówczas bruki kamienne oraz nawierzchnie utwardzone drobnymi kamieniami wapiennymi, żwirem i gruzem, stąd głównie nawarstwienia pochłaniały i odprowadzały do podłoża wody opadowe oraz znaczną część przesyconych roztworami odpadków, powstających w trakcie różnorodnych działań gospodarczych. Jak się wydaje, instalowanie różnorodnych budowli ówczesnej inżynierii wodno-kanalizacyjnej wynikało również z występowania nieodpowiednich warunków środowiskowych, naturalnych bądź zmienionych cywilizacyjnie, które zaczynały utrudniać lub uniemożliwiać sprawne funkcjonowanie lokalnej społeczności. Systemy wodno-kanalizacyjne budowano zarówno w celu doprowadzenia z dalszych rejonów czystej wody, niezbędnej do życia mieszkańców i do funkcjonowania rzemiosła, a także z konieczności odsunięcia niektórych zagrożeń ze strony wody i ścieków od osady, w kierunku terenów niezamieszkałych. Podejmowanymi działaniami reagowano jedynie na zmiany, które były wyczuwalne, czy zauważalne przez niekorzystne oddziaływanie na ówczesne warunki życia (Wierzbicki 1999), nie wydaje się prawdopodobnym, by już wówczas uświadamiano sobie, iż każde pokolenie i jego działalność pozostawiają po sobie tzw. odcisk w środowisku. Okresowo stropy cuchnących i zawilgoconych odpadkowych warstw organicznych były przysypywane czystym piaskiem, materiałem gruzowym, drobnymi kamieniami lub żwirem, co właśnie przez powtarzanie tego typu zabiegów (m.in. w rejonie Rynku Głównego) spowodowało wytworzenie się nasypów, osiagających niekiedy grubość ponad 5 m.

Uważa się, że do późnego średniowiecza pod krakowskim Starym Miastem niemal wszędzie występowało przepuszczalne podłoże piaszczyste. Najstarsze skały występujące pod Rynkiem Głównym to wapienie jurajskie, natomiast odsłaniany podczas prac archeologicznych calej jest reprezentowany przez jasne, głównie bezstrukturalne, wodne piaski rzeczne (rysunek).

Takie same lub bardzo podobne warstwy calcowe napotkano też podczas prac budowlanych i geologicznych w innych częściach miasta i jego przedmieść, np. na obszarze Klasztoru Reformatorów, przy Pl. Wszystkich Świętych, w rejonie ul. Krupniczej (przedmieście Pia-



Rysunek. Przekrój przez cokół śródmiejski: 1 – wapienie jury J, 2 – margle kredy Cr, 3 – iły miocenu M, 4 – spąg utworów wodonośnych poziomu czwartorzędowego, 5 – piaski i żwiry Q, 6 – torfy, 7 – nasypy, 8 – zwierciadło wód podziemnych, 9 – wiercenia, 10a – studnie w Rynku Głównym 4, 14, 17, 10b – dawna studzienka z wodą słoną (Sawiczewski, 1845; vide Kleczkowski, 2003)

Figure. Cross-section of city centre socle: 1 – Jurassic limestone J, 2 – Cretaceous marl Cr; 3 – Miocene clay M; 4 – floor of water carrying formations of the quaternary level; 5 – sand and gravel Q; 6 – peat, 7 – loose ground; 8 – underground water level; 9 – drillings; 10a – wells in Main Market Square 4, 14, 17; 10b – ancient well with saline water (Sawiczewski, 1845; vide Kleczkowski 2003)

sek), jak również w pobliżu Dworca Głównego (przedmieście Wesoła). We wspomnianych piaskach, zawierających niekiedy wkładki żwirowe o zmiennej grubości, występują przeważnie niewielkie, kilkunastocentymetrowej grubości, horyzonty orsztynowe. W materiale żwirowym natrafia się też na okruchy wapieni, krzemienie jurajskie, a sporadycznie również na drobne okruchy skał skandynawskich. Wiek piasków można szacować na schyłek plejstocenu – początek holocenu. Na tym calcu pojawiła się pierwsza warstwa piasków zawierających niewielką ilość szarej substancji organicznej. Jej miąższość wynosi od 20 do ok. 100 cm. Występująca w niej domieszka organiczna ma prawdopodobnie charakter gleby inicjalnej. Powyżej pojawia się pierwsza, dosyć gruba, niemal czarna warstwa organiczna z późnego średniowiecza, w obrębie której napotkać można zmiennej, choć niewielkiej grubości (20–30 cm) laminowane przewarstwienia materiału piaszczystego. Jest to materiał nasypany w celu niwelacji i odświeżania powierzchni Rynku. Uważany jest on za piasek wiślany nawieziony z obszaru znajdującego się poza Rynkiem.

Nadległa nad nią jest cienka ławica czystych, żółtych bezstrukturalnych piasków. Ich grubość wynosi od 20 do 35 cm. Są to piaski rzeczne, także nawiezione, a struktury sedymentacyjne znajdujące się w samym stropie osadu, sugerują ich rozmycie wodami opado-

wymi. Kolejna warstwa, to czarny, masywny utwór – made ground, o dużej zawartości substancji organicznej, w obrębie którego napotyka się przewarstwienia gruzu kamienno-ceglanego, a także szczątki kości, fragmenty tynków i innych elementów powiązanych z budownictwem i działalnością człowieka. Warstwę tą przecinają młodsze mury różnorodnych obiektów architektonicznych, sięgające fundamentami do najstarszych odsłoniętych w wyniku badań archeologicznych żółtych piasków. Miejscami, opisywana warstwa organiczna jest rozdzielona wkładkami piaszczystymi, zbudowanymi z żółtego przemieszanego piasku. Dowodzi to prowadzenia prac ziemnych, podczas których przebijano się do wspomnianych złóż najstarszych piasków. Utwory te wykopywano i wykorzystywano do osuszania terenu poprzez wysypywanie ich na masywną warstwę organiczną. W tym okresie prowadzono zatem intensywną działalność budowlaną, wykonywano wykopy pod obiekty architektoniczne, kopano różnorodne doły odpadowe i jamy gospodarcze. Za ich pośrednictwem mogło dochodzić do spływów powierzchniowych i wzmożonej migracji w głąb wód opadowych wraz z zanieczyszczeniami. Najmłodsze w badanych profilach geologicznych są, zachowane w różnym stanie, utwory powiązane z fundamentami współczesnych budowli architektonicznych (Kluj i in., 2006).

Na przełomie XIII i XIV w. już cały Kraków był otoczony fortyfikacjami obronnymi, przy czym wokół dawnego podgrodzia nadal funkcjonował wał ziemny, natomiast miasto lokacyjne umocnione było potężnym murem kamiennym. Pod koniec XIV stulecia mury miejskie Krakowa (miasta lokacyjnego i Okołu) miały około 3 km długości, ich wysokość dochodziła do 10 m, a grubość do 2,4 m. Na ich przedpolu znajdowały się wały ziemne oraz dwie fosy o szerokości kilkunastu metrów każda i głębokości dochodzącej nawet do 8 m (Niewalda i in., 2001). Odwadnianie mogło dokonywać się tylko poprzez bramy usytuowane w wale obronnym, a zapewne także dzięki specjalnie przygotowanym kanałom i przepustom w podwalinach wału.

Fosy miejskie były zasilane wodami z Rudawy, które doprowadzono sztucznie wykopanym korytem o długości kilkunastu kilometrów. Wpadały one do fortyfikacji po północno-zachodniej stronie miasta, za obecnym klasztorem Reformatów. Do fosy spływały także niewielkie ciekły o charakterze okresowym, prowadzące wody pochodzące z roztopów i opadów. W miejscach obniżonych, gdzie w sposób naturalny występowały bagna, starorzecza, bądź stawy, regularnych fos prawdopodobnie nie wykonywano. Dostęp do murów dostatecznie uniemożliwiały tereny podmokłe rozciągające się po stronie zachodniej od Wawelu do bramy Wiślniej (tzw. bagna Żabikruk), zaś po wschodniej stronie od bramy Nowej do bramy Grodzkiej (stawy św. Sebastiana). Tereny podmokłe (bagienne ?) znajdowały się też w rejonie wylotu dzisiejszej ul. św. Anny oraz na terenie pl. Na Groblach. Rynsztoki, będące w rzeczywistości kamiennymi korytkami, zbierały wodę opadową i wyprowadzały ją (m.in. przez bramy miejskie i przepusty w murach obronnych) do fos i wód powierzchniowych poza miastem.

W czasie większych i długotrwałych opadów deszczu doły chłonne bardzo szybko się zapełniały, a z „prywet” wylewały się nieczystości spływając bardzo często do piwnic sąsiadów, co stawało się powodem licznych sąsiedzkich procesów sądowych. Doprowadziło to również do wydania nakazów czyszczenia i opróżniania szamb (Bak-Koczarska, 1999). Przytoczone opisy warunków wodno-gruntowych i funkcjonowania społeczności i miasta w różnych etapach jego dziejów skłaniają do stwierdzeń, że tak skomplikowany organizm miejski, z obecnością wielu różnie intensywnych ognisk zanieczyszczeń, z poziomami przepuszczalnymi przewarstwowanymi uszczelnieniami w postaci chłonnych warstw organiczno-gli-

niastych, poprzecinanych miejscami nakładającymi się na siebie konstrukcjami budowlanymi, z wieloma miejscami gromadzenia odpadków i ekskrementów, z naturalnie występującymi wyniesieniami i mocno zawadzionymi zagłębieniami, musiał doprowadzić w różnym stopniu do skażenia elementów lito- i hydrosfery miasta. Geneza stratygrafii, składu mineralnego i chemicznego nawarstwień, ocena właściwości sorpcyjnych i przepuszczalności gruntów oraz jakości wód podziemnych, ustalone na podstawie badań laboratoryjnych i doniesień literaturowych, skorelowane z wiedzą i analizami archeologów i historyków powinny rozjaśnić zapis mrocznych, trudno dostępnych podziemi Krakowa.

Literatura

- Bąk-Koczarska C., 1999: Mieszkańcy Pałacu „pod Krzysztoforą” w Krakowie. Właściciele i lokatorzy od XIV do XX wieku, Kraków, 266 s.
- Bieniek A., Wacnik A., Tomczyńska Z., 2006: Rośliny z późnośredniowiecznych warstw archeologicznych na Rynku Głównym w Krakowie. Raport z badań prowadzonych w 2004 roku, *Materiały Archeologiczne* XXXVI, s. 201-219.
- Dąbrowski J., 1957: Studia nad rozwojem miasta, red. J. Dąbrowski, Kraków.
- Dz.U.2000.86.958 (U), Zmiana ustawy o autostradach płatnych oraz zmiana innych ustaw.
- Dz.U.2003.162.1568 (U) Ochrona zabytków i opieka nad zabytkami.
- Dz.U.2006.129.902 (U) Prawo ochrony środowiska.
- Jamka R., 1963: Kraków w pradziejach, *Biblioteka Archeologiczna* t. 16, Kraków.
- Katalog 2006: Kraków w chrześcijańskiej Europie X–XIII wieku. Katalog wystawy, Kraków.
- Katalog 2007: Kraków. Europejskie miasto prawa magdeburskiego. Katalog wystawy, Kraków.
- Kleczkowski A.S., 2003: Kształtowanie chemizmu czwartorzędowych wód podziemnych Krakowa 1870-2002; Tendencje dalszych zmian, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków, 131 s.
- Kluj M., Pawlikowski M., Zaitz E., 2006: Badania mineralogiczne osadów antropogenicznych oraz wybranych materiałów budowlanych odkrytych pod płytą Rynku Głównego w Krakowie, *Materiały Archeologiczne* XXXVI, s. 189-200.
- Komornicki T., 1974: Gleby terytorium miasta Krakowa, [W:] Kraków, środowisko geograficzne, *Folia Geographica*, series Geografia-Physica, Vol. VIII, Warszawa, Kraków.
- Lukacz M., Zaitz E., 2006: Wyniki badań archeologicznych i architektonicznych prowadzonych na Rynku Głównym w Krakowie w 2004 r., [W:] Inżynierskie problemy odnowy staromiejskich zespołów zabytkowych, VII Konferencja Naukowo-Techniczna, Kraków, 31 maja – 2 czerwca 2006, Kraków, t. II, s. 97-116.
- Niewalda W., Rojowska H., Zaitz E., 2001: Średniowieczne fortyfikacje Krakowa - odcinek północny w świetle ostatnich badań, *Krakowska Teka Konserwatorska*, T. 2, Urząd Miasta Krakowa, Wydział Architektury, Geodezji i Budownictwa – Oddział Ochrony Zabytków: Zebra, Kraków, 63 s.
- Radwański K., 1972: Stosunki wodne wczesnośredniowiecznego Okołu w Krakowie, ich wpływ na topografię osadnictwa, próby powiązania tych zjawisk ze zmianami klimatycznymi, *Materiały Archeologiczne* t. 13, Kraków, s. 5-37.
- Radwański K., 1975: Kraków przedlokacyjny, rozwój przestrzenny, Kraków, 274 s.
- Radwański K., 1996: 40 lat istnienia archeologicznej służby konserwatorskiej oraz 40 lat badań archeologicznych w Krakowie, *Materiały Archeologiczne* XXVIII, Kraków, s. 5-36.
- Renfrew C., Bahn B., 2002: Archeologia, teorie, metody, praktyka. Warszawa.
- Wardas M., Pawlikowski M., Zaitz E., 2006: Zanieczyszczenie metalami gruntów infrastruktury podziemnej Rynku w Krakowie przyczyną skażenia historycznych osadów wodno-kanalizacyjnych, VII Konferencja Naukowo-Techniczna, Inżynierskie problemy odnowy staromiejskich zespołów zabytkowych, Kraków, 31 maja – 2 czerwca 2006, Kraków, s. 177-188.
- Wardas M., Pawlikowski M., Zaitz E., 2007: Systemy średniowiecznej kanalizacji Krakowa jako ochrona przed antropogeniczną modyfikacją środowiska, [W:] Zapis działalności człowieka w środowisku przyrodniczym, s. 136-146.

- Wierzbicki R., 1999: Wodociągi Krakowa do roku 1939, Kraków, 240 s.
- Zaitz E., 2001: Kraków u progu drugiego tysiąclecia, Dzieje Podkarpacia t. 5, Krosno, s. 109-160.
- Zaitz E., 2001: Początki badań archeologicznych na terenie Krakowa, Materiały Archeologiczne XXXII.
- Zaitz E., 2004: Sprawozdania z badań sondażowych prowadzonych na Rynku Głównym w Krakowie w 2003 roku, [W:] VI Konferencja Naukowo-Techniczna „REW-INŻ. 2004”. Inżynierskie problemy odnowy staromiejskich zespołów zabytkowych T. I, Kraków, s. 263-296.
- Zaitz E., 2006: Osadnictwo wczesnośredniowieczne na terenie Krakowa, [W:] Kraków w chrześcijańskiej Europie X–XIII w. Katalog wystawy, Kraków, s. 220-272.
- Zaitz E., 2006: Sprawozdanie z badań archeologicznych prowadzonych w Krakowie w 2004 roku przy przebudowie nawierzchni płyty Rynku Głównego po zachodniej stronie Sukiennic, Materiały Archeologiczne XXXVI, s. 79-142.
- Żaki A., 1965: Początki Krakowa, Kraków.
- Żaki A., 1974: Archeologia Małopolski wczesnośredniowiecznej, Wrocław, 654 s.

Summary

The paper presents a cross-section of archaeological and geochemical issues of underground Cracow, extending the knowledge of the Cracow cultural heritage. The data were acquired, among others, within the framework of the recently completed project: “Research and assessment of the composition of bottom sediments from sewerage systems, as a factor of environmental pollution and functioning of municipal sewerage-system of the Cracow City Agglomeration”. At present, further study within the area of functioning levels is assured by financial recommendation for the project titled: “Identification of historic layers and underground infrastructure of Cracow and Kazimierz Cities and their suburbs” in reference to the renovation of relics of the past, and to the 750 anniversary of Cracow City foundation. Investigations, within the area of Old Town, are mainly conducted during building renovations and modernisation of sewerage-system installations. The identification of historical layers and underground infrastructure is based on historical and archaeological characteristics of sampling area as well as materials, organic and inorganic relics deposited at various archaeological layers, culture objects excavated in the area of Okół settlement, in the Old Town Cracow founded in 1257, and Kazimierz. On specially important sites, respecting the origin of sequential layers, a dozen or so research drillings (of core- and small diameter) are planned, to the maximal depth of 6 m below surface level. Those drillings, together with available expositions and drillings to the Tertiary layers, will enable the elaboration of engineering-geology cross-sections, and consequently, to get characteristics of grounds underlying the area under investigation.

The geomorphological and paleogeomorphological analyses of the studied area are based on field observations conducted both on the surface and in the building and archaeological excavations as well as on the studies of drilling and geophysical profiles. This research covers structural and textural investigations of sediments in excavations, absolute age determination of detritus and organic sediments, and palinological study of organic sediments coming from fragments of fill soil/made ground. On the basis of the results, maps, geomorphological profiles and geological cross-sections are to be made.

Physical-chemical properties, grain-size and chemical composition of sediments/soils/grounds are determined to evaluate their geochemical changes, speciation of occurring admixtures and contaminants and to analyze organic matter and consequently, to assess their threat to the surface water of Old Town Cracow. The phase and mineral composition analysis of the grounds comprises fragments of construction elements of buildings within underground infrastructure and is conducted with the aim to estimate the extent, intensity and reasons of corrosion and damages of foundations.

For the sampling sites and their nearest surrounding, the conditions of functioning of water-sewerage systems will be defined by subordination of a certain locality to appropriate, so called, sewage critical basin. Additionally, some forecasts of possible flood events concerning cellars or buildings as well as conditions to be fulfilled to prevent or to limit the damages will be presented. The functioning of block

sewers in the past will be assessed, with determination of their course, and identification of ground water supply to the sewers and sewerage system elements as well as infiltration of untreated sludge to the ground. Also, evaluation of technical conditions of sewers, and e ground conditions of the sink-basin of those sewers will be done, taking onto account the adjustment of sewer installation technology to the water-ground conditions occurring in the area of building investments or connected with city renovation. The above mentioned data, supplemented with investigation and evaluation of the leaching process of various constituents from both natural and fill soils/made grounds, will enable the authors to analyze the possibility of ground-water pollution by contaminated anthropogenic layers, and to assess tendency to the further changes of chemical composition of underground-waters within Old Town Cracow. The aggressive character of underground-waters should be treated as a factor effecting damages of building.

dr inż. Marta Wardas
mw@geol.agh.edu.pl

prof. dr hab. inż. Maciej Pawlikowski
mpawlik@uci.agh.edu.pl

mgr Emil Zaitz
Emil.Zaitz@ma.krakow.pl