Marta Wardas-Lasoń[1], Mikołaj Łyskowski, Ewelina Mazurkiewcz

Analiza historyczno-środowiskowych przyczyn i skutków występowania zanieczyszczenia związkami ołowiu i miedzi w otoczeniu ruin kościoła św. Szczepana w podłożu placu Szczepańskiego

Przekształcenia w rejonie kościoła św. Szczepana, obiekty oraz cel ich badania

1 czerwca 2010 roku odbył się swoisty „pogrzeb po 1000 latach" i dotyczył szczątków około 270 osób z XI-wiecznych wczesnochrześcijańskich cmentarzy, które odsłonięto podczas wykopalisk prowadzonych na Rynku Głównym i placu Szczepańskim w Krakowie. W 130 niedużych skrzynkach-trumienkach z drewna dębowego złożono kości zmarłych, których groby odkryto na Rynku, a w 50 – szczątki krakowian z placu Szczepańskiego. Miejscem ich ostatecznego spoczynku uczyniono dwie krypty kościoła Mariackiego.

Plac Szczepański, podobnie jak plac Wszystkich Świętych czy Marii Magdaleny, zafunkcjonował w przestrzeni Krakowa w wyniku akcji wyburzeniowych z czasów zaboru austriackiego (1795–1807), dotyczących szczególnie obiektów sakralnych. Zostały one zainicjowane na początku lat osiemdziesiątych XVIII wieku przez ówczesnego prymasa Polski arcybiskupa Michała Poniatowskiego i trwały przeszło pół wieku[2]. Decyzja o zakazie chowania zmarłych w obrębie murów miejskich w Krakowie zaczęła obowiązywać od 20 marca 1795 roku[3] na mocy dekretu cesarza Józefa II z 23 sierpnia 1784 roku, który powoływał się na rosnące zagrożenie sanitarne ze strony przepełnionych cmentarzy.

W obrębie ruin kościoła św. Szczepana, gdzie badania archeologiczne miały charakter wybitnie sondażowy, natrafiono na fragmenty kości ludzkich. Tu jednak, inaczej niż na Rynku czy w wykopie pod fontannę na placu Szczepańskim, nie było warunków do ich ekshumacji. Materiały kostne niekompletne, o całkowicie zakłóconych układach anatomicznych, wykazywały ślady wcześniejszych ingerencji inwestorów w rejonie przykościelnego cmentarza i murów budowli, a prace związane z ostatnią rewitalizacją placu niestety ponownie naruszyły obiekty, nawarstwienia i pochówki.

Podczas prowadzonych tu badań archeologicznych[4] w latach sześćdziesiątych XX wieku stwierdzono, że fundamenty prezbiterium i tęczy kościoła gotyckiego cięły, a nawet stały na najniższych poziomach z pochówkami cmentarza przedlokacyjnego. We wnętrzu i na zewnątrz natrafiono na „liczne nawarstwiające się groby cmentarza przykościelnego", co nie powinno dziwić, gdyż w tamtych czasach „groby lokalizowane chaotycznie, miały najczęściej charakter mogił zbiorowych, po ich wypełnieniu szkielety usuwano, robiąc miejsce dla nowych pochówków[5]. Do pochówków w kościele przysługiwało prawo hierarchom kościelnym, plebanów chowano w kryptach lub wprost w ziemi pod posadzką ich kościołów parafialnych. O funkcjach sepulkralnych kościołów świadczyły napisy na tablicach nagrobnych, które z czasem ulegały zatarciu. Chowanie osób świeckich wewnątrz kościoła należało do rzadkości, nie byli pod tym względem uprzywilejowani nawet członkowie bractw czy cechów, ani w związku z przynależnością do kościelnych wspólnot terytorialnych, ani z racji pełnienia w XV–XVI-wiecznym Krakowie funkcji „zakładów pogrzebowych". Statut gnieźnieński z 1408 roku wprowadził zakaz pochówków wewnątrz świątyń, co „motywuje deformacją posadzek i zatruwaniem, zwłaszcza latem, powietrza przez odór rozkładających się zwłok"[6].

Zaprezentowane w artykule wyniki badań z obszaru kościoła św. Szczepana nie dotyczą nienaruszonych grobów, ale odsłoniętego zasypu ziemno-gruzowego. Badano zarówno nawarstwienia, w obrębie których tkwiły kości ludzkie, jak i sam materiał wyeksplorowany z ich wnętrza, po uprzednim dokładnym oczyszczeniu z cząstek ziemi.

[1] Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Centrum Badań Nawarstwień Historycznych (wszyscy autorzy).

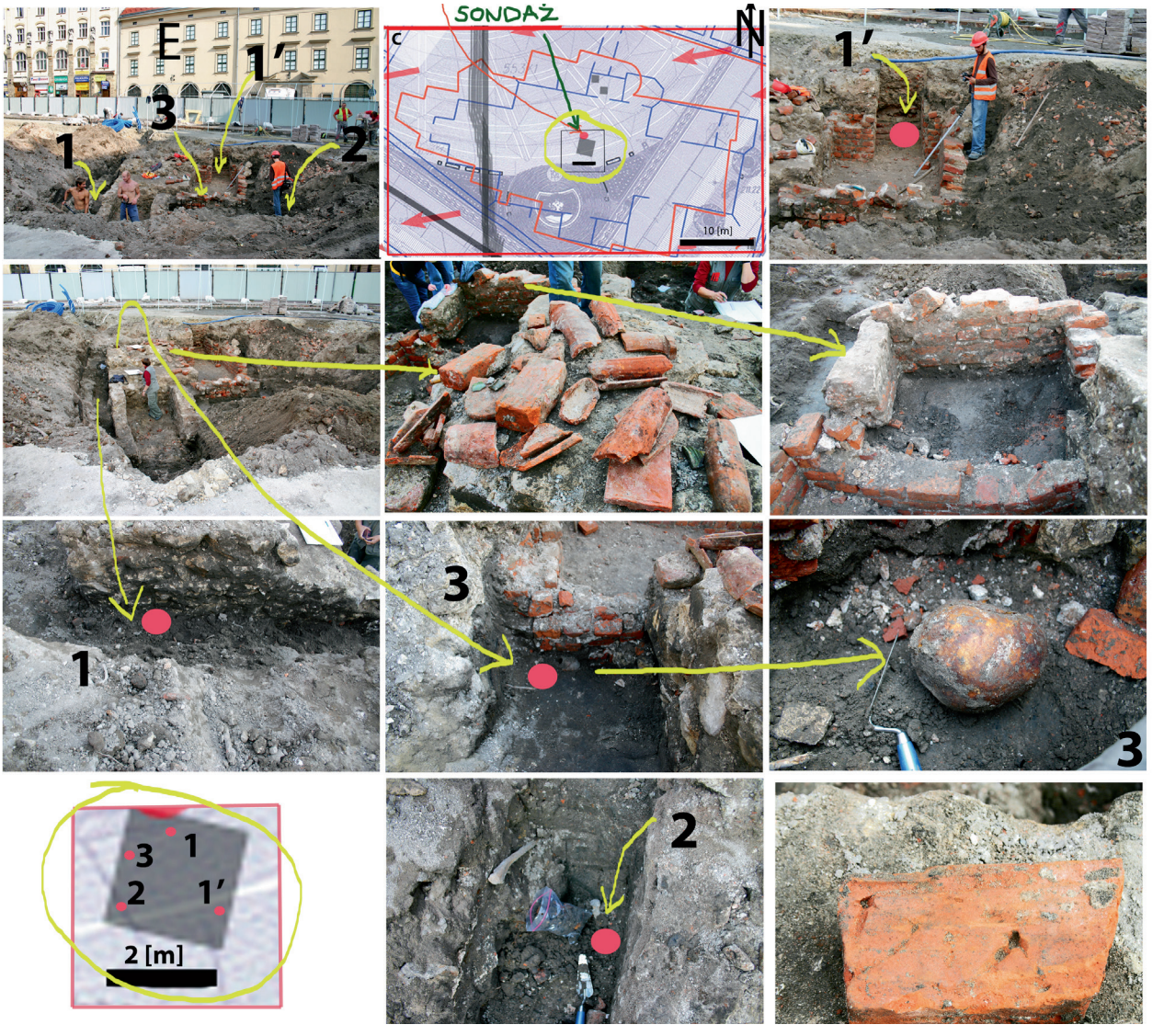
[2] Ziejka F.: *Ocalić dla potomnych narodowe pamiątki… O społecznym ruchu odnowy zabytków w Krakowie w XIX wieku*. „Czasopismo Techniczne. B. Budownictwo" 2008, 2-B, z. 9, s. 371–372.

[3] Hodor K.: *Założenia cmentarne w krajobrazach Krakowa*. „Czasopismo Techniczne. A. Architektura" 2012, 2-A, z. 7, s. 282.

[4] Radwański K.: *Kraków przedlokacyjny. Rozwój przestrzenny*. Kraków 1975, s. 214–214.

[5] Komorowski W.: Ulica, plac i cmentarz w publicznej przestrzeni miasta na przykładzie Krakowa staropolskiego. W: *Ulica, plac i cmentarz w publicznej przestrzeni średniowiecznego i wczesnonowożytnego miasta Europy Środkowej*. Red. S. Krabath, J. Piekalski, K. Wachowski. Wratislavia Antiqua, t. 13. Wrocław 2011, s. 38.

[6] Zaremska H.: *Żywi wobec zmarłych. Brackie i cechowe pogrzeby w Krakowie w XIV w. – pierwszej połowie XVI w.* „Kwartalnik Historyczny" 1974, t. 81, z. 3, s. 733, 742.



Ryc. 1. Miejsca pobrania próbek środowiskowych z rejonu ruin kościoła św. Szczepana na placu Szczepańskim i ich stan, oprac. Marta Wardas-Lasoń

Połamane fragmenty kości wystające z naruszonych warstw były zasklepione ziemią na tyle mocno, że można założyć, że materiał z ich wnętrza nie był próbką zanieczyszczoną w sposób przypadkowy.

W ramach archeologicznych prac w granicach kościoła św. Szczepana (ryc. 1) nie były planowane jakiekolwiek badania specjalistyczne poza opisem odsłoniętych obiektów. By „ofiara" naszych przodków, których kości w sposób bezładny zalegają w tym miejscu w efekcie nieokreślonych działań z przeszłości, nie poszła na marne, w dwóch miejscach ruin pobrano próbki ziemi, tj. w części zabudowy gotyckiej oraz w obrębie elementów wskazujących na styl barokowy. Pozostałe próbki reprezentowały zmineralizowane fazy obecne we wnętrzu elementów szkieletów, pobierane w powyżej opisanych fragmentach ruin, a także w obrębie później dobudowanych do kościoła św. Szczepana obiektów.

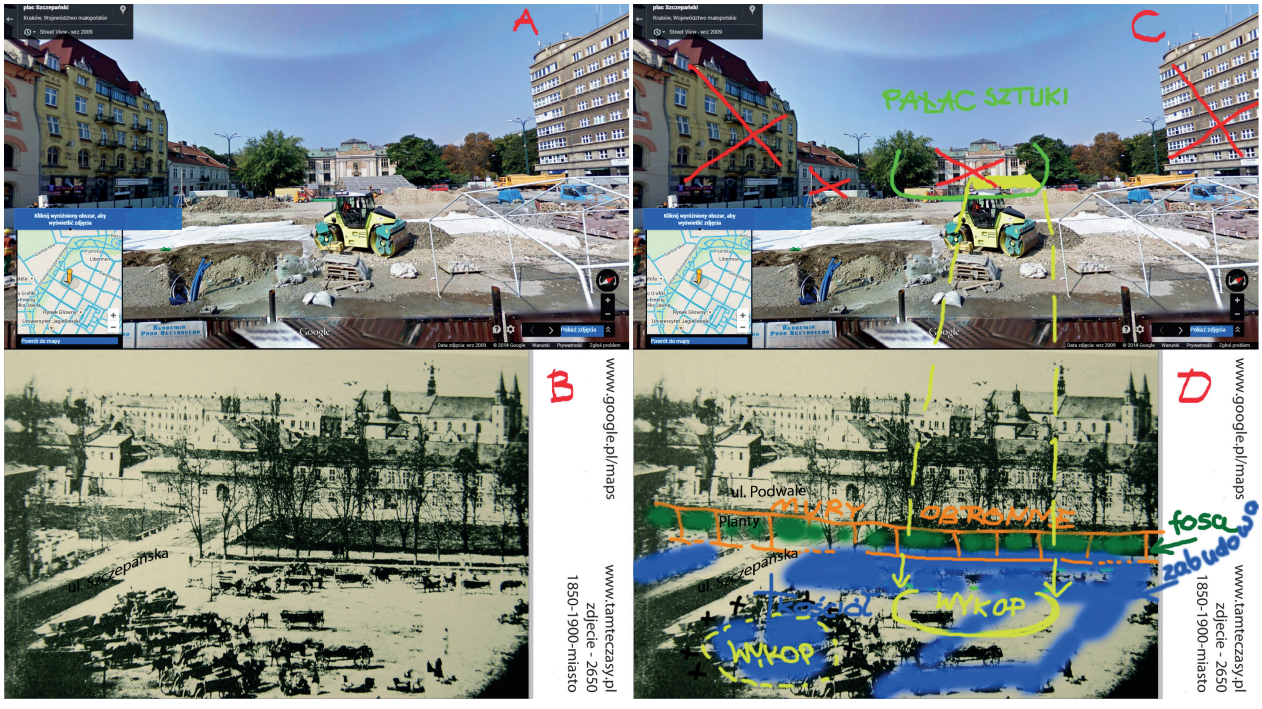
Nadanie próbkom tej przybliżonej metryki było możliwe w wyniku zgrubnej charakterystyki przez architektów elementów gruzowiska i lokalizacji względem obrysu budowli kościoła, a także na podstawie kontekstu archeologicznego w miejscu znalezienia. W taki sposób próbowano wpisać je w chronologię dziejów kościoła. Na planie usytuowania sondażu schematycznie zaznaczono miejsca pobrania próbek wziętych do badań geochemicznych. Ich celem było określenie, czy w tym rejonie występują podwyższone koncentracje zanieczyszczeń, jaka jest ich geneza oraz czy zjawisko skażenia ołowiem i miedzią dotyczyło ludzi.

Wykonano pomiary odczynu (pH), przewodności PEW i potencjału Eh, wilgotności oraz udziału substancji organicznej, a także opis makroskopowy gruntów i ich rodzaju. Warto pamiętać, że w podłożu placu Szczepańskiego, w wykopie pod fontannę, metale, zwłaszcza ołów, wykazały koncentracje anomalne[7] w najstarszych warstwach najgłębiej leżących, datowanych[8] na początek XIII wieku.

Wyniki badań dotyczące materiału osteologicznego z uwagi na niezidentyfikowane przyczyny jego umiejsco-

[7] Wardas-Lasoń M., Dubis E., Majchrzak Ł., Dąbrowski B., Tabaszewski W., Sokołowski T., Sowina U.: *Analiza geochemiczna elementów podłoża placu Szczepańskiego*, w niniejszym tomie.

[8] Dubis E.: *Stratygrafia placu Szczepańskiego* oraz *Cmentarzysko wczesnośredniowieczne na placu Szczepańskim*, w niniejszym tomie.



Ryc. 2. Obraz placu Szczepańskiego w trakcie trwającej od lutego do grudnia 2009 r. przebudowy (A); za: www.google.pl/maps, porównany do widoku z okresu 1850–1900 (B); za: www.tamteczasy.pl [online] [dostęp: 15 grudnia 2015 r.] oraz Nieistniejące kościoły Krakowa. Kościół św. Szczepana (jezuitów) *[online] 2000–2016 Grzegorz Bednarczyk [dostęp: 15 grudnia 2015 r.]. Dostępny w internecie: http://www.jazon.krakow.pl/koscioly/index.php?name=szczepana&menu=sm. Zaznaczono obiekty, których w XIX w. jeszcze nie było (C), a także te, których już nie było (D), oprac. Marta Wardas-Lasoń*

wienia należy traktować jako orientacyjne, podobnie próbki ziemi, gdyż nie ma pewności, czy związane są z pierwotną lokalizacją. Żeby uniknąć pobrania materiałów zanieczyszczonych współcześnie, powierzchnię oczyszczano i metodą wciskania głęboko końcówki świdra w odsłoniętą warstwę pobierano próbkę ziemi, a także materiał z wnętrza co najmniej pięciu kości (por. ryc. 1, 2) znajdujących się w pobliżu miejsc opróbowania. Pobrano także materiał obecny we wnętrzu czaszki (por. ryc. 1–3).

Podwyższone koncentracje substancji lub pierwiastków w komponentach środowiska zawsze stanowią dowód antropopresji bądź świadczą o obecności okruszcowania lub występowania w podłożu złóż surowców. Gdy zawartość w próbkach środowiskowych oraz zasięg przestrzenny anomalii geochemicznej jest znaczny, a datowanie wskazuje na wieloletnie oddziaływania człowieka, zjawisko to nosi nazwę zanieczyszczenia cywilizacyjnego. Dla oceny potencjalnych dróg dostaw metali oraz mechanizmów przenikania i kumulowania zanieczyszczeń przeanalizowano uwarunkowania środowiskowe lokalizacji kościoła i prześledzono jego historię, a także położenie względem głównego czynnika sprawczego, za jaki uznano Wagę Wielką na Rynku, oraz okres, z którym oddziaływanie można byłoby wiązać.

Niegdyś sferę szeroko pojętej działalności umysłu człowieka definiowano jako noosferę. Obecnie określana jest mianem technosfery, czyli obszaru przekształconego w wyniku przeprowadzanych w jego obrębie różnorodnych metod przeróbki i obróbki materiałów lub wskutek sposobów, środków i czynności związanych z wytwarzaniem dóbr materialnych[9]. W pewnym sensie rewitalizacja placu Szczepańskiego, zamieniająca go w „secesyjny salon Krakowa" jest kolejną formą antropopresji, która przez lifting miejskiej tkanki usuwa inne, a pozostawia swoje *environmental footprints* – ślady w środowisku w naziemnej i podziemnej infrastrukturze (ryc. 2). Na rycinie 2A pokazano obecną fazę zmiany zagospodarowania przestrzennego.

Inne funkcje spełniał plac po likwidacji przykościelnego cmentarza i rozebraniu na początku XIX wieku dwóch kościołów: parafialnego św. Szczepana i małego, w zasadzie kaplicy św. św. Mateusza i Macieja. Przez jakiś czas plac stał pusty, a elementy budowli były rozgrabiane i wykorzystywane wtórnie jako materiały budowlane, nawet pochodzące z fundamentów. Źródła historyczne często odnotowują doniesienie, że „o niedostatecznej produkcji cegły świadczy też często spotykane w średniowieczu wyzyskiwanie rozbiórkowych materiałów budowlanych"[10]. Ten okres zapewne mógł sprzyjać wypłukiwaniu znacznych ilości łatwo wynoszonych drobnych frakcji ziarnowych, a rozluźniona struktura uzyskała polepszenie właściwości retencyjnych. Stała się podatna na infiltrację zanieczyszczeń do wód podziemnych przez płytko występujące ruiny zabudowań, nawarstwienia archeologiczne i pochówki.

Zanim budowle rozebrano, wojsko austriackie zdążyło jeszcze zaadaptować na koszary kolegium jezuickie (na cztery lata, począwszy od 1797 roku). Z tego okresu zapewne

[9] Ledwoń K.: *Ekologiczne podstawy kształtowania technosfery*. Warszawa–Wrocław 1998, s. 1–156.

[10] Wyrobisz A.: *Budownictwo murowane w Małopolsce w XIV i XV wieku*. Studia z Dziejów Rzemiosła i Przemysłu, t. 3. Wrocław 1963, s. 77.



Ryc. 3. Miejsca pobrania próbek środowiskowych z rejonu ruin kościoła św. Szczepana na placu Szczepańskim, fot. Marta Wardas-Lasoń

pochodzi zbiornik na wodę, w którym podczas wykopalisk stwierdzono dość jednorodny zasyp ziemno-gruzowy. W roku 1811 nazwano tę przestrzeń oficjalnie placem, przez jakiś czas placem Gwardii Narodowej. W 1818 roku jego powierzchnię ponownie równano, gdyż wytyczono aleje w związku z koncepcją urządzenia tu parku. Nasadzone drzewa nie przyjęły się mimo intensywnego podlewania, prawdopodobnie obecność w podłożu na niewielkiej głębokości elementów zabudowy murowanej działała jak dren i stosunkowo szybko dochodziło do przesuszenia gruntów, skutkiem czego rekultywacja się nie powiodła. Z tego względu od roku 1822 wybrukowano go i urządzono na nim plac targowy (por. ryc. 2B), który istniał jeszcze po zakończeniu II wojny światowej[11]. Po obu stronach placu wybudowane

[11] Adamczewski J.: *Kraków od A do Z*. Wyd. 2. Kraków 1986, s. 128–129.

zostały nowe obiekty, w tym Pałac Sztuki (por. ryc. 2C), a targowisko zastąpiono parkingiem.

W wkopie przy studni austriackiej (ryc. 3) można było prześledzić układ i cechy charakterystyczne kolejnych, historycznych warstw geotechnicznych w obrębie samego placu.

Pojawiały się w nich prawie półtorametrowej miąższości grunty nasypowe w postaci gruzowych warstw niwelacyjnych o zróżnicowanym wykształceniu. Powierzchnia placu wybrukowana była kostką położoną na zaprawie cementowej, z widocznymi kolejnymi poziomami konstrukcyjnymi, utworzonymi przez (od góry) nasypy gruzowe z piaskiem szarobeżowym, ziemno-gruzowe brunatnoszare, wyklinowujące się z rumoszem ceglano-wapiennym beżowoszarym i wapiennym szarym, pod którymi ostatnią widoczną w tym odsłonięciu warstwę stanowiły brunatne utwory piaszczysto-ziemne z detrytusem organicznym.

W roku 2008 wykonana została w rejonie Pałacu Sztuki sonda archeologiczna (ryc. 4), w związku z rozeznawaniem możliwości wykonania dodatkowego wejścia, rampy dla niepełnosprawnych, co równocześnie miało stanowić jego powiązanie z placem.

W sondzie w około dwumetrowej warstwie gruntów fazy antropogeniczne składały się z ceramiki z okresu od XVI do drugiej połowy XX wieku, starych dachówek, kości zwierzęcych, fragmentów cegieł palcowanych i mechanicznych oraz kafli XVIII–XX-wiecznych i XX-wiecznego szkła. Na głębokości 70 cm p.p.t. pojawiły się stare, wapienne kamienie brukowe[12]. Nawarstwienia składały się od stropu z tłucznia wapiennego (10–25 cm), w części wschodniej zalegającego na 15-centymetrowej warstwie żółtych piasków rzecznych, a w części zachodniej bezpośrednio na zasypiskowych utwardzonych warstwach. Pod nasypami obecny był 40-centymetrowy pokład ciemnego, zbitego, twardoplastycznego gruntu drobnoziarnistego, zawierającego materię organiczną i okruchy cegieł, przedzielony mierzwą (10 cm) i kontynuujący się w niżej leżącej 10-centymetrowej warstwie. W dalszej kolejności poziom wyrównawczy terenu tworzy warstwa żółtego piasku (ok. 15–20 cm), którym przysypano czarną, tłustą ziemię ze znaczną domieszką węgli drzewnych, nadpalonych fragmentów drewna i drobnym gruzem ceglanym. Na głębokości 275 cm w narożniku północno-wschodnim na ścianach sondy pojawiała się siwożółta, tłusta, jednorodna, wyklinowująca się glina, a w zachodniej części zwarta mierzwa barwy ciemnobrązowej (do poziomu 370 cm), pod którą na warstwie calcowej zalegały piaski próchniczne (pierwotny humus). Profil geotechniczny prześledzono głównie w celu oszacowania, w jakim stopniu utwory nadległe izolują badane nawarstwienia od napływu współczesnych zanieczyszczeń. Wiadomo bowiem, że metale ciężkie w środowisku Krakowa stanowią istotny problem także obecnie. Przykładowo, gleby w parkach Krakowskim i Jordana pod względem zawartości ołowiu nie spełniają standardów jakości gleb według Ministra Środowiska[13]. Także osady wodne rzek i kanałów deszczowych[14] wykazują w Krakowie znaczne wzbogacenie w metale, co oznacza, że współczesnych czynników sprawczych jest bardzo dużo. Z tego względu należy mieć duże wyczulenie na zjawisko przypadkowej kontaminacji materiału historycznego.



Ryc. 4. Sonda archeologiczna na placu Szczepańskim w pobliżu Pałacu Sztuki, z widocznymi poziomami nawarstwień, kamieniami brukowymi i zapadającymi w spągu profilu warstwami mierzwy średniowiecznej w kierunku zachodnim, oprac. Marta Wardas-Lasoń

Eksploracje archeologiczne na placu Szczepańskim (rzędna terenu 210,2 m n.p.m.) prowadzone były w miejscu, które swoją lokalizacją obejmowało obszar pograniczny działek mieszczańskich lokacyjnych i przykościelnych (ryc. 5)[15]. Sondaże i wkopy sięgnęły do głębokości przeciętnie 3,7 m p.p.t., a najgłębszy odwiert wykazał obecność poziomu wód gruntowych na 7,8 m p.p.t. Z uwagi na zawartość artefaktów i pozostałości obiektów historycznych konstrukcji uznano za warstwy archeologiczne grunty piaszczysto-ziemne ze znaczną zawartością substancji organicznych brunatnociemnoszarych, zalegające na utworach calcowych (wykształconych w postaci piasków średnioziarnistych z humusem i niżej leżących piasków o podobnej granulacji). Ich miąższość w odsłoniętych profilach nie przekraczała 1,8 m i wykazywała nawarstwienia o bardzo znacznym zróżnicowaniu litologicznym i strukturalnym[16] (ryc. 6). Dla porównania zbadano właściwości fizykochemiczne utworów reprezentatywnych

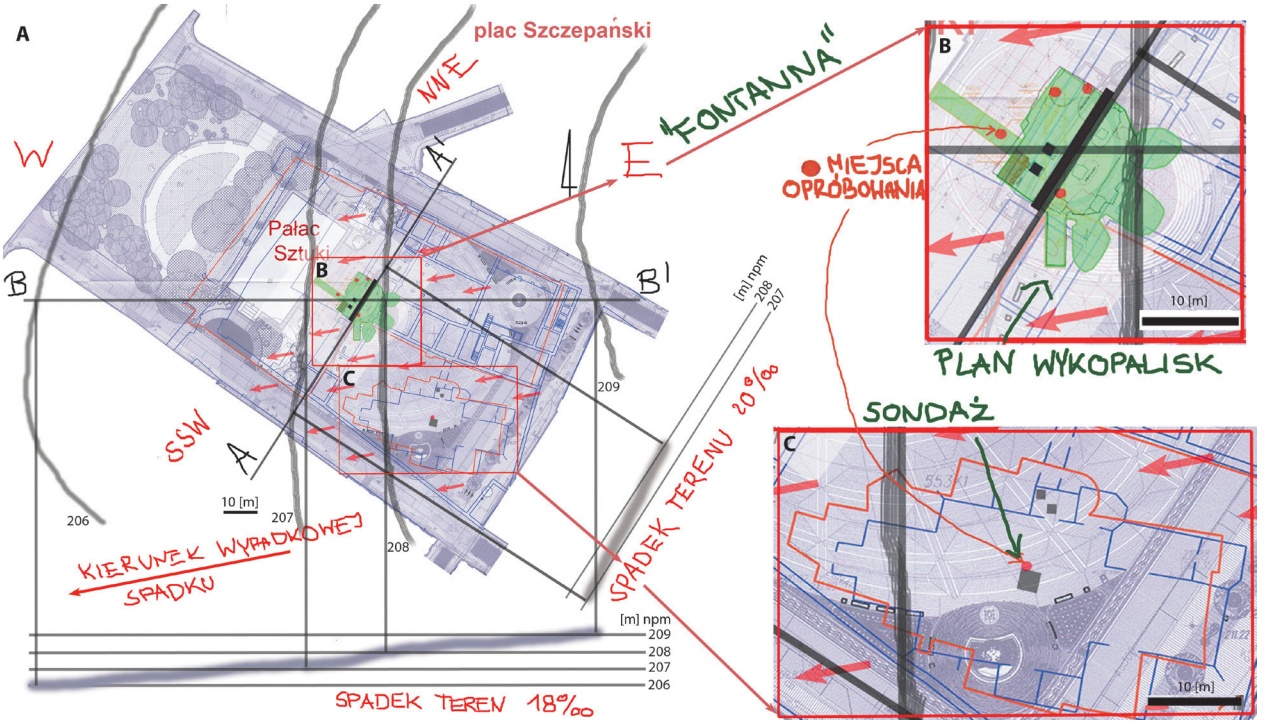
[12] Za umożliwienie badań w tym rejonie i charakterystykę materiału archeologicznego autorzy składają podziękowania Monice i Jarkowi Łyczakom oraz Wojciechowi Tabaszewskiemu.

[13] Szwalec A., Mundała P.: *Zawartość Cd, Pb, Zn i Cu w glebach wybranych parków miejskich Krakowa*. „Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych" 2012, nr 53, s. 71.

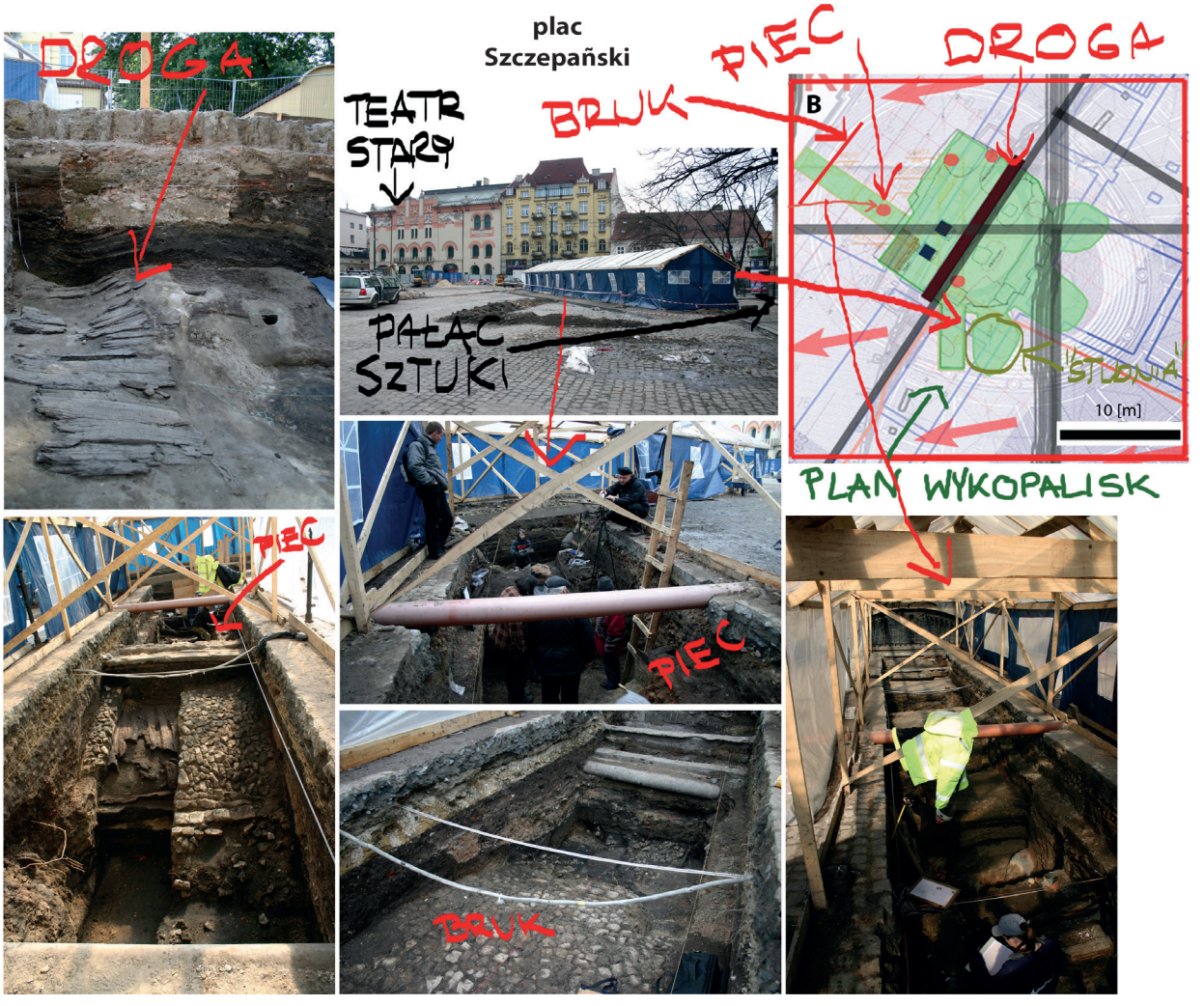
[14] Wardas-Lasoń M.: *The Influence of Sewage System on the Functioning and Quality of Krakow's Watercourses*. „Journal of Geological Research" 2014 (November), p. 6.

[15] Dubis E.: *Stratygrafia placu Szczepańskiego* oraz *Cmentarzysko wczesnośredniowieczne na placu Szczepańskim*, w niniejszym tomie.

[16] Wardas-Lasoń M., Dubis E., Majchrzak Ł., Dąbrowski B., Tabaszewski W., Sokołowski T., SowinaU.: *Analiza geochemiczna…*



Ryc. 5. Plan wykopu w miejscu instalacji zespołu fontannowego oraz sondaży w rejonie ruin kościoła św. Szczepana, z zaznaczonymi miejscami opróbowania obiektów do badań geochemicznych, z odniesieniem do pierwotnej morfologii terenu, oprac. Marta Wardas-Lasoń



Ryc. 6. Plan wykopu ze wskazaniem m.in. bruku, drogi drewnianej i pieca, na które natrafiono sondażami, oprac. Marta Wardas-Lasoń



Ryc. 7. Plan wykopu na tle wyrysu stanu zabudowy kościelnej ze wskazaniem charakterystycznych obiektów, które opróbowano dla celów badań geochemicznych, fot. Marta Wardas-Lasoń

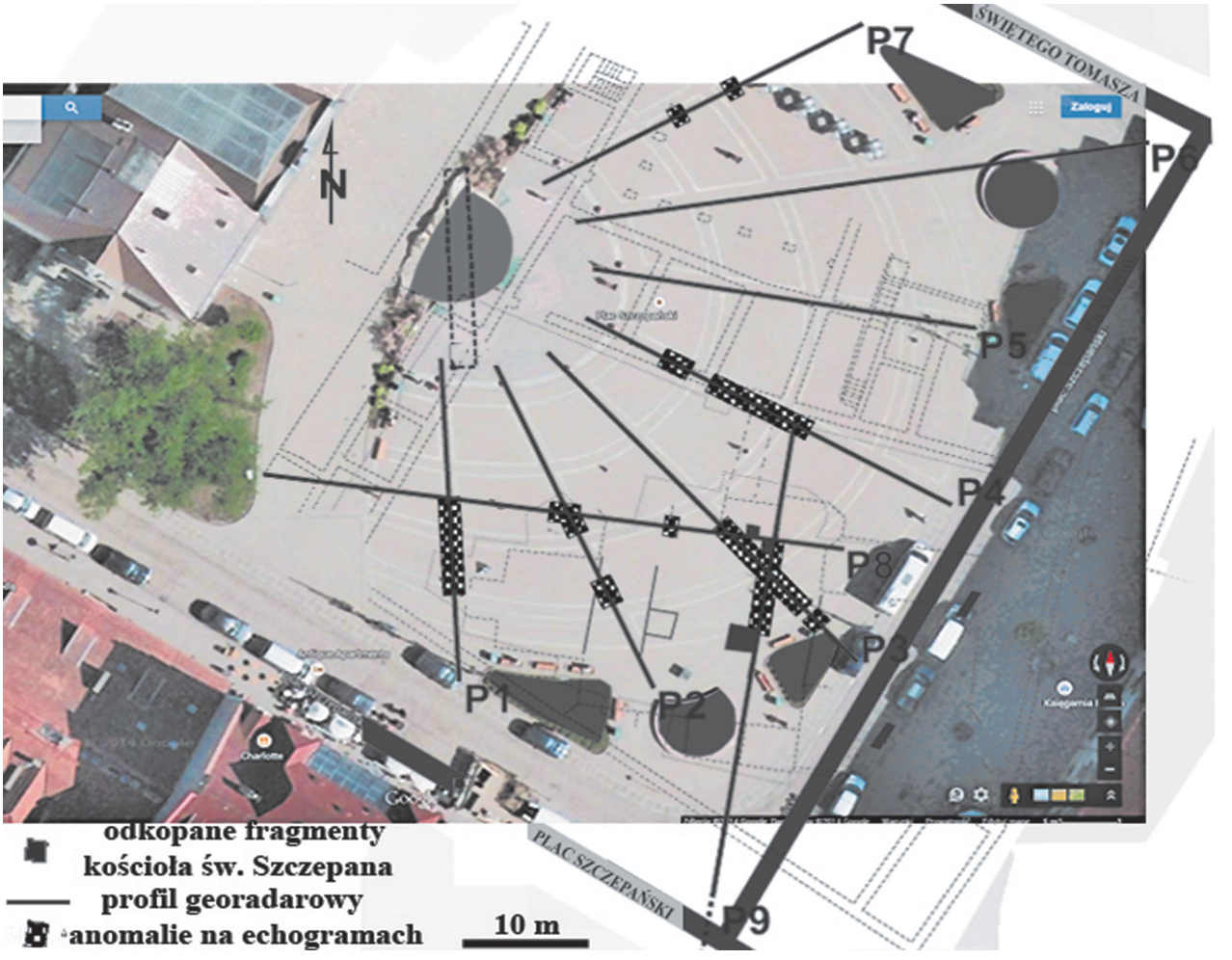
dla występujących tu rodzajów nawarstwień archeologicznych (ryc. 7). Należy podkreślić, że wykop to powierzchnia nieprzekraczająca 350 m kw., który wobec 8000 m kw. placu Szczepańskiego stanowi zaledwie czteroprocentowy fragment, a mimo to ujawnia bardzo bliskie sąsiedztwo gęsto posadowionych domów i obiektów gospodarczych trzech studni oraz cieku wodnego (rowu?), a następnie na nim uformowanej drogi drewnianej.

Przebieg zbliżony do XIII wieku wykazuje także bruk z rynsztokiem, na który natrafiono w sondażu prostopadle poprowadzonym do Pałacu Sztuki (por. ryc. 6). Zarówno droga drewniana, jak i wcześniejszy rów wykazują układ identyczny, co wskazywać może na istnienie w tym miejscu od wieków drogi wewnętrznej, granicznej pomiędzy *sacrum* i *profanum*.

Interesujące będzie sprawdzenie chemizmu gruntów spod obu tych obiektów, zapewne zbierały się tam odcieki z cmentarza, a także wody opadowe z terenu wyżej położonej dawnej ulicy Rogackiej, gdzie również taki obiekt funkcjonował, choć przy klasztorze Reformatów nieco później. Próbki gruntów pod tego rodzaju obiektami zostały pobrane, badania trwają i będą stanowić przedmiot odrębnej publikacji.

Metody badań artefaktów i gruntów nawarstwień historycznych oraz interpretacja wyników w kontekście oddziaływania dawnych cmentarzy

Metodyka i procedura pobierania próbek, pomiaru wskaźników, zwłaszcza oznaczenia koncentracji metali, każdorazowo jest standaryzowana do stosowanych



Ryc. 8. Przebieg linii sondowań georadarowych z zaznaczonymi rejonami anomalii geofizycznych, oprac. Mikołaj Łyskowski i Ewelina Mazurek

uprzednio w badaniach, co uprawnia do porównywania wyników i wyciągania wniosków natury lokalnej, jak i generalnych, syntezujących dotychczasowe spostrzeżenia[17]. Interdyscyplinarność zagadnień wymaga wzajemnej standaryzacji metodyk badań, aby możliwa była dyskusja nad wynikami, oparta na historycznych i geośrodowiskowych uwarunkowaniach. W badaniach nauk o Ziemi wyznaczenie zasięgu pól anomalii geochemicznych przeprowadza się w celu prospekcji ciał złożowych w przestrzeni obiektów geologicznych, a sondowania lub profilowania geofizyczne umożliwiają wskazanie pustek czy niestabilności podłoża.

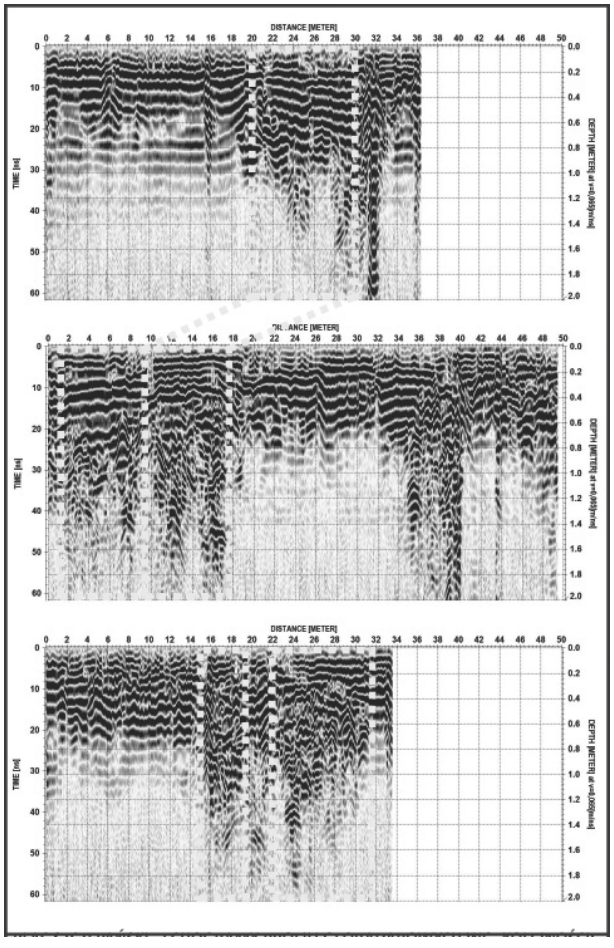
Na zarysie placu Szczepańskiego wraz z rekonstrukcją zabudowy kolegium jezuickiego i kościoła św. Szczepana oraz podkładem z google maps pokazano linie przebiegu pomiarów sondą radarową i ich wyniki (ryc. 8, 9).

Otrzymany w wyniku badania obraz, nazywany echogramem, jest zapisem kolejnych pojedynczych tras, a więc rejestracją wartości amplitudy fali elektromagnetycznej w danym czasie. Niejednorodność ośrodka zdaje się pokrywać z rejonami występowania liniowych obiektów historycznej zabudowy. Na tym terenie nie ma jakichkolwiek innych mediów w infrastrukturze podziemnej (por. ryc. 3). Badania geofizyczne w Krakowie na terenie placu, przy wykorzystaniu nieinwazyjnej metody poszukiwawczej georadarowej (GPR), wykonano wiosną 2013 roku za pomocą georadaru ProEx szwedzkiej firmy MALA Geoscience. Do pomiaru wytypowano dwa rodzaje anten ekranowanych o częstotliwościach 250 oraz 500 MHz. O wyborze anteny decydują dwa główne parametry: rozdzielczość oraz zasięg głębokościowy. Im wyższa częstotliwość anteny, tym większa rozdzielczość, ale mniejszy zasięg głębokościowy. Dzięki zastosowaniu anten o niższych częstotliwościach można przebadać głębiej położone struktury kosztem zmniejszenia rozdzielczości. Po wykonaniu próbnego profilu zdecydowano o użyciu w całej serii anteny 250 MHz.

Georadar, często stosowany do lokalizacji obiektów archeologicznych znajdujących się pod powierzchnią ziemi[18],

[17] Pawlikowski M., Wardas M., Such J.: *The investigation of geoarchaeological layers of Krakow City, Poland, Geoarchaeology and Archaeomineralogy*. Eds. R.I. Kostov, B. Gaydarska, M. Gurova. Sofia 2008, s. 277–281.

[18] Barone P.M., Mattei E., Pettinelli E.: *Non-invasive archaeological exploration in stratigraphically complex rural settings: an example from Ferento (Viterbo, Italy*). „Archaeological and Anthropological Sciences" 2013, vol. 5, pp. 26–27.



Ryc. 9. Echogramy profili georadarowych, według kolejności P3, P9, P4 – antena ekranowana 250 MHz, oprac. Mikołaj Łyskowski i Ewelina Mazurek

także w Krakowie[19], wykorzystuje zjawisko odbicia fali elektromagnetycznej na granicy ośrodków o różnych właściwościach elektrycznych. Typowy system pomiarowy składa się z jednostki centralnej sterującej działaniem aparatury, nadajnika z anteną nadawczą, które są odpowiedzialne za wygenerowanie i emisję impulsu elektromagnetycznego w głąb ośrodka, odbiornika wraz z anteną odbiorczą odpowiedzialnych za odebranie fali odbitej, wyzwalacza odległościowego, który podczas pomiaru określa przebytą odległość, komputera typu laptop, dzięki któremu możliwe jest m.in. sterowanie systemem przez operatora. Ta i inne metody geofizyczne w powiązaniu z badaniami geochemicznymi umożliwiają przy minimalizacji ingerencji w podłoże uzyskanie obrazu układu struktur podziemnych i ich chemizmu. Prace są kontynuowane i stanowią przedmiot oddzielnej publikacji.

W obecnych badaniach miejsca opróbowania dotyczą elementów pochówków i próbek ziemi związanych z ruinami kościoła św. Szczepana (por. ryc. 1). Dla oceny skali zanieczyszczenia miedzią i ołowiem do badań porównawczych zaproponowano próbki gruntów charakteryzujących się dużymi zdolnościami do akumulacji metali, a ponadto reprezentujących poziomy użytkowe obiektów mieszkalnych lub gospodarczych (glina polepy), zabudowanych lub otwartych (mierzwy), a także jedną próbkę zmineralizowanej substancji pozyskaną z pochówku z wczesnośredniowiecznego cmentarza (por. ryc. 6, 7). Dla tego rodzaju środowisk geochemicznych uzyskane wartości pomiarów zanieczyszczenia metalami, a także wyniki innych wskaźników fizykochemicznych (ryc. 10) odniesiono do scharakteryzowanych pod tym względem nawarstwień wczesnośredniowiecznych i calcowych z rejonu wkopu pod fontannę[20] (ryc. 11).

W Krakowie w chemizmie różnego rodzaju obiektów archeologicznych „poszukiwane" są dowody, po pierwsze, oddziaływania Wagi Wielkiej lub zanieczyszczeń cywilizacyjnych wygenerowanych w jej otoczeniu na ówczesnych mieszkańców, a po drugie, cmentarzy, zarówno parafialnego, jak i przedlokacyjnego. Interesujące byłoby wyznaczenie zasięgu anomalii geochemicznej oraz mechanizmów jej powstawania na drodze bezpośredniego przenikania lub wynoszenia pod wpływem innego rodzaju czynników, w tym działalności ludzkiej. Uwzględnienie w zasięgu oddziaływania zanieczyszczonych wód drenażowych obecności cmentarza ma kolosalne znaczenie w kwestii geochemii metali, gdyż np. wzrost stężenia fosforanów wynoszonych z kości zmarłych podwyższa wartość odczynu (pH)[21], a tym samym wpływa na ich unieruchamianie – immobilizację. Jednak jak pokazują wyniki obecnych badań, antropopresja zmienia odczyn podłoża (por. ryc. 11), a tym samym może po okresie zatrzymywania zanieczyszczeń dojść do ich gwałtownego uruchamiania – mobilizacji, czego najszybciej odczuwalnym skutkiem bywa skażenie wody w studniach. Na omawianym terenie obecne były trzy tego typu obiekty, wyniki badań stanowią przedmiot odrębnej publikacji.

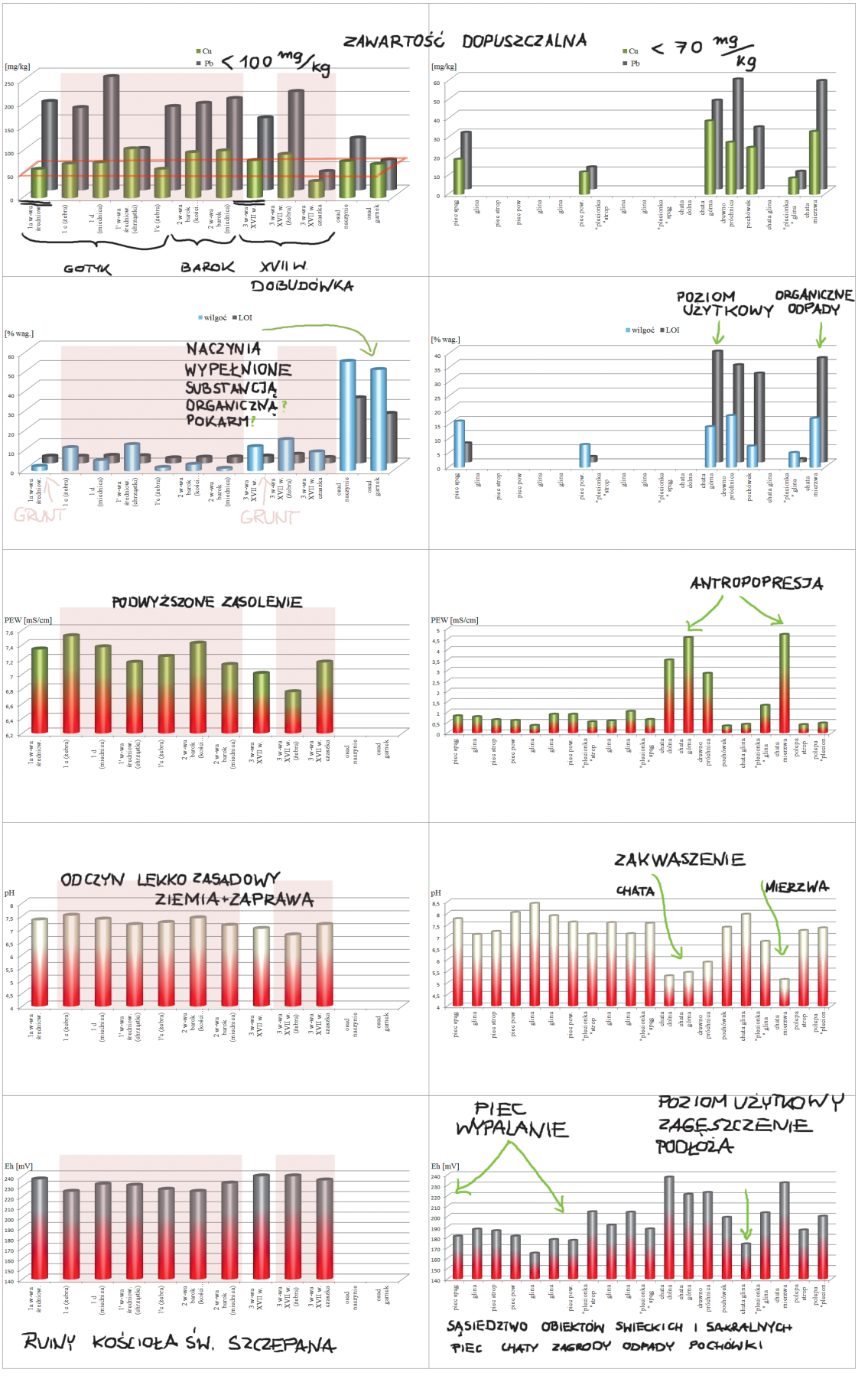
Uwarunkowania geośrodowiskowe oraz historyczne i ich wpływ na właściwości fizykochemiczne nawarstwień gruntów

Interpretując uzyskane wyniki zawartości miedzi i ołowiu w elementach pochówków i gruntów z rejonu *sacrum* kościoła św. Szczepana, rzucająca się w oczy jest nawet pięciokrotnie wyższa koncentracja metali niż w obiektach z zamieszkałej części placu *profanum*. Stan zanieczyszczenia zmineralizowanej substancji z wnętrza elementów kostnych wykazuje zróżnicowaną bez wyraźnej tendencji zawartość metali, przeciętnie ponad dwukrotnie wyższą ołowiu niż

[19] Łyskowski M., Mazurek E.: *Analiza konsekwencji doboru nieodpowiedniej prędkości propagacji fali elektromagnetycznej w trakcie interpretacji inżynierskich pomiarów metodą georadarową*. „Logistyka" 2013, nr 4, suplement *Logistyka – nauka* (CD-rom), s. 330–336; Łyskowski M., Wardas-Lasoń M.: *Georadar investigations and geochemical analysis in contemporary archeological studies*. „Geology, Geophysics and Environment" 2012, vol. 38, no. 3, s. 307–315.

[20] Wardas-Lasoń M., Dubis E., Majchrzak Ł., Dąbrowski B., Tabaszewski W., Sokołowski T., Sowina U.: *Analiza geochemiczna…*

[21] Zychowski J.: *Wpływ masowych grobów z I i II wojny światowej na środowisko przyrodnicze*. Prace Monograficzne – Akademia Pedagogiczna im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie, nr 490. Kraków 2008, s. 152.



Ryc. 10. Wskaźniki geochemiczne próbek środowiskowych z rejonu ruin kościoła św. Szczepana oraz charakterystycznych obiektów, na które natrafiono podczas wykopalisk i opróbowano dla celów badań geochemicznych z wkopu pod fontannę, oprac. Marta Wardas-Lasoń

miedzi. Nie zauważa się różnic kumulacji tych pierwiastków ani w zależności od wieku elementów zabudowy, ani też rodzaj próbki nie wpływa na istotność różnic. Można zatem wysnuć wniosek, że zarówno kości, jak i ziemia pobrane do badań mogą występować na wtórnym złożu albo doszło do powstania – w wyniku przemieszania materiału – do zanieczyszczeń wtórnych, na drodze migracji roztworów lub dyfuzji metali.

Z porównania zawartości miedzi i ołowiu w najbardziej typowych, o wyjątkowo dobrych właściwościach sorpcyjnych rodzajach gruntów, pochodzących z obszarów zamieszkałych, wynika, że antropopresja uwidacznia się wyraźnie w postaci podwyższenia ich koncentracji w mierzwie – spróchniałym obiekcie drewnianym, oraz polepie związanej z funkcjonowaniem tzw. chaty górnej. Zwracają uwagę wyższe stężenia miedzi i ołowiu w zmineralizowanej próbce z pochówków wczesnośredniowiecznych, także od zawartości w glinach z pieca, jak i z części gospodarczej ograniczonej plecionym płotem. Można zatem wyciągnąć wniosek, że zanieczyszczenia były przynoszone z innych rejonów Krakowa, a być może wchłaniane podczas życia mieszkańców. Próbka pobrana przy dnie pieca ma trzykrotnie wyższą zawartość niż glina przepalona na powierzchni, co może wskazywać na „utrzymywanie czystości" podczas eksploatacji pieca, być może do celów spożywczych. W przeciwnym razie przepalona glina w kolejnych etapach wytwarzałaby warunki podatne na podkoncentrowanie metali.

Odnosząc z kolei omawiane wyniki do przebiegu zmienności stężeń miedzi i ołowiu w profilu nawarstwień z terenu *profanum*[22], można stwierdzić, że wyraźnym wskaźnikiem występowania „źródeł" ołowiu jest stan zanieczyszczenia osadów wodnych kanału ściekowego, bo chyba tak należy go nazwać. Spływały do niego zanieczyszczenia zarówno z części mieszkalnej, jak i przykościelnej. Największe ładunki ołowiu docierały do niego najprawdopodobniej w okresie, kiedy jeszcze ścieku nie przykryto dranicami tworzącymi drogę. Od czasu jej powstania obserwowane zmniejszenie koncentracji nie musi oznaczać, że „źródło" metali stało się mniej intensywne, ale że droga zadziałała jak filtr, częściowo chroniąc osady kanału przed zanieczyszczeniem. Interesującym obiektem są dwa naczynia, które znaleziono w rejonie tzw. chaty. Pobrane z ich wnętrza próbki osadów organiczno-mineralnych zawierały nieco podwyższone koncentracje ołowiu i miedzi. Analiza pyłkowa i chemiczna oraz interpretacja mikrofotografii osadów wypełniających oba naczynia stanowią przedmiot odrębnego opracowania w celu ustalenia, co zawierały, do czego mogły służyć i czy obecność metali jest pierwotna, czy materiał zanieczyścił się w procesie podepozycyjnym[23].

We wczesnym średniowieczu musiały istnieć tu na tyle dobre warunki do funkcjonowania zgrupowania osadniczego w powiązaniu z grodem na Wawelu, że już na początku XI wieku liczba ludności i wiernych zwiększyła się. To było powodem przekazania w drugiej połowie XII wieku parafiom z wyznaczonymi granicami od kościołów katedralnych pewnych uprawnień duszpasterskich[24]. Kościół św. Szczepana, być może z tego względu, został ufundowany przez Bolesława Wstydliwego. Wybudowano go na gruntach, będących, tak jak cała zachodnia część miasta, własnością panującego i jako piąty w Krakowie został zaliczony do kategorii zwyczajnych parafii miejskich[25]. W XIII wieku w przedlokacyjnym mieście na około 50 ha żyło kilka tysięcy ludzi, głównie rzemieślników i kupców[26]. Według dzisiejszych wskaźników demograficznych zaliczałoby się do gęsto zaludnionych. Dla porównania, w księstwie Monako na kilometr kwadratowy obecnie przypada 17 tysięcy osób, w ówczesnym Krakowie mogło to być od 5 do 10 tysięcy.

Mały kościół św. Szczepana, położony trochę na uboczu, w tzw. kwartale sławkowskim, chociaż najsłabiej zaludniony, obejmował posługą pasterską niewielkie terytorium (2,3 ha u schyłku XVI wieku) w samym mieście, ale znacznych rozmiarów (22 km kw. w 1340 roku) poza murami, które tu istniały już w latach 1300–1301[27]. Z parafią liczącą 2138 osób, do której należało przedmieście Garbary oraz 11 wsi (Kawiory, Ogrodniki z Czarną i Nową Wsią, Łobzowem po Krowodrzę i Mydlniki z Rząską), związały swoje losy stowarzyszenia o świeckim charakterze, cechy reprezentujące interesy rzemiosł, takich jak garbarze (biało- i czerwonoskórnicy), ogrodnicy i garncarze[28]. Na początku XIII wieku przy placu Szczepańskim funkcjonował także szpital dla ubogich mieszczan. Zapisy dotyczące początku XIV wieku podają, że przy kościele św. Szczepana zgromadzona była liczna i obszerna parafia[29]. Tak jak w przypadku innych kościołów parafialnych, na terenie obok znajdował się cmentarz i od 1425 roku kaplica św. św. Mateusza i Macieja. Po południowej stronie kościoła w XV wieku powstała szkoła parafialna, kształcąca zamożną młodzież miejską i wiejską, a także kleryków w zakresie praktyk liturgiczno-duszpasterskich[30].

[22] Por. Wardas-Lasoń M., Dubis E., Majchrzak Ł., Dąbrowski B., Tabaszewski W., Sokołowski T., Sowina U.: *Analiza geochemiczna*…

[23] Agnieszka Wacnik z Instytutu Botaniki im. W. Szafera PAN w Krakowie wykonała badania paleobiologiczne, które będą przedmiotem odrębnej publikacji.

[24] Abraham W.: *Organizacja Kościoła w Polsce do połowy wieku XII*. Lwów 1890, s. 158–159.

[25] Bąkowski K.: *Dzieje Krakowa*. Kraków 1911, s. 41, 45.

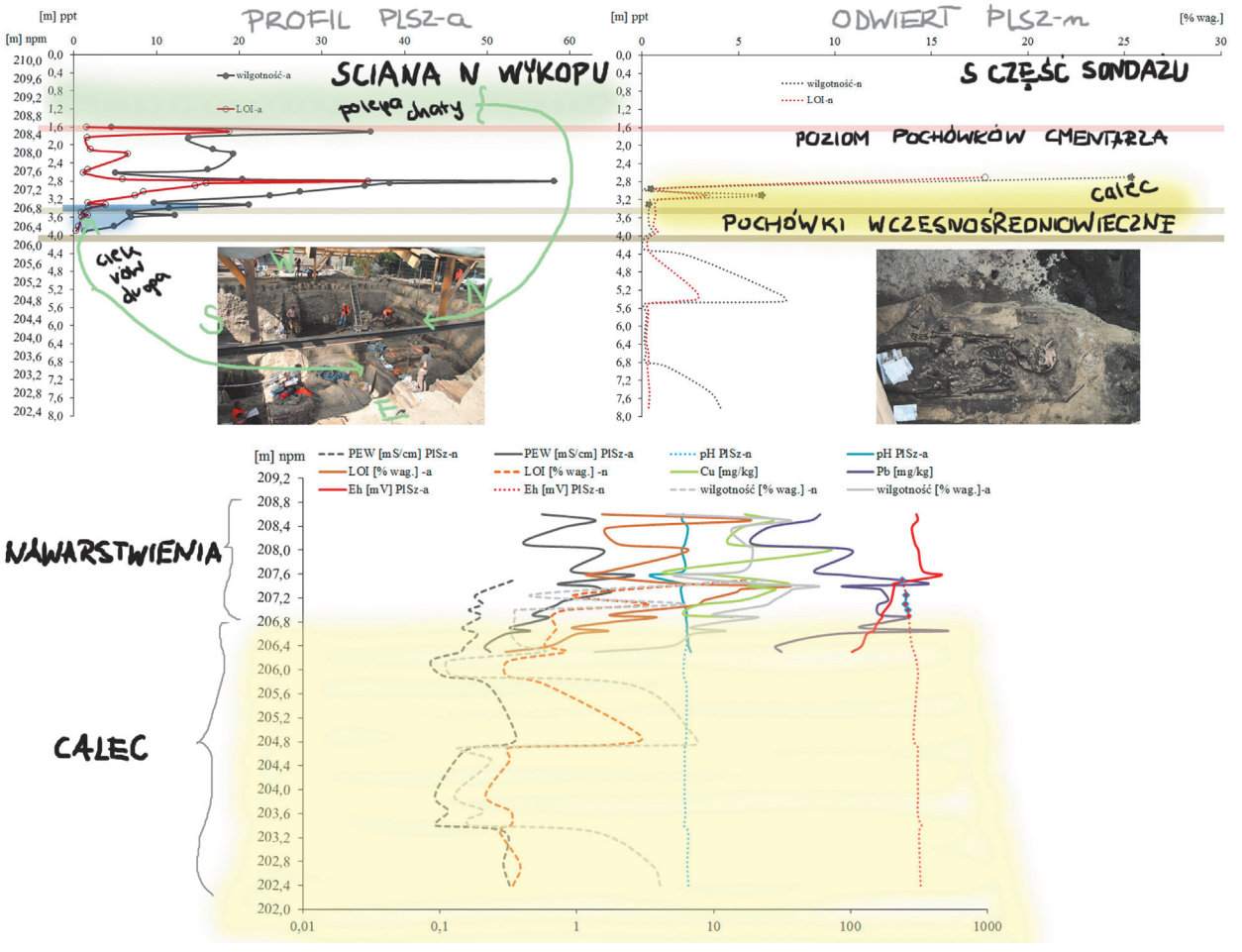
[26] Pieradzka K.: Rozkwit średniowiecznego Krakowa. W: *Kraków. Studia nad rozwojem miasta*. Red. J. Dąbrowski. Biblioteka Krakowska, nr 111. Kraków 1957, s. 132.

[27] Marek M.: *Cracovia 3D. Rekonstrukcje cyfrowe historycznej zabudowy Krakowa*. Red. A. Biedrzycka. Kraków 2011, s. 82. Katalog wystawy w Muzeum Historycznym Miasta Krakowa, pałac Pod Krzysztofory, 6 maja – 14 sierpnia 2011 r. Kurator Marta Marek.

[28] Niewiński A.: *Przestrzeń kościelna w topografii średniowiecznego Krakowa. Próba syntezy*. Lublin 2004, s. 95.

[29] Bąkowski K.: *Dzieje Krakowa*…, s. 45.

[30] Kracik J.: Miasto zatrzymuje umarłych. Krakowskie nekropolie a kultura duchowa XVII–XVIII wieku. W: *Z przeszłości Krakowa*. Red. J.M. Małecki. Warszawa–Kraków 1989, s. 166; *Plan miasta Krakowa z lat 1788–1792*, oprac. Tadeusz Czort [online]. Nieprzypadkowa Krakowska Platforma Blogowa. Mapy, plany, ulice, klimaty, zabytki, wydarzenia, 25 lipca 2010 r. [dostęp: 15 grudnia 2015 r.]. Dostępny w internecie: http://krakow21.blog.com/plan-miasta-krakowa-z-lat-1788-1792-opracowal-tadeusz-czort/.



Ryc. 11. Wskaźniki geochemiczne środowiska podłoża placu i kościoła św. Szczepana, oprac. Marta Wardas-Lasoń

Przytoczone informacje mogą wskazywać, że w rejon kościoła przychodzili głównie parafianie na nabożeństwa lub pogrzeby i można założyć, że przede wszystkim z rejonów „czystych", dalekich od Wagi Wielkiej. Ale wszyscy ci ludzie żyli w tym mieście, być może pracowali w rejonie Wagi Wielkiej, a na pewno chodzili tam na targ, wracając „do domu" drogą koło punktu węzłowego, jakim musiał być kościół parafialny, wnosili zanieczyszczenia na tereny przydrożne.

Obszar w obrębie dzisiejszego placu Szczepańskiego to przykład dominacji obiektów kościelnych w bloku urbanistycznym Krakowa[31], utrzymującej się przez wiele lat. „Jest to cechą Krakowa, że każda niemal z budowli kościelnych służy przypadkowo czy umyślnie jako zamknięcie ulicy czy placu", a wreszcie cała świątynia mieści się w wylocie Szczepańskiej[32]. Niektórzy ulicę Sławkowską, główną wylotową ulicę ówczesnego Krakowa, łączą ze szlakiem drożnym prowadzącym nie tylko do kościoła i klasztoru św. Marka, ale także do kościoła św. Szczepana[33].

Wielowarstwowość pochówków, które obecne są jeszcze na głębokości 1,5 m poniżej dzisiejszej powierzchni placu, ujawniona badaniami archeologicznymi, potwierdza, że cmentarz parafialny funkcjonował tu co najmniej od średniowiecza do końca wieku XVIII. Istotną informacją jest, że 3–4 m pod powierzchnią, w podłożu wykopu (poziomy 206,2–206,9 m n.p.m.) obecny jest także wczesnochrześcijański cmentarz szkieletowy, ujawniony na powierzchni 150 m kw., z pochówkami w trumnach drewnianych[34].

Teren ten od zachodu otaczały podwójne mury, fosy i dobudowany wał, co mogło utrudniać odpływ wód, z tego względu konieczne było wykonanie rowu drenarskiego. Stanisław Tomkowicz (za Acta guart. Crac. Ikr. 1378, s. 555) podawał: „A z rewizyi, dokonanej w jakiejś kamienicy na ul. ś. Szczepana, dowiadujemy się, że »rynsztok zimie i lecie zadź zalewa i mury psuje, dlatego że odchodu na ulicę nie ma«. Snadź ten brak odchodu na ulicę był anomalią". A nieco wcześniej odnotował: „Nie było w owym czasie kanalizacyi w mieście, wskutek czego nieczystości domowe odprowadzano rynsztokami na zewnątrz. Nie przestając na odpadkach i płynach ze zlewów, pozbywano się w ten pierwotny sposób niekiedy także innych nieczystości, choć na nie były doły kloaczne. Zdarzało się nawet, że nieczystości wprost z domów usuwano na ulicę, albo składano w dołach

[31] Niewiński A.: *Przestrzeń kościelna*…, s. 95, 100.

[32] Klein F.: *Stary Kraków*. „Rocznik Krakowski" 1916, t. 17, s. 60–62.

[33] Borowiejska-Birkenmajerowa M.: *Kształt średniowiecznego Krakowa*. Kraków 1975, s. 105.

[34] Dubis E.: *Stratygrafia placu Szczepańskiego* oraz *Cmentarzysko wczesnośredniowieczne na placu Szczepańskim*, w niniejszym tomie.

i rowach znajdujących się w pobliżu". Nawet z urzędu zakazano „bić woły po domach swoich w mieście, gdyż stąd szerzy się złe powietrze i niebezpieczeństwo zarazy, przed domami gromadzą się składy odpadków, rynsztoki i kanały załażą niemi i te nieczystości w czasie deszczu spływają do fos pod wałami miejskimi"[35], jednak nie wydaje się, aby były one skuteczne.

Należy stwierdzić, że takie współistnienie zabudowy mieszkalnej i cmentarnej musiało negatywnie oddziaływać na środowisko i zdrowie mieszkańców, zwłaszcza że trwało co najmniej 500 lat, a być może dłużej. Zabytki wczesnośredniowieczne, obecność cmentarza i orientowanie świątyni[36] świadczą bowiem o przedlokacyjnym położeniu kościoła, który prawdopodobnie był budowlą wykonaną z kamienia, inaczej jego położenie jako budowli drewnianej zostałoby podczas lokacji skorygowane[37].

Wnioski końcowe

„Gleby w trakcie rozwoju zapisują w swej pamięci większość zmian zachodzących w środowisku przyrodniczym pod wpływem czynników biotycznych oraz abiotycznych i zachowują je. Są one określane jako zwierciadło krajobrazu"[38]. Byłoby niezmiernie ważne zastosowanie szeregu interdyscyplinarnych metod do zbadania stanu gruntów nawarstwień historycznych pod kątem oddziaływania cmentarzy średniowiecznego Krakowa na środowisko i zdrowie ludzi. Być może w przestrzeni *intra muros* zagęszczenie zabudowy i niekorzystne warunki fitosanitarne wpływały na niedotlenienie wszystkich istot, zwiększając śmiertelność mieszkańców. Największą uwagę należałoby zwrócić na obiekty związane z gospodarczą działalnością „metalogeniczną", szczególnie w powiązaniu z historią użytkowania w ich sąsiedztwie studni lub innych źródeł wody. Nasuwa się bowiem pytanie, czy w warunkach takiej skali antropopresji, ograniczenia przestrzeni, zanieczyszczenia powietrza, gruntów, wody, a pewnie także żywności następowała reakcja tylko ze strony ekosystemów, czy może ujawniła się również na poziomie fizjologicznej wydolności całego organizmu.

Tego rodzaju badania mają charakter okazjonalny, nie były prowadzone systematycznie i nie mają charakteru interdyscyplinarnego, są więc trudne do porównywania i szerszej interpretacji. Żadna z metod badania nawarstwień archeologicznych oddzielnie nie jest nowością, innowacyjne byłoby ich wspólne zastosowanie do oceny relacji człowiek – środowisko w ciągu tysiąca lat w Krakowie.

Nurtujące jest pytanie, czy mieszkańcy Krakowa mogli cierpieć na przewlekłe zatrucie ołowiem zwane ołowicą. Istnieją przesłanki, że stan zanieczyszczenia w Krakowie, przy tak intensywnym rozwoju miasta, opartym na handlu metalami, mógł stanowić zagrożenie środowiskowe, u niektórych być może zagrożenie zawodowe. Interesująca byłaby ocena, czy zanieczyszczenia metaliczne w obrębie obiektów cmentarnych, głównie krypt i nekrosoli, czyli gleb cmentarnych, można taktować jako skutek przenikania do podłoża zanieczyszczeń nagromadzonych w pochówkach. Przez badania ich obecności w kościach lub elementach garderoby, na tle zawartości w nawarstwieniach gruntów w miejscach ich depozycji, można by to zagadnienie zweryfikować. Nagromadzenie znacznych koncentracji ołowiu w historycznych latrynach w rejonie Gródka i placu Wszystkich Świętych w Krakowie być może jest pewnym wskaźnikiem symptomów ołowicy (wyniki badań w opracowaniu).

Interpretacja układu nawarstwień archeologicznych z odniesieniem do planu warstwicowego Krakowa przedlokacyjnego i nakreślenie generalnych kierunków spadku terenu pozwoliło na analizę przepływu wód gruntowych (por. ryc. 4). Z oceny uwarunkowań środowiskowych wynika, że zanieczyszczenia z wodami opadowymi i gruntowymi mają tendencję do przemieszczania się w kierunku południowo-zachodnim. Zatem widać wyraźnie, że lokalizacja w tym rejonie świeckiej zabudowy mieszkalnej i gospodarczej w sąsiedztwie działki kościelnej z funkcjonującym cmentarzem była potencjalnie wyjątkowo niekorzystna. „Ale możliwość zajrzenia w czeluście ziemi, tam gdzie osiedlili się ci, co żyli przed nami, trafia się rzadko. (…) Częściej miejscem spotkania z przodkami stają się dla nas cudem zachowane stare cmentarze, wysepki zgęszczonego i zastałego czasu, gdzie dawno już nikogo się nie chowa. Ostatni warunek jest konieczny, bo rozkopana ziemia i świeży smutek nie pachną wiecznością, lecz śmiercią. To zapach zbyt ostry, niepozwalający uchwycić kruchego aromatu innego czasu"[39].

Badania były finansowane z umowy statutowej AGH nr 11.11.140.199/2014

[35] Tomkowicz S.: *Domy i mieszkania w Krakowie w pierwszej połowie XVII wieku*. Lwów 1922, s. 66–67.

[36] Radwański K.: *Kraków przedlokacyjny*…, s. 214–214.

[37] Niewiński A.: *Przestrzeń kościelna*…, s. 166.

[38] Por. Rahmonov O.: *Relacje między roślinnością i glebą w inicjalnej fazie sukcesji na obszarach piaszczystych.* Katowice 2007, s. 11.

[39] Akunin B.: *Historie cmentarne*. Przeł. W. Dłuski. Warszawa 2006, s. 3.

Analysis of Historical and Environmental Causes and Effects of the Occurrence of Pollution with Lead and Copper Compounds in the Precincts of the Ruins of St Stephen's Church in the Soil of Szczepański Square

During archaeological research conducted in 2009 (whose character was clearly that of a survey study), fragments of human bones were discovered in the precincts of the ruins of St Stephen's Church (*kościół św. Szczepana*). Research results presented in this paper do not concern the graves which, upon their discovery, were intact, but focus on the uncovered earth and rubble fill. The subject of the study included the layers which contained human bones as well as the said material obtained from them (after the careful and thorough removal of earth particles from the specimens). The purpose of the study was to determine whether high concentrations of pollutants were present in that area, what their genesis was, and whether the phenomenon of lead and copper contamination affected human beings as well. Environmental determinants of the church's location, its history and position in the context of what was identified to be the major source of contamination (the Great Scales in the Main Market Square) were analysed, and the timespan with which such influence could be associated was determined. The values of metal pollution levels obtained in the study and the values of other physicochemical indicators were interpreted in the light of the outcomes of similar tests regarding early mediaeval and bedrock strata from the site of the cut in which the fountain was built. The lead and copper concentrations in the samples obtained from burials and soils from the *sacrum* area of St Stephen's church are up to five times higher than the test results obtained from the objects in the *profanum* (residential) section of the square. Particularly noteworthy are the higher concentrations of copper and lead revealed in the mineralised sample obtained from early mediaeval burials, which exceed even the metal concentrations in the clays from the furnace and from the outbuildings area enclosed by a woven fence. Therefore, it can be concluded that the pollutants were brought to the site from other parts of Kraków, and possibly absorbed by the inhabitants during their lifetime.