

KRZYSZTOFORY

Zeszyty Naukowe Muzeum Historycznego Miasta Krakowa

28

pod redakcją naukową
Elżbiety Firlet

część 2



Muzeum Historyczne Miasta Krakowa
Kraków 2010

Kolegium Wydawnicze Muzeum Historycznego Miasta Krakowa / Editorial Board of the Historical Museum of the City of Kraków:

Michał Niezabitowski (Przewodniczący / President), Anna Biedrzycka, Elżbieta Firlet, Ewa Gaczoł, Grażyna Lichończak-Nurek, Wacław Passowicz, Jacek Salwiński, Joanna Strzyżewska, Maria Zientara

Krzysztofory. Zeszyty Naukowe Muzeum Historycznego Miasta Krakowa / Krzysztofory. Scientific Bulletin of the Historical Museum of the City of Kraków

Redaktor / Editor:

Anna Biedrzycka

Współpraca redakcyjna / Co-editor:

Agata Dróżdż

Projekt graficzny / Graphic Design:

Monika Wojtaszek-Dziadusz

Tłumaczenie przedmowy i streszczeń na język angielski / Translation of the foreword and summaries into English:

Michał Szymonik

Ilustracje / Illustrations:

Muzeum Archeologiczne w Krakowie, Muzeum Historyczne Miasta Krakowa

oraz / and:

M. Augustyn, Ł. Biały, A. Bohan, M. Czop, A. Gabryś, A. Gawrońska, A. Godlewski, M. Goras, E. Grochowska, P. Guzik, J. Hiżycka, Ł. Holcer, P. Jagło, A. Janikowski, P. Jurecki, T. Kalarus, A. Garbacz-Klempka, J. Korzeniowski, R. Korzeniowski, M. Mamica, L. Modelski, A. Mueller-Bieniek, Ł. Naprawski, P. Opaliński, M. Pawlikowski, R. Rolewicz, D. Rozbicka, M. Rudek, H. Sanecka, M. Sawicz, W. Sawicz, T. Sokołowski, K. Schejbal-Dereń, K. Szostek, T. Sztuka, J. Szymaszek, M. Wardas-Lasoń, Ł. Wdowczyk, B. Woch, P. Wojtal, E. Zaitz, J. Zych

Skład, przygotowanie do druku / Typesetting:

Jacek Łucki

ISSN 0137-3129

© Muzeum Historyczne Miasta Krakowa, Kraków 2010

Wydawca / Publisher: Muzeum Historyczne Miasta Krakowa

Rynek Główny 35

31-011 Kraków

tel. 012 422-32-64

www.mhk.pl

dyrekcja@mhk.pl

Nakład: 500 egz. / An edition of 500 copies

Druk / Print: Belcaro sp. z o.o.

Metale ciężkie w nawarstwieniach historycznych krzyża Sukiennic – próba ustalenia dróg migracji zanieczyszczeń

Średniowieczny Kraków swoją pozycję w Europie oraz potęgę gospodarczą zbudował na handlu i pośrednictwie w handlu surowcami o znaczeniu strategicznym. Temu celowi służyły przywileje zawarte w akcie lokacyjnym z 1257 roku oraz m.in. prawo składu, przymus drożny i różnorodne zwolnienia celne, nadane miastu przez kolejnych władców. Przywileje i zwolnienia celne umożliwiły bardzo aktywne uczestnictwo krakowskich kupców w handlu międzynarodowym i spowodowały w XIV wieku włączenie Krakowa do Hanzji¹. Dla interesujących nas zagadnień związanych z obecnością metali kolorowych na krakowskim Rynku ogromne znaczenie miało przede wszystkim prawo składu na miedź przywożoną z kopalni północnej Słowacji (karpackich) i przeznaczoną dla miast we Flandrii i Anglii, a także prawo handlu ołowiem i srebrem pochodzącym ze Sławkowa i Olkusza oraz handlu solą z Wieliczki i Bochni. Rozwój handlu tymi towarami przyczynił się bezpośrednio najpierw do budowy Wagi Ołowej (Wielkiej), o której wzmianki pojawiają się w źródłach historycznych już w 1302 roku, a także do nadania przez króla Kazimierza Wielkiego w 1358 roku prawa posiadania dwóch wag miejskich znanych jako Wielka Waga (Ołowna lub Ołowiana) i Mała Waga (Woskowa), a także topni srebra oraz oczyszczalni złota i postrzygalni sukna².

Istnienie na krakowskim Rynku urzędu wagi miejskiej i jego funkcjonowanie od XIV wieku w budynku określanym dziś jako Wielka Waga, a zlokalizowanym w najbliższym sąsiedztwie Sukiennic, nasuwa przypuszczenie, że przywożone tu metale mogły trafiać także do ówczesnych poziomów użytkowych istniejących wewnątrz zabudowań oraz w ich najbliższym otoczeniu. Sprzyjały temu nie tylko prace zwią-

zane z ważeniem i dzieleniem surowca w budynku wagi, ale też sam transport brukowanymi ulicami od bram miejskich (m.in. od bramy Sławkowskiej, Wiślniej i Grodzkiej) na Rynek, wyboistymi drogami lokalnymi przebiegającymi wokół placu oraz pomiędzy poszczególnymi zabudowaniami handlowymi. Ołów, miedź, sól i srebro transportowane były na Rynek na ciężkich wozach. Sam metal przeznaczony do handlu przybierał prawdopodobnie dość zróżnicowane kształty. Najczęściej były to zapewne płaskie, niezbyt ciężkie i masywne wylewki o czworobocznych lub kolistych kształtach, które dość łatwo nadawały się do przenoszenia na wozy oraz do dalszego transportu. Ze znalezisk archeologicznych wiemy, że mogły to być także amorficzne wylewki ołowiu o wadze nieprzekraczającej 1,1–1,3 kg, płaskie płyty ołowiu o prostokątnym kształcie (o długości około 20 cm), kolisty plastry miedzi o wadze około 10 kg (o średnicy do 48 cm), a także prostokątne płyty miedzi o wadze dochodzącej niekiedy nawet do 25 kg (o długości do 60 cm)³. Sporadycznie przybierały one także kształt ogromnych bochnów, które w przypadku ołowiu mogły osiągać wagę blisko 700 kg. Tej wielkości odlewy trafiały prawdopodobnie albo do topni zlokalizowanych w sąsiedztwie Wielkiej Wagi, albo też do składu surowca przeznaczonego na późniejsze przetworzenie na jednolite formy (zwane sztukami)⁴.

Ołów i miedź przywożono do Wielkiej Wagi na Rynku bezpośrednio z zakładów produkcyjnych, a więc z hut i topni. Powierzchnie płyt, plastrów i bochnów były pokryte pyłem, piaskiem oraz różnorodnymi zanieczyszczeniami poprodukcyjnymi, pochodzącymi przede wszystkim z form służących do ich odlewania. Część tych zanieczyszczeń ulegała zapewne zagubieniu podczas transportu wyboistymi

¹ Zob.: Niezabitowski M.: Zarys kontaktów handlowych Krakowa na przestrzeni dziejów. W: *Między Hanzją a Lewantem. Kraków europejskim centrum handlu i kupiectwa*. Red. S. Piwowarski. Kraków 1995, s. 10–26. Katalog wystawy zorganizowanej przez Muzeum Historyczne Miasta Krakowa i Krakowską Kongregację Kupiecką przy udziale Archiwum Państwowego w Krakowie. Pałac Krzysztoforów, grudzień 1995 r. – marzec 1996 r.

² Komorowski W., Sudacka A.: *Rynek Główny w Krakowie*. Red. nauk. O. Czerner. Kraków 2008, s. 31, 32.

³ Por.: Niezabitowski M.: Zarys kontaktów..., s. 40, 45, 46.

⁴ Komorowski W., Sudacka A.: *Rynek Główny...*, s. 38, 39. Waldemar Komorowski przypuszcza, że do Wielkiej Wagi na Rynku mogło w ciągu roku być przywożone nawet 500 ton samego ołowiu, a więc na ulice miasta wjeżdżało corocznie co najmniej 300 ciężkich (nawet sześciokonných) wozów z ołowiem, z których każdy przewoził około półtorej tony metalu. Na Rynek Główny mogły też trafiać co najmniej takie same ilości miedzi i srebra oraz kilkakrotnie więcej wielickiej soli.

drogami do Krakowa, część odpadała dopiero podczas wyładunku tych towarów lub późniejszego ponownego załadunku na wozy. Odzwierciedlają to nawarstwienia średniowieczne znajdujące się w najbliższym sąsiedztwie wagi.

Podczas sondażowych badań archeologicznych prowadzonych przez Muzeum Archeologiczne w Krakowie w 2003 roku w wykopie rozpoznawczym stwierdzono, że natychmiast po przecięciu nawarstwień profilem i otwarciu dostępu do nich powietrza oraz wilgoci utwory te zmieniały kolor, uzyskując zielonkawy i niebieskawy odcień⁵. Stało się to na skutek uaktywnienia procesów chemicznych, w wyniku których znajdujące się w ziemi drobiny metalu ulegały w nowych warunkach bardzo szybkiemu utlenieniu. W tych samych warstwach znajdowały się też ogromne ilości amorficznych, różnej wielkości bryłek miedzi i ołowiu, a także różnorodne bryłki żużla żelaznego i brązowego oraz sople szlaki pochodzącej z obróbki metali kolorowych. Obok nich pojawiały się też wspomniane wcześniej niewielkie placki i fragmenty płyt miedzianych (lub brązowych), wylewki przetopionego metalu, a także resztki pieców produkcyjnych, którym towarzyszyły ogromne ilości spalenizny w postaci popiołu, węgla drzewnych i przepalanej gliny⁶. Nie ulega wątpliwości, że nagromadzone w nawarstwieńiach w rejonie Wielkiej Wagi różnorodne pozostałości metali oraz odpadki poprodukcyjne pochodzą z topni metali oraz z transportu i przeładunku towarów przywożonych na Rynek.

Zalegający dziś w nawarstwieńiach rynkowych pył metaliczny gromadził się pierwotnie (w XIV–XV wieku) na stropie warstw ziemnych, klepek o nietwardzonej nawierzchni oraz bruków kamiennych, pełniących rolę poziomów użytkowych. Stąd część drobin metali migrowała z wodą opadową do ich podłoża, a jednocześnie inne – zapewne wraz z ziemią i błotem pokrywającym nawierzchnię bruków – były roznoszone po drogach wewnętrznych na Rynku oraz do obiektów sąsiadujących z zabudowaniami Wielkiej Wagi. Ogromne nagromadzenie drobin metali oraz stały ich dopływ na Rynek musiały w konsekwencji doprowadzić do skażenia środowiska naturalnego. Badania geochemiczne zawartości metali ciężkich w poszczególnych warstwach kulturowych i poziomach użytkowych pozwa-

lają prześledzić kolejne etapy przekształcania środowiska, a także gromadzenia się w nich zanieczyszczeń⁷. Dotychczasowe badania wykazały, że stopień ich koncentracji jest tak znaczny, że obecnie można zaryzykować twierdzenie, iż działalność gospodarcza doprowadziła w przeszłości do ogromnego skażenia środowiska. Jednym z jej skutków była utrzymująca się do dziś zmiana składu wód podziemnych na terenie starego Krakowa⁸. Istnienie w rejonie historycznego Rynku, zwłaszcza w okolicach Wielkiej Wagi, licznych miejsc wykazujących anomalnie wysoką koncentrację miedzi i ołowiu zaobserwowano już podczas pierwszych badań geochemicznych, obejmujących pojedyncze próbki ziemi pobieranej ze średniowiecznych nawarstwień. Badania próbek ziemi pobranych w 2003 i 2004 roku z uzyskanych wówczas profilów archeologicznych pozwoliły zidentyfikować mikroskopowo obecność wydzielen metalicznych⁹.

Obecnie prowadzone są już kompleksowe i systematyczne badania interdyscyplinarne w najważniejszych obiektach średniowiecznego Krakowa. Przeprowadzenie pozwoli one wyjaśnić wiele zagadnień dotyczących historii zanieczyszczenia środowiska i jego skutków. Jednym z takich punktów kluczowych jest krzyż Sukiennic, który znajdował się na przecięciu linii przebiegających wzdłuż głównych arterii komunikacyjnych średniowiecznego miasta, a więc dzisiejszych ulic Szewskiej i Siennej oraz św. Jana i Brackiej. Do badań geochemicznych pobrane zostały próbki z nawarstwień (czyli gruntów), które powstały wskutek naturalnego gromadzenia się ziemi i odpadków gospodarczych oraz próbki ziemi pobrane z warstw zalegających bezpośrednio pod brukami, a więc pod utwardzonymi poziomami użytkowymi lokalnej drogi przebiegającej wzdłuż i w poprzek Rynku, a także przez późniejszy gmach Sukiennic.

W wykopie badawczym, zlokalizowanym w krzyżu w trakcie prac wykopaliskowych prowadzonych przez ekipę Muzeum Archeologicznego w Krakowie w 2006 i 2010 roku natrafiono na dwa XIV-wieczne bruki z zachowanymi rysztokami¹⁰. Są one najstarszymi poziomami użytkowymi o stałej nawierzchni, to znaczy odpowiednio urządzonej, z wyznaczoną linią odpływu ścieków w kierunku wschodnim i zachodnim oraz z dość znacznym spadkiem. Obie utwardzone nawierzchnie pojawiły się tylko w południowej

⁵ Zob.: Zaitz E.: Sprawozdanie z badań sondażowych prowadzonych na Rynku Głównym w Krakowie w 2003 roku. W: *VI Konferencja Naukowo-Techniczna „Inżynierskie problemy odnowy staromiejskich zespołów zabytkowych REW-INŻ. 2004”*. Kraków, 24–26 listopada 2004 r. *Materiały konferencyjne*. T. 1. Kraków 2004, s. 286–288. Zielone i niebieskie przebarwienia pojawiały się wszędzie, a więc na grudkach ziemi, okruskach ceramiki, bryłkach cegieł, kamieniach, połupanych kościach zwierzęcych, a nawet na szczapkach drewna i innych materiałach organicznych.

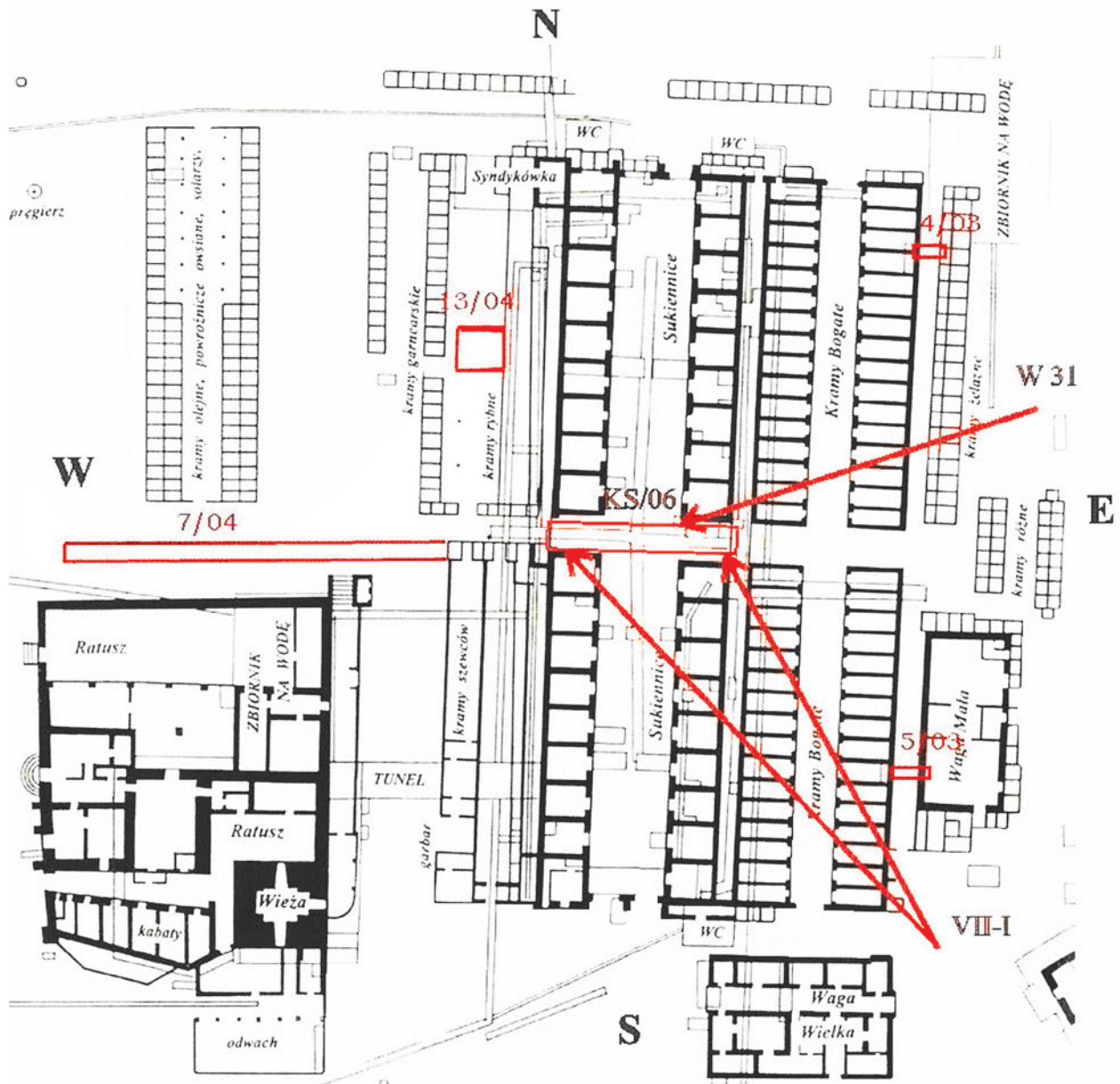
⁶ Por.: *ibidem*..., s. 286. W 2003 r. we wnętrzu budowli odkryto także podmurówkę pieca grzewczego lub produkcyjnego z cegieł łączonych gliną.

⁷ Por.: Wardas M., Such J.: *Analiza zawartości metali ciężkich w nawarstwieńiach historycznych Krakowa i ich rola wskaźnikowa w badaniach archeologicznych*. „Geologia” 2009, t. 35, z. 1. Nawarstwienia historyczne Krakowa, s. 101–115.

⁸ Zob.: Wardas M., Biel A.: *Wpływ aktywności człowieka na zmiany właściwości fizykochemicznych gruntów w nawarstwieńiach kulturowych w rejonie północnej części Małego Rynku w Krakowie*. „Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych” 2009, nr 40, s. 130–136; Kleczkowski A.S., Myszkowski J.: *Hydrogeologia Rynku Głównego i Starego Miasta*. Przewodnik LX Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego. Kraków 1989, s. 168, 169.; Kleczkowski A.S., Czop M., Motyka J., Rajchel L.Z.: *Wpływ czynników geogenicznych i antropogenicznych na skład chemiczny wód podziemnych w Krakowie*. „Geologia” 2009, t. 35, z. 1. Nawarstwienia historyczne Krakowa, s. 117–128.

⁹ Wardas M., Zaitz E., Pawlikowski M.: *Rozpoznanie historycznych nawarstwień i podziemnej infrastruktury Krakowa, Kazimierza i ich przedmieść*. „Roczniki Geomatyki” 2007, t. 5, z. 8, s. 235–247.

¹⁰ Por.: Zaitz E.: *Badania archeologiczne w Sukiennicach i na Rynku Głównym w Krakowie* w niniejszym zeszycie „Krzysztoforów. Zeszytów Naukowych Muzeum Historycznego Miasta Krakowa” (cz. 1).



Ryc. 1. Rynek Główny, krzyż Sukiennic. Miejsca pobierania próbek z nawarstwień w krzyżu Sukiennic (W31 – z profilu nawarstwień w części północno-wschodniej, I–VII – spod bruków) na tle rozmieszczenia wykopów archeologicznych z 2003 (4 i 5 marca) i 2004 r. (7 i 13 kwietnia) na planie zabudowy Rynku z 1787 r.; oprac. E. Zaitz, M. Wardas

części przejścia krzyżowego, natomiast w części północnej ich kontynuacją były poziomy użytkowe o nieutwardzonej nawierzchni, a więc tzw. klepiska lub deptaniska ziemne pozbawione stałego utwardzenia. Pozostałości kolejnych bruków kamiennych zachowały się na stropie późnośredniowiecznych nawarstwień tylko w zachodniej części krzyża. Starszy z nich, zachowany w postaci podsypki piasku oraz pojedynczych brukowców, pochodził prawdopodobnie z XV–XVI stulecia, natomiast młodszy mógł funkcjonować od XVI wieku do początku XIX stulecia. Bruk ten uchwycono tylko po północnej i południowej stronie krzyża Sukiennic i był poprzecinany różnoczasowymi przekopami. Wzdłuż lica murów zamykających od północy i południa przejście przez krzyż zniszczono go wykopami budowlanymi wykonanymi przez Tomasza Prylińskiego w latach 70.

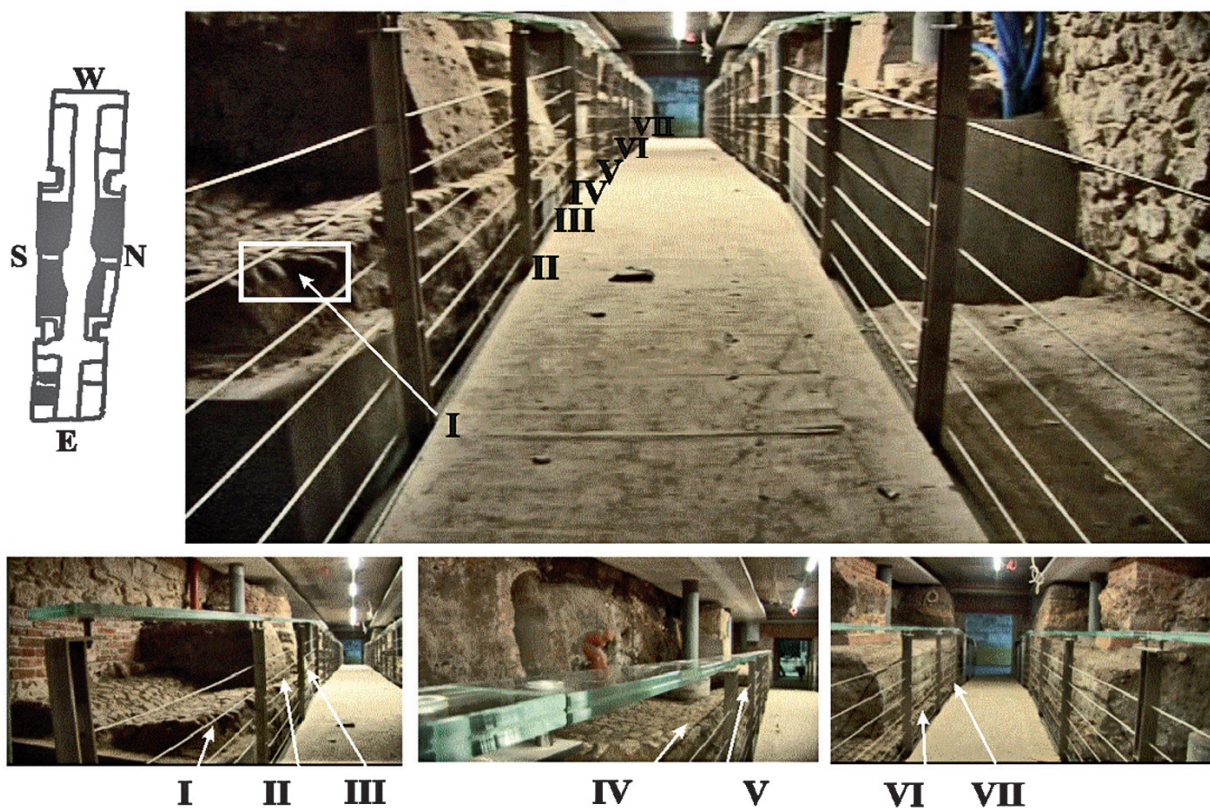
XIX wieku, natomiast wzdłuż osi krzyża przekopami instalacyjnymi pod sieć gazową i kanalizację z drugiej połowy XX stulecia. Jego ryzostok został całkowicie zlikwidowany podczas wspomnianych robót instalacyjnych prowadzonych na osi krzyża, natomiast partie zlokalizowane w hali Sukiennic oraz we wschodniej części krzyża uległy całkowitemu zniszczeniu w trakcie niwelacji terenu dokonanej podczas przebudowy Sukiennic pomiędzy 1875 a 1879 rokiem oraz w latach 70. minionego stulecia.

Z wykopów zlokalizowanych w krzyżu Sukiennic do pełnych badań geochemicznych, z oznaczeniem wskaźników fizykochemicznych oraz zawartości miedzi i ołowiu, a także z obserwacjami mikroskopowymi składu mineralnego i ziarnowego, wytypowano nawarstwienia czytelne w przekroju zlokalizowanym w północno-wschodniej



Ryc. 2. Rynek Główny, krzyż Sukiennic. Miejsca pobierania próbek z profilu nawarstwień w północno-wschodniej części krzyża Sukiennic (W31); fot. M. Wardas

krzyż Sukiennic



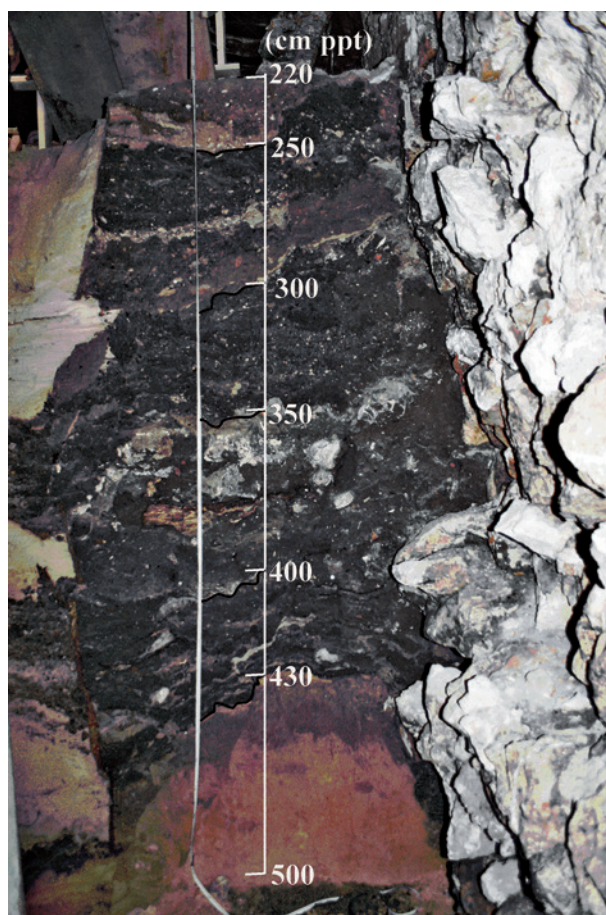
Ryc. 3. Rynek Główny, krzyż Sukiennic. Miejsca pobierania próbek I–VII spod nawierzchni XIV-wiecznych bruków na widoku krzyża Sukiennic po jej przebudowie na potrzeby ekspozycji; fot. M. Wardas

części krzyża (wykop 31, odcinek A, część N, profil W). Próbkę pochodziły z warstw kulturowych zachowanych do głębokości około 470 cm i zalegających pomiędzy przekopem kanalizacyjnym z 1996 roku a wykopem budowlanym

Tomasza Prylińskiego z lat 70. XIX wieku. Dla oceny jakości i składu nawarstwień zalegających pod wspomnianymi wcześniej brukami próbki pobierano z południowej części krzyża, z drogi funkcjonującej w tym miejscu od

początku XIV wieku. Zalegające pod nią nawarstwienia pochodziły zapewne z XIII stulecia. Rejony obecnych badań geochemicznych zostały zaznaczone na planie Rynku Głównego wykonanym na tle rozmieszczenia wykopów archeologicznych zrealizowanych w 2003 i 2004 roku (zob. ryc. 1)¹¹. Dokładne miejsca pobierania próbek pokazano na rysunkach strzałkami, natomiast ich lokalizację zaznaczono w sposób schematyczny na fotografiach (por. ryc. 2, 3). Zarówno metodyka opróbowania, jak i oznaczania wskaźników fizykochemicznych, zawartości substancji organicznej i metali były realizowane w sposób standardowy, według analogicznego schematu postępowania, jaki stosowano w dotychczasowych badaniach warstw (gruntów) pochodzących z innych obiektów archeologicznych na terenie Krakowa¹². Dzięki temu jest możliwe bezpośrednie porównywanie wyników ze wszystkich analizowanych do tej pory punktów badawczych.

Interesującą nas przekrój nawarstwień z wykopu 31 uzyskano podczas badań archeologicznych wykonanych w 2006 roku w północno-wschodniej części krzyża (zob. ryc. 4). Z poszczególnych warstw przeciętych wówczas profilem pobierano próbki powierzchniowe, bruzdowe, dążąc przy tym do tego, aby powierzchnia każdej z nich odpowiadała iloczynowi miąższości warstwy i szerokości około 30 cm. Zazwyczaj starano się przy tym uzyskać próbkę o masie około 0,5 kg. Ograniczone możliwości finansowe pozwoliły wówczas jedynie na przebadanie kilku nowożytnych próbek pobranych z osadów kanalizacyjnych, natomiast nie udało się zanalizować próbek pozyskanych z nawarstwień średniowiecznych zadokumentowanych w omawianym profilu¹³. W tej części krzyża Sukiennic osiągnięto piasek calcowy, zalegającą na nim nadcalcową warstwę humusową o miąższości dochodzącej do 30 cm oraz różnorodne nawarstwienia średniowieczne uformowane w okresie od XIII do XV wieku. Łącznie miały one miąższość około 200 cm, cechowały się zbitą konsystencją i ciemnym zabarwieniem, a także zawartością materiałów organicznych, pojedynczych okruszków cegieł (tylko w części górnej), grudek polepy oraz ostrokrawędzistych kamieni wapiennych. Utwory te interpretowane są jako pozostałości średniowiecznych poziomów użytkowych o nieutwardzonej nawierzchni, które funkcjonowały przed lokacją miasta (nadcalcowa warstwa próchniczna)



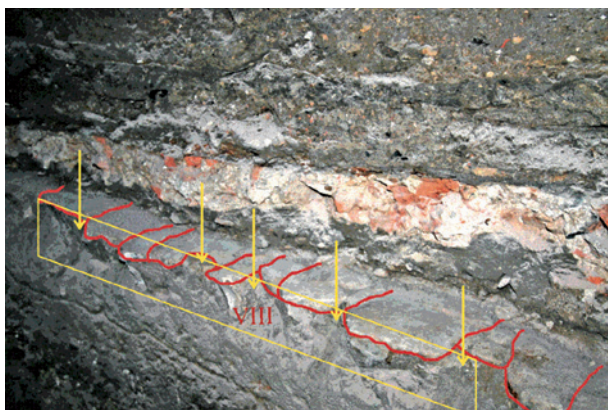
Ryc. 4. Rynek Główny, krzyż Sukiennic, wykop 31 (W31). Przekrój nawarstwień w północno-wschodniej części krzyża ze schematycznie zaznaczonymi głębokościami i miejscami pobierania próbek. Z prawej lico muru zbudowanego przez T. Prylińskiego w latach 70. XIX w., z lewej nasypy w przekopie kanalizacyjnym z 1996 r., fot. M. Wardas

oraz w okresie istnienia najstarszych zabudowań handlowych na Rynku. Poszczególne warstwy w omawianym profilu były oddzielone od siebie strukturami złożonymi bądź z luźno tkwiących okruszków wapieni, bądź też warstewkami wzbogaconymi w drobnoziarniste minerały, które w ich stropie zaznaczały miejsca ustabilizowanego – przynajmniej na pe-

¹¹ Por.: Zaitz E.: Sprawozdanie z badań sondażowych..., s. 263–296, ryc.; idem: *Sprawozdanie z badań archeologicznych prowadzonych w Krakowie w 2004 roku przy przebudowie nawierzchni płyty Rynku Głównego po zachodniej stronie Sukiennic*. „Materiały Archeologiczne” 2006, t. 36, s. 79–142; Wardas M., Pawlikowski M., Zaitz E.: Zanieczyszczenie metalami gruntów infrastruktury podziemnej Rynku w Krakowie przyczyną skażenia historycznych osadów wodno-kanalizacyjnych. W: *VII Konferencja Naukowo-Techniczna „Inżynierskie problemy odnowy staromiejskich zespołów zabytkowych REW-INŻ. 2006”*. Kraków, 31 maja – 2 czerwca 2006 r. *Materiały konferencyjne*. Kraków 2006, s. 177–188; Kluj M., Pawlikowski M., Zaitz E.: *Badania mineralogiczne osadów antropogenicznych oraz wybranych materiałów budowlanych odkrytych pod płytą Rynku Głównego w Krakowie*. „Materiały Archeologiczne” 2006, t. 36, s. 191–200.

¹² Zob.: Wardas M., Pawlikowski M., Zaitz E.: Systemy średniowiecznej kanalizacji Krakowa jako ochrona przed antropogeniczną modyfikacją środowiska. W: *Zapis działalności człowieka w środowisku przyrodniczym. Metody badań i studia przypadków*. Red. A. Latocha, A. Traczyk. Wrocław 2007, s. 136–146.

¹³ W 2006 r. pobrano także próbki z urządzeń kanalizacyjnych, które włączono do programu badawczego *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*, który realizowano w latach 2003–2006. Badania nawarstwień zostały dofinansowane w kolejnym projekcie *Rozpoznanie historycznych nawarstwień i podziemnej infrastruktury Krakowa, Kazimierza i ich przedmieść w nawiązaniu do rewitalizacji zabytków i 750 rocznicy lokacji miasta*, realizowanym od 2006 r.



Ryc. 5. Rynek Główny, krzyż Sukiennic. Nawierzchnia XIV-wiecznego bruku z lokalizacją miejsc pobierania próbek (VIII) spod kamieni; fot. M. Wardas

wien czas – poziomu użytkowego¹⁴. Bezpośrednio na stropie średniowiecznych utworów zalegał przemieszany nasyp niwelacyjny pochodzący z końca XX stulecia, ewentualnie z początku XXI wieku. Był to nasyp piaszczysto-gruzowy powiązany prawdopodobnie z remontem Sukiennic w latach 70. XX wieku, ewentualnie z wykonanymi wówczas badaniami archeologicznymi (wykop 16)¹⁵.

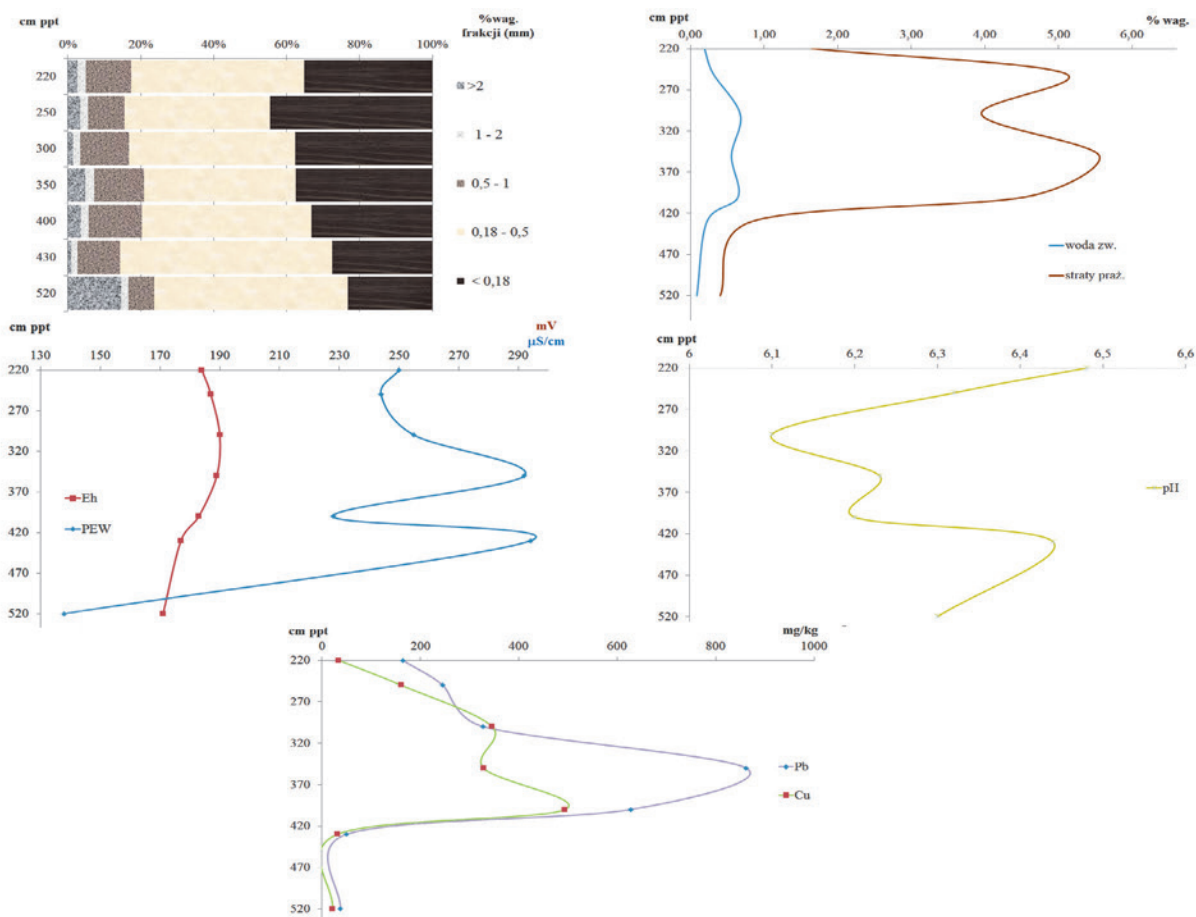
Próbki geochemiczne spod bruku pozyskiwano z ziemi (gruntu) uwięzionej (i wciśniętej) między kamieniami nawierzchni drogi funkcjonującej w krzyżu w XIV wieku (por. ryc. 5). Do tego celu wytypowano miejsca o stosunkowo najmniej zakłóconej powierzchni, które były zlokalizowane na północnym obrzeżu uliczki (drogi) wewnętrznej biegnącej przez krzyż Sukiennic po osi wschód – zachód. Łączyła ona główną oś komunikacyjną miasta prowadzącą obecnymi ulicami Szewską i Sienną, a także zabudowania położone na ówczesnym placu targowym po wschodniej i zachodniej stronie Rynku. W rzeczywistości materiał do analiz pozyskano z tzw. pułapek, a więc spod dużych kamieni znajdujących się w nawierzchni nienaruszonego bruku. Łącznie pobrano siedem zbiorczych próbek. Pochodziły one z powierzchni gruntów wyróżniających się zbitą konsystencją i jednolitą strukturą, które wcinają się w piasek będący nasypem niwelacyjnym i podsypką pod bruk. Te ciemne i zwarte utwory powstały prawdopodobnie z osadów błota, które w okresie funkcjonowania tego poziomu użytkowego zalegało na jego nawierzchni i stąd stopniowo spływało między brukowce. Zapępiało wówczas przestrzenie międzybrukowe, które powstawały po utworach (głównie piasku i ziemi) wypłukanych przez wody opadowe. Dzięki takim procesom zawartość i jakość osadów (namułów) zalegających między brukowcami może odzwierciedlać zanieczyszczenie środowiska w XIV stuleciu, a więc w okresie użytkowania nawierzchni poddanej badaniom geochemicznym.

¹⁴ Warstwy późnośredniowieczne mają bardzo dużo wydzieleni litologicznych. Jednak ich niejednorodność oraz zaburzone granice spowodowały, że ograniczono się do opróbowania warstw o miąższości około 50 cm. Próbki pobierano z powierzchni ich przekroju.

¹⁵ Zob.: Reyniak J.: *Kraków – Stare Miasto. Sukiennice. Informator Archeologiczny. Badania 1975*. Warszawa 1976, s. 185–187.

Badania przeprowadzone na materiałach pozyskanych z próbek pochodzących z nawarstwień oraz z gruntu podbrukowego miały zróżnicowane cele i różny zakres. W próbkach pochodzących z błota pod brukami określono tylko zawartość metali ciężkich oraz udział wydzielonych frakcji ziarnowych (por. ryc. 6), natomiast w próbkach pozyskanych z nawarstwień uformowanych w północno-wschodniej części krzyża wykonano znacznie szerszy zakres oznaczeń (zob. ryc. 7). W odniesieniu do określeń metali warto pamiętać, że z geochemicznego punktu widzenia ołów i miedź wykazują pewną odmienność wynikającą z ich trwałości. Ołów ma przede wszystkim większą odporność na korozję od miedzi, stąd jeśli dochodzi do migracji ołowiu, to można założyć, że w jeszcze większym stopniu temu zjawisku ulegać będzie miedź. Analizując poziomy stężenia metali w gruntach, należy najpierw ustalić, z czego mogą wynikać zmiany ich koncentracji. W tym celu trzeba określić rodzaj gruntu, jego uziarnienie, zawartość wody związanej oraz substancji organicznych, a także odczyn pH (zakwaszenie), zasolenie gruntu i udział innych substancji, które są odpowiedzialne za zużywanie tlenu, czyli za tzw. potencjał oksydacyjno-redukcyjny. Wszystkie te analizy określają, jakie gruntu ma potencjalne właściwości sorpcyjne, a także czy obecne są w nim fazy zdolne w obecności wody do zakwaszenia lub alkalizacji środowiska. Opierając się na wartościach wyżej wymienionych wskaźników można także stwierdzić, czy gruntu ma zdolność przepuszczania, czy też zatrzymywania roztworów, czy dostawa zanieczyszczeń do ziemi miała tendencję stałą, czy też była tylko incydentalna. Na ich podstawie można też będzie oceniać drogi i przyczyny dostania się zanieczyszczeń do nawarstwień historycznych.

W przekroju nawarstwień odkrytych w północno-wschodniej części krzyża Sukiennic reprezentowane są warstwy i poziomy użytkowe uformowane przed i po lokacji Krakowa. Na podstawie analiz geochemicznych można stwierdzić, że utwory te nie różniły się w sposób zasadniczy od siebie. Warstwy przedlokacyjne miały miąższość dochodzącą nawet do 70 cm. Były to utwory ukształtowane nad piaskiem całkowym i pełniące rolę poziomu użytkowego funkcjonującego we wczesnym średniowieczu także na innych terenach otaczających późniejsze Sukiennice oraz rejon kościoła św. Wojciecha. W północno-wschodniej części krzyża calec reprezentowały żółte i żółto-rude, dobrze wysortowane piaski, zalegające na głębokości poniżej 460–500 cm. Calec i nakrywająca go warstwa nadcalcowa to w zasadzie osady naturalne zawierające tylko śladowe ilości substancji organicznych. Znajduje to odzwierciedlenie przede wszystkim w bardzo niskich wartościach PEW, które odpowiadają wskaźnikowi zasolenia, ale także w potencjale Eh i zawartości substancji organicznej. Te dwa ostatnie wskaźniki pokazują, że osady te są jałowe pod względem zawartości faz zużywających tlen, którymi jest przede wszystkim podlegająca mineralizacji (czyli utlenieniu i rozkładowi) substancja organiczna. Przebieg zmienności zawartości wody związanej oddaje zmienność strat prażenia. Tym samym widać, że za wilgoć w gruntach (nawarstwień) odpowiada przede wszystkim substancja organiczna. Odczyn pH gruntów wykazuje w pewnym sensie zależność przeciwną do zawartości substancji organicznej, co wzmocnione zawartością wilgoci może wskazywać na jej występowanie w formie bardzo rozdrobnionej, z dużym



Ryc. 6. Rynek Główny, krzyż Sukiennic. Skład granulometryczny i charakterystyka fizykochemiczna gruntów z nawarstwień zadokumentowanych w profilu W31 w północno-wschodniej części krzyża; oprac. M. Wardas

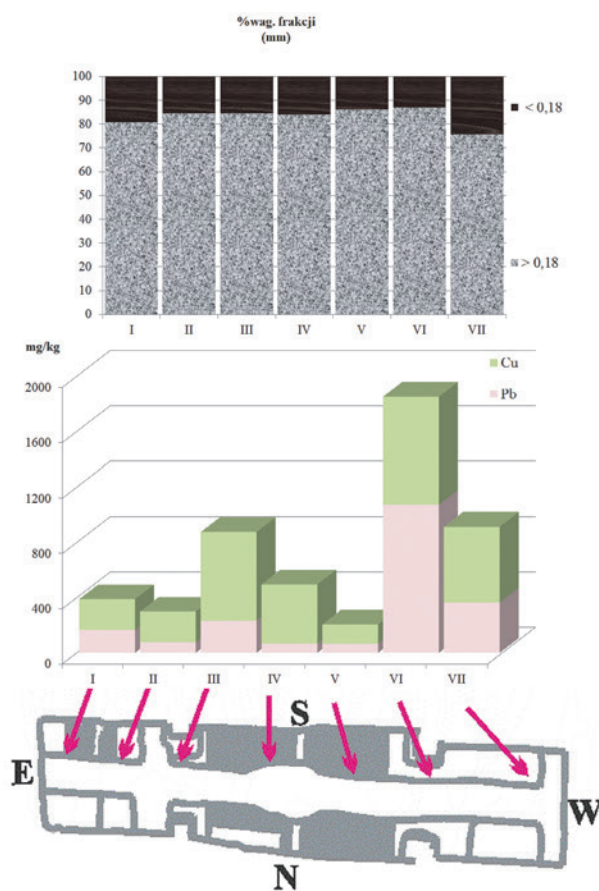
udziałem form łatwo rozpuszczalnych w wodzie i posiadających właściwości zakwaszające środowisko. Udział wody i zawartość substancji organicznej powiela także wskaźnik udziału frakcji najdrobniejszej (mniejszej niż 0,18 mm), co znów potwierdza tezę, że w nawarstwieńach wczesno- i późnośredniowiecznych obecna jest substancja organiczna w postaci bardzo mocno rozdrobnionego detrytus, który jest łatwo rozpuszczalny w wodzie i posiada właściwości zakwaszające. Ta cecha gruntów – wobec ich znacznego zasolenia (zwłaszcza chlorkami) – powoduje, że w nawarstwieńach panują warunki sprzyjające wynoszeniu i migracji metali prawdopodobnie w formie metaloorganicznych związków. Sorpcja jonów metali jest trudna, zwłaszcza wobec konkurencji z jonami sodu, które są zawsze obecne w solankach.

Najbardziej interesująca jest zmienność w nawarstwieńach zawartości metali ciężkich. Wartość maksymalna koncentracji dotyczy ołowiu, którego zawartość w warstwach młodszych rośnie ponad 600-krotnie (!) w stosunku do stężenia w warstwie nadcalcowej. W przypadku miedzi ten wzrost jest około 500-krotny. Warto tu jednak zwrócić uwagę na fakt, że wzrosty powyżej dopuszczalnej normy są odnotowywane już w warstwie przedlokacyjnej. Kolejna warstwa, datowana już na okres polokacyjny, wykazuje dalszy wzrost zawartości ołowiu i spadek zawartości miedzi. Wszystkie następne utwory pokazują, że albo zmalała emisja metali, albo też ich koncentracja w najniższej leżącej warstwie oddaje w efekcie mechanizmy migracji metali ciężkich oraz

ich ostatecznej kumulacji w warstwie najniższej leżącej. Obie powyższe tezy będą podlegały weryfikacji w trakcie analizy kolejnych wyników badań nawarstwień archeologicznych.

Dokonując oceny stopnia zanieczyszczenia metalami ciężkimi warstw nowożytnych zalegających w krzyżu Sukiennic, można stwierdzić, że zawartości miedzi (Cu) i ołowiu (Pb) odpowiadają współczesnemu poziomowi zanieczyszczenia gruntów antropogenicznych oraz nasypów niwelacyjnych. W utworach tych odczyn kwasowości (pH) jest podnoszony przez obecność składników zaprawy wapiennej, ilość substancji organicznej i wody związanej, natomiast dość znacznie maleje z powodu porowatej struktury gruntów, która wynika przede wszystkim ze zróżnicowanego uziarnienia. Ich obecność powoduje, że są to utwory łatwo przepuszczalne. Zasolenie w tych gruntach maleje także po ich wystawieniu na działanie warunków atmosferycznych. Wspomniana struktura sprawia, że nie zatrzymują soli.

Obserwacje zanieczyszczenia metalami w obrębie cząstek gruntu zalegających pod kamieniami bruku z XIV stulecia, a więc w utworach zatrzymanych w przestrzeniach międzybrukowych, ujawniają dość zróżnicowane tendencje. W odniesieniu do sumy dwóch najważniejszych metali (miedzi i ołowiu) stwierdzono trzy podobne typy zmienności, różniące się jedynie wielkością zanieczyszczenia. Generalnie zawartość tych metali rośnie w kierunku ze wschodu na zachód, natomiast w obrębie poszczególnych „schodków” tendencja jest odwrotna, czyli koncentracja maleje



Ryc. 7. Rynek Główny, krzyż Sukiennic. Zmiana zawartości sumy oznaczonych metali ciężkich we frakcji mniejszej niż 0,18 mm w warstwach podbrukowych; oprac. M. Wardas

w miarę przemieszczania się w południowej części krzyża Sukiennic ze wschodu na zachód. Kolejne spostrzeżenie dotyczy – odmiennie aniżeli w gruntach tworzących nawarstwienia w północno-wschodniej części krzyża – różnego stopnia koncentracji miedzi i ołowiu. Na zmiany koncentracji tych metali, w przypadku ziemi pozyskanej z warstwy podbrukowej, raczej nie mogą mieć wpływu cechy gruntu,

gdyż na podstawie składu ziarnowego można stwierdzić, że w poszczególnych strefach pobierania próbek był to typ gruntów bardzo zbliżonych do siebie.

Kończąc analizę przeprowadzonych badań geochemicznych, należy pamiętać, że z uwagi na ochronę powierzchni XIV-wiecznych bruków przeznaczonych do przyszłej ekspozycji muzealnej, nie było możliwości pobierania większych próbek. Często uzyskanie próbki o masie 0,5 kg zmuszało badaczy do pobierania gruntu z większej przestrzeni, stąd mają one zazwyczaj charakter próbek zbiorczych. Niekiedy na odcinku około 50 cm zeszkrobywano z przestrzeni pomiędzy kamieniami tylko cienką warstewkę najdrobniejszego utworu o ciemnej barwie, który posiadał nienaruszoną strukturę. Te cechy świadczyły o tym, że jest to nienaruszone „historyczne” błoto, które w średniowieczu uległo uwięzieniu w pułapce między kamieniami brukowymi.

Badania geochemiczne próbek pobranych z nawarstwień w krzyżu Sukiennic są kontynuowane, a uzyskiwane z nich wyniki będą nadal korelowane oraz poddawane szczegółowym interpretacjom archeologicznym i historycznym. Dziś można stwierdzić, że średniowieczne poziomy użytkowe i warstwy kulturowe zawierają ogromne ilości metali ciężkich, głównie miedzi i ołowiu. Ich pojawienie się na krakowskim Rynku było związane z funkcjonowaniem urzędu wagi miejskiej oraz z prowadzonym na bardzo dużą skalę handlem tymi surowcami. Drobiny miedzi i ołowiu przedostawały się na teren Sukiennic przede wszystkim z zabudowań Wagi Ołowej (Wielkiej), gdzie zlokalizowane były topnie oraz główny ośrodek handlu tymi metalami. Stąd mikrocząsteczki były przenoszone na nogach ludzi i zwierząt oraz na kołach małych wozów i wózków dowożących różnorodne towary do wnętrza sąsiednich budowli, zajmujących się głównie handlem skórą, sukniem, tkaninami oraz innymi produktami rzemieślniczymi i spożywczymi. Tęgo rodzaju „transport” (m.in. do krzyża Sukiennic) ułatwiała zalegająca na brukach, klepiskach i innych poziomach użytkowych błoto, kurz oraz szczątki organiczne.

Praca została zrealizowana w ramach projektu badawczego MNiSW N 525 014 32/1746 (18.18.140.563–AGH).

Heavy Metals in the Historical Layers at the Cross in the Cloth Hall – an Attempt at Establishing Directions of the Migration of Pollutants

The archaeological surveys carried out at the cross in the Cloth Hall in 2006 and 2010 revealed diverse layers dating back to the early medieval times and to the period following the Town Charter of 1257. The layers were classified into levelling fills and waste material, the relics of cobbled surfaces, and the utility levels surfaced with dirt floor. These formations were sampled for geochemical analysis. It was established during the specialist tests that the said formations were characterized by very high contents of heavy metals, which in many cases exceeded the allowable limits several times. The maximum concentration of lead was nearly 600

times greater than the limit, while the maximum concentration of copper went almost 500 times beyond the respective threshold value. The main source of the pollutants had been the large-scale trade in copper and lead in Kraków, with the melt shops in Main Market Square where silver had been retrieved from these metals.

It was already in the Middle Ages that heavy metals largely polluted the natural environment in the area of the Old Town and its outskirts. One of the consequences was the contamination of underground waters in wells, which has been observed in Kraków to this day.