

Dariusz ROZMUS¹

ARCHEOLOGICZNE ŚLADY WCZESNOŚREDNIOWIECZNEJ TECHNOLOGII WYTOPU OŁOWIU – UWAGI NA TEMAT WSPÓŁPRACY INTERDYSCYPLINARNEJ ARCHEOLOGÓW, METALURGÓW I SPECJALISTÓW W ZAKRESIE OCHRONY ŚRODOWISKA

Na obszarach wychodni dolomitów kruszczośnych, na obszarach pogranicza Śląska i Małopolski odkryto osady produkcyjne w których zajmowano się metalurgią srebra i ołowiu. Dwie z badanych archeologicznych osad produkcyjnych, znajdujące się w Dąbrowie Górniczej-Łośniu i Sosnowcu-Zagórze, można określić mianem wczesnośredniowiecznych hut. Stanowiska związane z wytopem ołowiu i srebra datowane są na okres od drugiej połowy XI w. do przełomu wieku XII i XIII. Podczas badań archeologicznych stwierdzono występowanie różnorodnych pieców i palenisk do wytopu ołowiu. Znaleziska dysz świadczą o stosowaniu sztucznego nawiewu. Osobnym zagadnieniem badawczym jest rekonstrukcja procesów hutniczych. Podczas badań o charakterze interdyscyplinarnym stwierdzono, na niektórych stanowiskach produkcyjnych takich jak Dąbrowa Górnicza-Łosień, Dąbrowa Górnicza-Strzemieszycze Wielkie oraz Sosnowiec-Zagórze, redukcje siarczków ołowiu związkami żelaza. W rejonie pieców hutniczych występuje też silne zanieczyszczenie gleby związkami ołowiu. Rozpoznanie złożoności procesów chemicznych będących podstawą wczesnośredniowiecznej metalurgii srebra i ołowiu wymaga współpracy archeologów z metalurgami i specjalistami od ochrony środowiska.

Hutnictwo nie istnieje bez górnictwa i odwrotnie. Samo słowo *metal* zapożyczone do języka polskiego z języka łacińskiego (*metallum*) pochodzi do greckiego słowa *métallon* oznaczającego kopalnię. Kopalnia i huta od czasów starożytnych stanowiły jedno przedsięwzięcie ekonomiczne. Właściciele mogli być różni, ale w sposób oczywisty „przedsiębiorcy” zdani byli na siebie (Michałowski, 1949). Dopiero w ciągu ostatnich dwustu lat, dzięki rozwojowi kolei możliwe stało się geograficzne oddzielenie obu tych przedsięwzięć. Piszący w XVI w. teoretyk górnictwa i hutnictwa, Georgius Agricola, wprost zauważa, że *znajdzie się mało tych, którzy obeznani są w całej*

¹ Muzeum Miejskie „Sztynarka” w Dąbrowie Górniczej, Dąbrowa Górnicza ul. Legionów Polskich 69, rozmusd@poczta.onet.pl.

nauce (...) jeden zna się na kopaniu, inny na płukaniu, inny jest pewien wytapiania, w innym ukryte są zdolności miernicze, inny zaś pomysłowo buduje maszyny, a inny jeszcze zna prawo górnicze (Agricola, 2000). Oznacza to ni mniej ni więcej, że badacze średniowiecznego górnictwa kruszcowego podczas swoich badań często spotykają się z pozostałościami hutnictwa w rejonie badanych szybów górniczych. Warto zatem przekazać kilka uwag dotyczących wyzwań badawczych związanych z nowym zagadnieniem w archeologii wczesnego średniowiecza, jakim jest badanie stanowisk produkcyjnych związanych z wytopem ołowiu i srebra. Piecowiskom powinny towarzyszyć ślady działalności górniczej i tak w istocie jest. Jednak pomimo istnienia tysięcy śladów szybów górniczych bardzo trudno je datować. Na starsze szybiki nakładają się młodsze, głębiej poprowadzone roboty. W rejonie Tarnowskich Gór ilość szybików oceniono nawet na około 20 tysięcy, a długość korytarzy dziewięciu starych sztolni na 40 km (Żeglicki, 1996). Równie liczne są ślady po wyrobiskach w Dąbrowie Górniczej czy też w rejonie Olkusza. Dotychczas na produkcyjnych stanowiskach archeologicznych badanych w Zagłębiu Dąbrowskim stwierdzono tylko jeden obiekt archeologiczny, który można uznać bez wątpliwości za płytki szyb górniczy (pinga) i powiązać go z lokalnym miejscem wytopu. Jest to obiekt wyróżniony w osadzie w Dąbrowie Górniczej-Łośniu, w poszerzeniu oznaczonym jako G2/2003. W części centralnej ma on formę zasypanego kamieniami dołu, w którego górnych partiach zalegał materiał przeważnie nowożytny. Posiadał on szeroki otwór wlotowy przekraczający średnicą ponad 2 m, który następnie zwężał się lejowato. Podobne formy występują w wielu miejscach w regionach starożytnego i średniowiecznego górnictwa, za przykład można podać przebadane archeologicznie szyby z rejonu Jihlavy (Hrubý & Malý, 2005). Piece i paleniska do wytopu ołowiu są nowym typem obiektów archeologicznych. Rozpoznanie ich funkcji nie jest sprawą oczywistą zarówno podczas wykopalisk, jak i podczas analizy wyników prac terenowych. Wytop ołowiu jest procesem wieloetapowym i może być przeprowadzany na kilka sposobów. Szczególnie redukcja siarczków ołowiu (galenitu) związkami żelaza w celu wytopienia ołowiu zaowocowała powstaniem specyficznych obiektów archeologicznych, które mogą być przez niedoświadczonych archeologów źle zinterpretowane. Poniżej przedstawione zostaną skrótowo możliwe powody tego typu pomyłek i sposoby zaradzenia im. Przede wszystkim trzeba dodatkowo zaznaczyć, że badanie procesów technologicznych należy oddać w ręce specjalistów. Zadaniem archeologa jest nawiązanie takiej współpracy, a także stwierdzenie konsekwencji zastosowania określonej technologii wytopu ołowiu w materiale archeologicznym.

Dzisiejsza produkcja srebra w Polsce odbywa się poprzez pozyskiwanie tego metalu z rud miedzi eksploatowanych na Śląsku przez Kombinat Górniczo-Hutniczy Miedzi (obecnie KGHM Polska Miedź S.A.). Jednak we wczesnym średniowieczu na terenie obecnej Polski to rudy ołowiu były podstawą pozyskiwania srebra. Tak też dzieje się w dzisiejszych czasach, chociaż nie w Polsce. Rudy ołowiu dalej są podstawą produkcji około połowy światowego srebra (Tylecote, 1990). Największe zasoby ołowiu w skali światowej w chwili obecnej znajdują się w: USA (21%), Australia (16%), kraje daw-

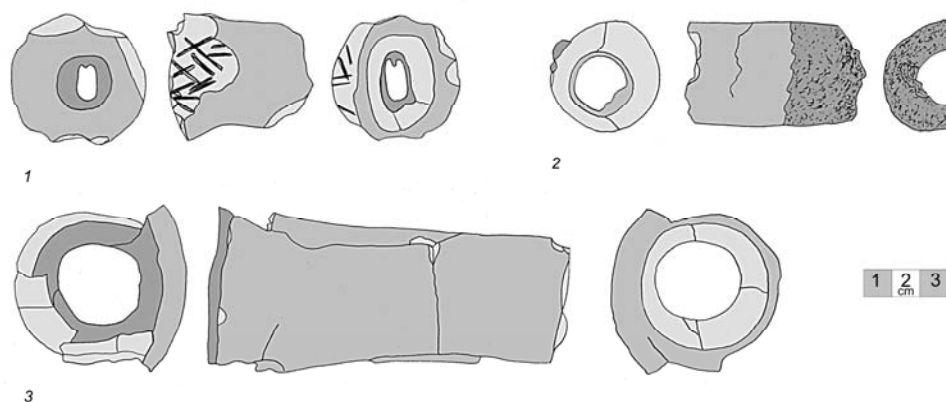
nego ZSRR (12%), Kanada, (12%). Zasoby Polski ocenia się na 6% w skali zasobów światowych (Pozzi & Nowińska, 2006). Podstawową rudę ołowiu tworzy związek chemiczny określany jako galena (PbS), używana jest też nazwa błyszcz ołowiu oraz galenit. Niewielkie znaczenie mają też inne związki będące produktami wietrzenia i innych reakcji chemicznych, którym podlega w przyrodzie galena. Są to ruda węglanowa – cerusyt (PbCO_3) oraz siarczan ołowiu – anglezyt (PbSO_4). Zdaniem klasyka badań nad dawnym hutnictwem, Tadeusza Dziekońskiego, możemy przyjąć, że dawne hutnictwo ołowiu oparte było przede wszystkim na przeróbce galeny (Dziekoński, 1963). Rudom ołowiu jako domieszka towarzyszy srebro, oczywiście w formie związków srebra.

Ostatnie kilkanaście lat badań archeologicznych prowadzonych na obszarze Zagłębia Dąbrowskiego i wschodnich rubieży Górnego Śląska zaowocowały odkryciami wczesnośredniowiecznych stanowisk archeologicznych związanych z początkami hutnictwa srebra i ołowiu na ziemiach polskich. Chronologia stanowisk archeologicznych waha się pomiędzy drugą połową XI w. i przełomem XII/XIII w. Wskazują na to daty C^{14} (przykładowo dla Dąbrowy Górniczej-Łośnia pomiędzy 1139–1211 AD), typologia materiału ceramicznego (Bodnar i in., 2006), ozdób, militariów, ciężarków ołowianych i odważników żelaznych w koszulkach z brązu (Bodnar i in., 2007). Dodatkową przesłanką jest fragment *Bulli gnieźnieńskiej* z 1136 r. o kopaczach srebra z okolic Bytomia (...) *Item villa ante Bitom que Zversov dicitur cum rusticis, argenti fossoribus* (...). Ostatnio rozważania na temat *Bulli* i lokalizacji miejsca wydobycia srebra przeprowadził S. Witkowski (Witkowski, 2009).

Pierwszy piec do wytopu ołowiu został odkryty w Dąbrowie Górniczej-Łośniu dopiero w 1999 r. (Roś & Rozmus, 2000). Pierwsze podsumowanie znalezisk opublikowano w 2004 r. (Bodnar & Rozmus, 2004). Spektakularnym sukcesem archeologicznym było odkrycie w 2006 r. w Dąbrowie Górniczej-Łośniu na stanowisku nr 8 „Skarbu hutnika” czyli zakopanego w ziemi w glinianym, pokrytym zielonkawo-żółtym szkliwieniem naczyniu, depozytu ponad 1000 srebrnych monet z XII wieku oraz prawie dwóch kilogramów placków tzw. lanego srebra (Krudysz i in., 2009). Piece hutnicze podzielić można na kilka kategorii. Są to zarówno duże konstrukcje o glinianych ścianach, jak i proste paleniska z kamiennymi obudowami ścian lub nawet ich pozbawione. Wszystkie te obiekty archeologiczne, pochodzące z okresu wczesnego średniowiecza (druga połowa XI–XII/XIII) łączy stosowanie sztucznego nawiewu. O jego stosowaniu świadczy duża liczba glinianych dysz i ich fragmentów odkrywanych obok pieców hutniczych (rys. 1). Odkryto również fragmenty łyżek odlewniczych, form odlewniczych, a także tygli, w tym jeden fragment z zatopioną w ścianie tygla kropłą srebra (97% Ag).

Produktem finalnym wytopu był ołów i oczywiście w dużo mniejszym zakresie srebro. Wytopione srebro zawiera nawet do 18% ołowiu (średnio kilka procent). Świadczy to o tym, że mamy tutaj do czynienia z półproduktem, który po dotarciu do mennicy był dodatkowo czyszczony, aby uzyskać surowiec do wybijania monet (Chabrzyk &

Młodecka, 2012). Ostatnim produktem były placki glejty PbO formowane w postaci brykietów. W odróżnieniu od amorficznych brył glejty znajdujących w piecach hutniczych, nie są one tylko i wyłącznie półproduktem, z którego wytapiano finalnie ołów, ale, jak wiele na to wskazuje, celowym wyrobem. Najprawdopodobniej razem ze srebrem i ołowiem stanowiły one przedmiot handlu. Możliwe, że wspomniane brykiety wykorzystywano do produkcji wyrobów ze szkła. Od wieku XI zauważono pojawienie się w Polsce szklanych pierścionków o składzie $Na-Pb-Si$, $Pb-Si$, $K-Pb-Si$ (Dekówna, 1968). Stwierdzenie lokalnego wytopu srebra prowadzi do postawienia wielu pytań o proveniencje srebra odkrywanego na przestrzeni kilku wieków (IX–XII w.) w ukrytych na terenie naszego kraju skarbach (Rozmus, 2012b).



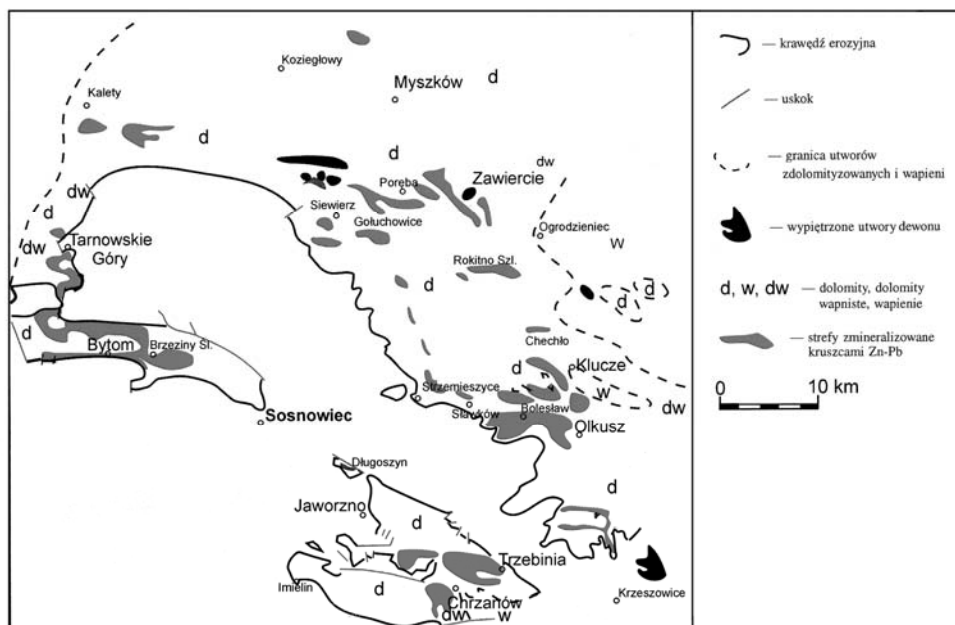
Rys. 1. Przykłady dysz stosowanych do sztucznego nawiewu w piecach do wytopu ołowiu
 Fig. 1. Fragments of nozzles. Clay nozzles were implemented for artificial ventilation

Poza Dąbrową Górniczą-Łośniem rozpoznano jeszcze kilka stanowisk archeologicznych ze śladami ołowiarstwa. Przynajmniej jedno z nich, usytuowane w Sosnowcu-Zagórz, podobnie jak stanowisko nr 8 z Łośnia jest osadą produkcyjną, którą można określić jako wczesnośredniowieczną hutę (Rozmus & Suliga, 2012). Kolejne stanowiska, na których stwierdzono ołowiarstwo, to Dąbrowa Górnicza-Strzemieszycze Wielkie (Rogaczewska, 2000, 2005, 2008), Przeczyce (Bartczak, 2007; Badura & Abłamowicz, 2011), Siewierza (Pierzak, 2009; Dobrakowski, w druku). Ślady ołowiarstwa znamy również z rejonu Jaworzna w postaci wytopków ołowianych oraz ciężarków ołowianych (Rozmus & Szmoniewski, 2013), a także z rejonu Olkusza, Bytomia (Szydłowski, 1966), Rudy Śląskiej-Kochłowic i in. Część materiałów archeologicznych z badanych stanowisk jest jeszcze nie opublikowana. Wyniki tych badań otwierają nowe obszary interpretacji historycznych (Buko, 2011).

Od kilku lat możemy zatem mówić o odkryciu wczesnośredniowiecznego zagłębia hutnictwa srebra i ołowiu (Rozmus, 2004; Rozmus 2012a) na terenach położonych geograficznie w dorzeczu Przemszy i Brynicy. Rozciąga się ono na obszarze od Olku-

sza na wschodzie po Bytom i Tarnowskie Góry na zachodzie. Od północy obszar ten jest ograniczony przez Siewierz i Przeczyce, natomiast na południu sięga Trzebinia, Chrzanowa i Jaworzna.

Są to obszary wychodni dolomitów kruszczośnych, zawierających ołów, cynk i domieszkę związków srebra (rys. 2). Występowanie złóż rozpatruje się, w zależności od zastosowanych podziałów, w odniesieniu do trzech lub pięciu rejonów. W pierwszym przypadku mówimy o regionach bytomskim (Będzin, Bytom, Tarnowskie Góry), siewiersko-olkuskim (Siewierz, Sławków, Dąbrowa Górnicza, Olkusz, Krzeszowice) i chrzanowskim (Chrzanów, Trzebinia). Na wspomnianym powyżej obszarze wyróżniamy też jednostki tektoniczne takie jak niecka bytomska oraz niecka tarnowicka. W niektórych publikacjach triasowe utwory złożowe przyporządkowuje się, jak wspomnieliśmy powyżej, pięciu obszarom. Są to obszary: bytomski (niecka bytomska), tarnogórski, olkuski, zawierciański i siewierski (Nieć, 1997). Występujące na tych obszarach rudy o głównie triasowym pochodzeniu zalicza się do występującej w różnych miejscach na świecie grupy złóż typu *Mississippi Valley* (Cabała i in., Dubiel 2008).



Rys. 2. Wychodnie dolomitów kruszczośnych (Cabała, 2009)

Fig. 2. Outcrops of ore-bearing dolomites (Cabała, 2009)

Hutnicze stanowiska produkcyjne mogą być badane w wielu aspektach. Jeden z nich to badania o charakterze metaloznawczym. W chwili obecnej można przyjąć, że dzięki powstaniu interdyscyplinarnego zespołu złożonego z archeologów i specjalistów

z Akademii Górniczo-Hutniczej, badania metaloznawcze prowadzone już od 2004 r. można uznać za zaawansowane. Poszerzono przede wszystkim wiedzę na temat przebiegu procesów wytopu ołowiu. Rozpoczęto kompleksowe badania nad procesami redukcji związków ołowiu związkami żelaza. Odkrycie tego sposobu wytopu we wczesnym średniowieczu na ziemiach polskich jest całkowitym *novum* naukowym (Karbowniczek & Suliga, 2005; Karbowniczek i in., 2006; Rozmus & Suliga, 2012; Karwan i in., 2013). Co więcej, wydaje się, że w późniejszym okresie metoda ta na obszarach Polski zanika. Wspomina o niej w XVI w. Georgius Agricola (Dziekoński, 1963), ale nie odnosi jej do konkretnego obszaru terytorialnego, gdzie była stosowana. Analizę tego przekazu wykonał przed laty Jerzy Piaskowski (Piaskowski, 1957). Przeważało wytapianie ołowiu poprzez prażenie galeny (PbS) do glejty (PbO) w pierwszym etapie wytopu, a następnie stosując związki węgla, uzyskiwano z glejty ołów metaliczny. Najlepiej ilustruje to tzw. checiński sposób wytapiania ołowiu, opisany przez T. Karwana i I. Suligę (Karwan & Suliga, 2002). Wytapianie ołowiu przez redukcje siarczków ołowiu związkami żelaza okazało się być metodą hutniczą dotychczas nieopisaną w opracowaniach historii metalurgii ołowiu dla okresu wczesnego średniowiecza.

Przy okazji wydania materiałów ze Szwarcwaldy opublikowano analizy żużli ze stanowisk datowanych archeologicznie na okres pomiędzy XIII a XVI w., a więc z okresu młodszego niż datowania stanowisk z obszaru Zagłębia Dąbrowskiego. Wśród wykazanych metod wytopu ołowiu przedstawiono redukcję galeny (PbS) związkami żelaza (Goldenberg, 1990). Podobnie dopuszcza się, że w górach Harcu już od XIII w. stosowano metody redukcji otrzymanej z galeny glejty mieszaniną różnych związków, w tym żelaza (Fe). Metodę tą przedstawiono w następującym schemacie: $\text{PbO} + \text{dodatki (Fe, Al, Si...)} + \text{C} = \text{Pb} + \text{żużel} + \text{CO}$ (Brockner, 1992). Schematy te w ogólnym zarysie odpowiadają rekonstrukcjom procesów hutniczych rozpoznanych na zlokalizowanych w Polsce stanowiskach z wczesnośredniowiecznego zagłębia hutnictwa srebra i ołowiu. Warto jednak zaznaczyć, że na chwilę obecną odkrycie tej metody wytopu ołowiu na terenie Zagłębia Dąbrowskiego o chronologii jedenasto- i dwunastowiecznej świadczy o najstarszym w tej części Europy przypadku stosowania tej techniki.

Nierozwiązanym zagadnieniem jest geneza tej metody. Rozważać można dwie hipotezy. Pierwsza z nich może koncentrować się na poszukiwaniu zewnętrznych inspiracji dla zastosowania tego typu procesu wytopu, być może zaczerpniętej już ze starożytności. Druga z nich koncentruje się na miejscowym pochodzeniu tej idei metalurgicznej polegającym na wypracowaniu tego sposobu wytopu ołowiu na obszarach dzisiejszego Zagłębia. W istocie złoża metali na szeroko rozumianym obszarze występowania dolomitów kruszczoonych są polimetaliczne. Często ma miejsce współwystępowanie minerałów rudnych Zn i Pb (sfaleryt, galena) oraz Fe (piryt, markasyt) Są to przede wszystkim siarczki FeS_2 . W warstwach wietrzeniowych, a więc tych, które z punktu widzenia możliwości średniowiecznych górników były najłatwiej dostępne, występują złoża limonitów ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Po nowożytniej eksploatacji rud żelaza

pozostały duże hałdy powydobywcze, które jeszcze do dzisiaj można rozpoznać w terenie (Nowak, 1994). Znane są mineralizacje, w których mamy do czynienia z całym konglomeratem związków metali. Tworzą one piękne skupienia rud, które zachwycają kolekcjonerów minerałów. Przykładowo, możemy tutaj podać nerkowate skupienie złotawo lśniącego siarczku żelaza markasytu – FeS_2 wytrącone na powierzchni brązowych fragmentów rudy cynku, sfalerytu – ZnS (blendy cynkowej). Dodatkowo wymienione powyżej rudy są zmieszane z rudą ołowiu, galeną – PbS (Czyłok i in., 2006). Czasami mamy do czynienia z tzw. brekcją złożową, w której okruchy dolomitu spojone są markasytem, sfalerytem i galeną (Niewdana & Świc, 2011). Zdarzają się też skupienia galeny „przerośnięte” limonitem.

Pozostaje zatem pytanie, czy metoda strącania ołowiu związkami żelaza została odkryta przypadkowo z powodu naturalnego zmieszania rud metali kolorowych i żelaza? Czy też szczególne przemieszanie rud ołowiu i żelaza niejako w sposób oczywisty sugerowało zastosowanie tej metody znanej w kręgu wczesnośredniowiecznych hutników od czasów niepamiętnych?

Występowanie redukcji związków ołowiu poprzez strącanie ołowiu związkami żelaza jest nie tylko *novum* w badaniach nad hutnictwem metali kolorowych, można też przyjąć, że ma ona istotne znaczenie dla rozpoznania tego specyficznego rodzaju stanowisk archeologicznych podczas badań wykopaliskowych. Wytop ołowiu przy pomocy redukcji związkami węgla również pozostawia specyficzne obiekty archeologiczne, których można nie połączyć z hutnictwem ołowiu. Generalnie w obu przypadkach podczas badań archeologicznych odkrywane są pozostałości palenisk, które niekoniecznie muszą być poprawnie rozpoznane.

Tutaj może zatem kryć się odpowiedź na pytanie, dlaczego tak późno, bo dopiero pod koniec XX w., rozpoznano produkcyjne stanowiska archeologiczne związane z wytopem z rud ołowiu i srebra. Powodów było zapewne wiele. W tym miejscu warto przytoczyć tylko trzy z nich: pierwszy to słabe rozpoznanie archeologiczne obszarów Zagłębia Dąbrowskiego, Ziemi Chrzanowskiej oraz Ziemi Olkuskiej. W tym ostatnim przypadku ewentualne stanowiska archeologiczne z okresu średniowiecza w okolicach miasta zostały zasypane piaskami, z kilku tzw. „pustyń” m. in. Starczynowskiej i najbardziej znanej pustyni Błędowskiej. Wymienione w poprzednim zdaniu obszary leżą na pokładach rud srebra i ołowiu. Drugim powodem jest nakładanie się nowożytnej i współczesnej eksploatacji kruszców na miejsca, gdzie miała ona miejsce wieki wcześniej. Młodsza infrastruktura zarówno górnicza, jak i hutnicza, niszczy na zawsze starsze ślady. Trzeci powód to sygnalizowane już powyżej technologie wytopu ołowiu. Wytop rudy przy zastosowaniu swobodnego nawiewu w tzw. sztosach gdzie podstawą jest redukcja galeny przy pomocy reakcji z węglem ($\text{PbS} \rightarrow \text{PbO}$, a następnie $\text{PbO} + \text{C} = \text{Pb} + \text{CO}$ oraz $\text{PbO} + \text{CO} = \text{Pb} + \text{CO}_2$) pozostawia bardzo niewiele śladów. Produkty finalne, czyli ołów i ewentualnie srebro, były oczywiście zabierane. Można sobie wyobrazić odkrycie wypełnionego popiołem paleniska, które w żaden sposób nie zostanie skojarzone z procesem wytopu ołowiu i zostanie zaklasyfikowane jako zwykły ślad po

płonącym w jednym miejscu przez lata ognisku używanym np. do gotowania żywności. Sposób wytopu rudy przy pomocy związków żelaza generuje kolejne trudności dla interpretacji znaleziska przez archeologa, który nie miał okazji zetknięcia się wcześniej z tego typu problematyką. Użycie związków żelaza jako reduktora w procesie, który możemy opisać: $PbS \rightarrow PbO$, a następnie $PbO + Fe = Pb + FeO$ lub $PbO + 2FeO = Pb + Fe_2O_3$ zaobserwowanym w Łośniu, Strzemieszycach i Zagórze pozostawia wyraźne ślady archeologiczne w postaci odpadu związków żelaza. W popiele w żużlach poprodukcyjnych mogą występować ślady ołowiu (np. ok. 3% w żużlach z Zagórze – analizę przeprowadziła dr inż. Aldona Garbacz-Klempka z wydziału Odlewnictwa AGH), których oczywiście bez analiz nie możemy jednak stwierdzić. Tak jak wspomniano powyżej, wytopiony metal został zabrany, a badanie składu chemicznego żużli z palenisk nie należy do standardu typowych (i tanich) analiz archeologicznych. Pozostałości żużli żelaznych sugerują niedoświadczonemu badaczowi istnienie metalurgii żelaza i nie naprowadzają go na ślad metalurgii ołowiu. Opisane powyżej uwarunkowania mogą prowadzić do złego rozpoznania badanych znalezisk.

Istnieje kilka sposobów, aby uniknąć opisanych powyżej pomyłek. W tym miejscu wskażemy tylko jedną z nich. Jest nią kolejna metoda wymagająca współpracy interdyscyplinarnej, polega ona na analizie zanieczyszczeń glebowych. Metoda ta jest powiązana do wspomnianej powyżej analizy składu popiołu w pozostałościach palenisk i w sposób oczywisty może być bardzo pomocna przy rozpoznawaniu stanowisk hutniczych do wytopu ołowiu.

Dotychczas przeprowadzono badania składu chemicznego zawartości zanieczyszczeń w rejonie reliktywów pieców hutniczych na stanowisku nr 8 w Dąbrowie Górniczej-Łośniu. W powierzchniowej warstwie stwierdzono następujące minerały: cerusyt – $PbCO_3$, tlenki – PbO , zidentyfikowano również metaliczny ołów, baryt – $BaSO_4$, szklisko krzemionkowe i glinokrzemiany. Stwierdzono również fosforowe związki ołowiu, takie jak fosforan ołowiu – piromorfityt – $Pb_5[Cl(PO_4)_3]$. Jak łatwo zauważyć, już z samego składu zanieczyszczeń związków ołowiu w glebie można wnioskować, czy mamy do czynienia ze stanowiskiem, na którym następowała hutnicza przeróbka rud ołowiu (Cabała i in., 2008). Tlenek ołowiu PbO (nie występujący w przyrodzie w środkowej Europie) w tym przypadku może pochodzić tylko z przeróbki innych związków ołowiu, przede wszystkim siarczku ołowiu PbS . Jest to ważny wniosek, który można wykorzystać przy prognozowaniu i typowaniu obszarów, na których możemy spodziewać się piecowisk po wytopie rud srebra i ołowiu. Stwierdzone w tym miejscu substancje są bezpośrednio związane z procesem hutniczym. Badanie samego tylko stężenia ołowiu w glebie na obszarach Górnośląsko-Zagłębiowskich oraz na Ziemi olkuskiej nie jest wiarygodne chociażby ze względu na zawartość ołowiu we współczesnych opadach pyłu. Przykładowo, zawartość kadmu i ołowiu badana w 12 punktach w Olkuszu czasami przekracza dopuszczalne normy o 66% na Pazurku (rezerwat przyrodniczy na Jurze nieopodal Olkusza), a nawet o 74,6% w centrum miasta (Słuszniak, 1995).

Reasumując trzeba podkreślić, że aby znaleźć... trzeba czasami wiedzieć czego się szuka. Współpraca interdyscyplinarna w przypadku badań stanowisk związanych z hutnictwem jest konieczna.

Literatura

- AGRICOLA G., *De re metallica libri XII*. Tłum. K. Kurková. Muz. Karkonoskie. Jelenia Góra. 2000.
- BADURA B., ABLAMOWICZ D. [red.], *Wczesnośredniowieczna osada produkcyjna w Przeczycach, województwo śląskie*. Muz. Górnośląskie w Bytomiu. Archeologia nr 19. 2011.
- BODNAR R., ROZMUS D., *Wczesnośredniowieczne ślady hutnictwa w Dąbrowie Górniczej-Łośniu oraz na obszarach pogranicznych*. [w:] Rozmus D. (red.) *Archeologiczne i historyczne ślady Górnictwa i hutnictwa na terenie Dąbrowy Górniczej i okolic*. Muz. Miejskie „Szttygarka” w Dąbrowie Górniczej. Księgarnia Akademicka. Kraków. 2004, s. 9–60.
- BODNAR R., KRUDYSZ L., ROZMUS D., B. SZMONIEWSKI, *Wczesnośredniowieczna ceramika szklwiona z Dąbrowy Górniczej-Łośnia „Skarb hutnika”*. Muz. Miejskie „Szttygarka” w Dąbrowie Górniczej. Księgarnia Akademicka. Kraków – Dąbrowa Górnicza. 2006.
- BODNAR R., ROZMUS D., SZMONIEWSKI B., *Wczesnośredniowieczne odważniki i ciężarki ołowiane z Dąbrowy Górniczej-Łośnia i ich rola we wczesnośredniowiecznej gospodarce*. Muz. Miejskie „Szttygarka” w Dąbrowie Górniczej. Księgarnia Akademicka, Kraków – Dąbrowa Górnicza. 2007.
- BROCKNER W., *Frühe Buntmetallgewinnung in der Harzregion*. [w:] *Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen* 4/92. Institut für Denkmalpflege Hannover. Niedersachsen. 12. 1992, s. 151–153.
- BUKO A., *Archeologia Polski wczesnośredniowiecznej. Odkrycia – hipotezy – interpretacje*. Wyd. Trio. Warszawa. 2011, s. 339–340.
- CABAŁA J., *Metale ciężkie w środowisku glebowym olkuskiego rejonu eksploatacji rud Zn – Pb*. Wyd. Uniw. Śl. Katowice. 2009, s. 11
- CABAŁA J., ZOGAŁA B., DUBIEL R., *Geochemical and Geophysical Study of Historical Zn – Pb Ore processing Waste Dump Areas (southern Poland)*. Polish Journ. of Environmental Study, vol. 17, nr 5. 2008, s. 693–700.
- CABAŁA J., SZELAĞ E., ROZMUS D., *Heavy metal in topsoil polluted by historical Pb – Ag – Zn smelting, mining and processing activities*. Polish Journ. of Environmental Study (w druku).
- CHABRZYK P., MŁODECKA H., *Polskie czy obce? Placki i siekańce z wybranych skarbow wczesnośredniowiecznych*. [w:] Garbaczewski W., Macyr R. (red.) *Pieniądz i banki na Śląsku*. Muz. Nar. w Poznaniu, Poznań. 2012, s. 111–130.
- CZYŁOK A., NIEWDANY J., TYC A. [red.], *Kraina Białej Przemysy. Przyroda i człowiek*. Wyd. Stow. „Szansa Białej Przemysy”, Olkusz. 2006.
- DEKÓWNA M., hasło „*ozdoby*”. [w:] Labuda G., Stieber Z. (red.), *Słownik Starożytności Słowiańskich*. T. II. Cz. 2 (N-O). Ossolineum. Wrocław – Warszawa – Kraków. 1968, s. 567
- DOBRAKOWSKI M., *Osada wczesnośredniowieczna w Siewierzu*. Referat: *Argenti fossores et alii – znaczenie gospodarce wschodnich części Górnego Śląska i zachodnich krańców Małopolski w późnej fazie wczesnego średniowiecza (X-XII wiek) Katowice, 24-25 października 2012 r.* (w druku).
- DZIEKOŃSKI T., *Metallurgia miedzi, ołowiu i srebra w Europie środkowej od końca XV do końca XVIII w*. Ossolineum. Wrocław – Warszawa – Kraków 1963.
- GOLDENBERG G., *Die Schlacken und Ihre Analysen – Relikte der Metallgewinnung und Metallverarbeitung*. [w:] Erze, Schlacken Und Metalle – Früher Bergbau im Südschwarzwald. Freiburger Universitätsblätter. 1990, s. 147–172.
- HRUBÝ P., MALÝ K., *Hornictví Jihlavsku: výrobně distribuční vztahy Jihlavy a dulni aglomerace Staré Hory vr 13 století*. [w:] *Montánná archeológia na Slovensku (25 rokov výskumu lokality Glanzenberg*

- v Banskej Štiavnici – Medzinárodný seminár 7.9.2005). Slovenské banské múzeum. Banská Štiavnica. 2005, s. 67–84.
- KARBOWNICZEK M., SULIGA I., *Próba rekonstrukcji wczesnośredniowiecznej technologii redukcji rud ołowiu na podstawie wykopaliisk archeologicznych w Dąbrowie Górniczej-Łośniu*. Śląskie Sprawozdania Archeologiczne, t. XLVIII. 2005, s. 135–143.
- KARBOWNICZEK M., SULIGA I., BODNAR R., ROZMUS D., SZMONIEWSKI B., *An Attempt of Reproduction of the Medieval Technology of Lead Metallurgy*, [w:] Rozmus, D., Szmoniewski B. (red.) *Wczesnośredniowieczna ceramika szkliviona z Dąbrowy Górniczej-Łośnia. „Skarb hutnika” – Frühmittelalterliche glasierte Keramik aus Dąbrowa Górnicza-Łośnia. „Der Schatz des Metallschmelztes”*. Muz. Miejskie „Sztynka” w Dąbrowie Górniczej. Księgarnia Akademicka. Kraków – Dąbrowa Górnicza. 2006, s. 36–40.
- KARWAN T., SULIGA I., *Chęciński sposób otrzymywania ołowiu. Próba rekonstrukcji*, [w:] Czajkowski J. (red.) Muz. Wsi Kieleckiej. Kielecka Teka Skansenowska. T. 2. Kielce. 2002, s. 165–176.
- KARWAN T., KARBOWNICZEK M., SULIGA I., ROZMUS D., *Możliwości badawcze technik metalograficznych w opisie starych technologii hutniczych na przykładzie obiektów ze stanowisk archeologicznych metalurgii ołowiu w Łośniu i Zagórzcu*. Referat: *Argenti fossores et alii – znaczenie gospodarcze wschodnich części Górnego Śląska i zachodnich krańców Małopolski w późnej fazie wczesnego średniowiecza (X-XII wiek)* Katowice, 24–25 październik 2012 r. (w druku).
- KRUDYSZ L., ROZMUS D., SUCHODOLSKI ST., SZMONIEWSKI B., *Znaleziska monet średniowiecznych z miejscowości Łośnia (część Dąbrowy Górniczej)*. Wiadomości Numizmatyczne R. LIII, z. 1 (187), Wyd. PAN. 2009, s. 56–62.
- MICHAŁOWSKI K., *Praca górnika i hutnika w starożytnej Grecji*. Państw. Zakł. Wyd. Szkolnych. Warszawa. 1949.
- NIEĆ M., *Złoża rud cynku i ołowiu*. [w:] Neya R. (red. nauk.) red. tomu J. Kicki, Surowce metaliczne Polski. Cynk, ołów. Wyd. PAN. Kraków. 1997.
- NIEWDANA J., ŚWIC E., *Żywioly – w świetle podziemnych skarbów olkuskich kopalń rud*. Wyd. Zakłady Górniczo-Hutnicze Bolesław. Bukowno. 2011.
- NOWAK W. A., *Budowa geologiczna i surowce mineralne*. [w:] Kiryk F. (red.) Siewierz, Czeladź, Koziegłowy. Studia i materiały z dziejów Siewierza i księstwa siewierskiego. Wyd. Muz. Śl. Katowice. 1994, s. 17–26.
- PIASKOWSKI J., *Metalurgia w XVI wieku w świetle dzieła Agricoli „De re metalica”*. [w:] Georgius Agricola, 1494–1555 górnik, metalurg, mineralog, chemik, lekarz. Monografie z Dziejów Nauki i Techniki tom 1. Ossolineum. Wrocław. 1957, s. 131–200.
- PIERZAK J., *Wczesnośredniowieczny ośrodek produkcji ceramiki szklivionej z XI–XII w. pomiędzy Bytomiem, Siewierzem, Dąbrową Górniczą i Sosnowcem w świetle najnowszych badań archeologicznych*. [w:] Klajmon B. (red.) Wiadomości Konserwatorskie Województwa Śląskiego. Odkrycia. Badania. Konserwacje. T. 1. Śląskie Centrum Dziedzictwa Narodowego. Katowice. 2009, s. 155–164.
- POZZI M., NOWIŃSKA K., *Dystrybucja wybranych pierwiastków towarzyszących koncentratom Zn – Pb w technologii Imperial Smelting Process*. Wyd. Polit. Śl., Gliwice. 2006.
- ROGACZEWSKA A., *Trzy sezony badań w Dąbrowie Górniczej-Strzemieszycach Wielkich na stanowisku 2*. Zeszyty Zagłębiowskie nr 5. Wyd. Muz. Zagłębia w Będzinie. 2000, s. 29–45.
- ROGACZEWSKA A., *Osada wczesnośredniowieczna w Dąbrowie Górniczej-Strzemieszycach Wielkich, stanowisko nr 2*. [w:] Sperka J., Witkowski S. (red.), Osadnictwo nad Przemszą i Brynicą w średniowieczu. Wyd. Liceum Ogólnokształ. im. Stanisława Staszica w Sosnowcu, PTH oddział w Cieszynie. Sosnowiec – Cieszyn. 2005, s. 75–88.
- ROGACZEWSKA A., *Archeologia pogranicza małopolsko-górnośląskiego w rejonie Będzina*. [w:] Sperka J. (red.), Będzin 1358–2008. Od pradziejów do rozbiorów. T. 2. Muz. Zagłębia w Będzinie. Będzin. 2008, s. 21–99.

- ROŚ J., ROZMUS D., *Wczesnośredniowieczny piec do wytopu srebra i ołowiu w Dąbrowie Górniczej-Łośniu, stan. 2. Sprawozd. Archeologiczne, t. LII. 2000, s. 389–403.*
- ROZMUS D., *Wczesnośredniowieczne Zagłębie Metalurgii Srebra i Ołowiu.* [w:] Ablamowicz D., Furmanek M., Michnik M. (red.), *Początki i rozwój miast Górnego Śląska w świetle badań interdyscyplinarnych.* Muz. w Gliwicach, Stowarzyszenie Naukowe Archeologów Polskich oddział w Katowicach. Gliwice. 2004, s. 301–305.
- ROZMUS D., SULIGA I., *Piece i paleniska o przeznaczeniu hutniczym do wytopu ołowiu ze stanowiska nr 5 w Sosnowcu-Zagórzu. Wstępne wyniki badań prowadzonych w latach 2009–2010.* Śląskie Prace Prahisteryczne t. 7. 2012, s. 250–286.
- ROZMUS D., „*Nocny Łowca*” i inni. *Sceny łowieckie na monetach ze skarbu hutnika.* Wyd. Muz. Miejskie „SztYGarka” w Dąbrowie Górniczej, Księgarnia Akademicka. Dąbrowa Górnicza – Kraków. 2012a.
- ROZMUS D., *Pochodzenie srebra odnajdywanego w Polsce we wczesnym średniowieczu.* Magazyn Numizmatyczny nr 38. 2012b, s. 67–97.
- ROZMUS D., SZMONIEWSKI B., *Znaleziska wczesnośredniowiecznych ciężarków ołowianych z okolic Jaworzna.* [w:] Jaworzno interdyscyplinarnie. 2013 (w druku).
- SŁUSZNAK E. [oprac.], *Ochrona środowiska w Gminie.* Praca zbiorowa. Olkusz. 1995.
- SZYDŁOWSKI J., *Bytom. Pradzieje i początki miasta.* Muz. Górnośląskie w Bytomiu, Bytom. 1966.
- WITKOWSKI S., *Górnictwo srebra i ołowiu w świetle Bulli gnieźnieńskiej z 1136 roku. Lokalizacja osady Zversov.* [w:] Rozmus D., Witkowski S., *Gospodarka nad Przemszą i Brynicą od pradziejów do początków XX wieku w świetle badań interdyscyplinarnych.* Wyd. Muz. Miejskie „SztYGarka” w Dąbrowie Górniczej, PTTK Olkusz, Instytut Zagłębiowski Wyższej Szkoły Humanitas. Dąbrowa Górnicza – Olkusz - Sosnowiec. 2009. s. 149–162.
- TYLECOTE R. F., *The Prehistory of Metallurgy in the British Isles.* London. 1990.
- ŻEGLICKI J., *O budowie geologicznej, rudach i minerałach rejonu Tarnowskich Gór.* Tarnowskie Góry. 1996.

ARCHAEOLOGICAL REMAINS OF THE EARLY MEDIEVAL TECHNOLOGY FOR SMELTING LEAD AND SILVER. SOME REMARKS ABOUT COOPERATION OF THE SPECIALISTS FROM DIFFERENT FIELDS: ARCHAEOLOGY, METALLURGY AND ENVIRONMENTAL POLLUTION

In the early Middle Ages on the area of deposits of lead (Pb-Zn) on the border of Lesser Poland and Upper Silesia there were functioning several production settlements connected with silver and lead smelting. This area has been historically in the early Middle Ages connected with Lesser Poland. Deposits of lead ore with an admixture of the precious metal – silver were found here which resulted in the development of metallurgy of non-ferrous metals. During archeological works in Dąbrowa Górnicza-Łosień and Sosnowiec-Zagórze and other archeological sites occurrences of numerous metallurgical kilns (preserved in different conditions) were spotted serving for melting pure lead and obtaining silver being component. Moreover, that sites also delivered early medieval vessels, melting crucibles and clay nozzles implemented for artificial ventilation. Production settlements in Dąbrowa Górnicza-Łosień and Sosnowiec-Zagórze have been the biggest excavated sites of that type so far. Specialist analyses of slag and other post-production items showed that silver was obtained using the method of precipitating lead with iron. The applied method of lead production took place by reduction of massicot with iron, iron oxide or iron sulphide ($PbS \rightarrow PbO$, and afterwards $PbO + Fe = Pb + FeO$ or $PbO + 2FeO = Pb + Fe_2O_3$).

Chronology of the archeological remains of the production sites for smelting lead and silver dates back to the second half of the 11th until mid-thirteenth century, it needs to be emphasized that it is a significant discovery entirely changing the knowledge and the picture of lead and silver smelting tradition in the territory of Poland. Examination of the archeological remains of the lead and silver smelting needs cooperation of the specialists from different fields not only archaeology but also geology, metallurgy and environmental pollution as well.