

... w tym celu, aby móc wykonać badania, które miałyby na celu zbadanie i opisanie, a także wydobycie i konserwację obiektów, które zostały odkryte w trakcie prac archeologicznych. W tym celu, aby móc wykonać badania, które miałyby na celu zbadanie i opisanie, a także wydobycie i konserwację obiektów, które zostały odkryte w trakcie prac archeologicznych.

... w tym celu, aby móc wykonać badania, które miałyby na celu zbadanie i opisanie, a także wydobycie i konserwację obiektów, które zostały odkryte w trakcie prac archeologicznych. W tym celu, aby móc wykonać badania, które miałyby na celu zbadanie i opisanie, a także wydobycie i konserwację obiektów, które zostały odkryte w trakcie prac archeologicznych.

Janusz Knapik

Adres korespondencyjny:

Dr Andrzej Knapik

Zespół Archeologiczny Instytut Archeologii

przy Uniwersytecie Wrocławskim, Collegium Humanicum

1 Wrocławski Uniwersytet

Instytut Archeologii i Etnologii PAN

4 Wrocławskie

50-137 Wrocław

Frühe Eisengewinnung in Südbrandenburg-Niederlausitz. Repten – Wolkenberg, „Veröffentlichungen zur brandenburgischen Landesarchäologie”, Bd. 39/40 (2005/2006), Hrgs. von Franz Schopper, Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum Wünsdorf 2007, s. 7-229.

1. Andje Knaack – *Ein kaiserzeitlicher und slawischer Siedlungs- und Eisenverhüttungsplatz bei Repten, Lkr. Oberspreewald-Lausitz*; 2. Ines Spazier – *Das Eisenverhüttungszentrum Wolkenberg, Niederlausitz*.

1. Andje Knaack, *Ein kaiserzeitlicher und slawischer Siedlungs- und Eisenverhüttungsplatz bei Repten, Lkr. Oberspreewald-Lausitz*

Początki badań

W północno-zachodniej części miejscowości Repten, Lkr. Oberspreewald, w dolnołużycznym rejonie węgla brunatnego w kopalni odkrywkowej Missen, obok grodziska Repten i osady przygodowej badanej w 1984 roku przez Uniwersytet w Lipsku, stwierdzono również osadnictwo z okresu wpływów rzymskich, z występującą w jego obrębie znaczną

ilością żużla żelaznego, pochodzącego z pieców dymarskich typu kotlinkowego. Stanowisko w Repten położone jest na piaszczystym stoku Kotliny Luckau-Calau, powstałej w trakcie zlodowacenia Warty. W powiecie Oberspreewald i przylegającym do niego od wschodu Spree-Neisse występują znaczne złoża rud darniowych, dostarczających surowca dla hutnictwa żelaza od starożytności po czasy nowożytne (Leube 1992).

Badania w Repten rozpoczęto w 1985 roku od rozpoznania stanowiska przy użyciu aparatury geofizycznej na powierzchni ok. 12.000 m². Zasięg terenu badań był uzależniony od planów i pracy kopalni.

Przebadano obszar o powierzchni 4.725 m². W latach 1985-1987 badania prowadziło Museum für deutsche Geschichte, od roku 1988 kontynuowało je Museum für Ur- und Frühgeschichte Potsdam. W roku 1990 badania zostały zakończone. Stanowisko archeologiczne jest wielowarstwowe, na osadę hutniczą z okresu wpływów rzymskich nawarstwiła się osada słowiańska z wczesnego średniowiecza. Wyniki badań archeologicznych uzupełniono analizami z zakresu archeobotaniki, paleozoologii, metalurgii, dendrochronologii i datowaniem C¹⁴.

W opracowaniu autorka prezentuje pozyskany materiał źródłowy zgodnie z możliwością jego datowania na przynależny do okresu rzymskiego i wczesnego średniowiecza, wyróżniając również wcześniejszy z epoki brązu i żelaza.

Długie użytkowanie terenu, od średniowiecza po współczesność, dla celów rolniczych spowodowało wyjątkowo duży stopień zniszczenia poszczególnych warstw kulturowych, co uniemożliwia w wielu przypadkach pełne rozpoznanie obiektów oraz określenie ich chronologii.

Obiekty budownictwa z okresu rzymskiego

Autorka wyróżniła ślady dołków posłupowych, będących pozostałościami zadaszonych obiektów zagłębionych w ziemię oraz budowle zagłębione nakryte dachem. Tu wyróżniono oddzielnie budowle cztero- i sześciosłupowe, zadaszone warsztaty o zarysie prostokąta oraz różniące się od nich, nieregularne lub kolisty, o powierzchni od ok. 20 do 27 m².

Występujące w warstwie kulturowej materiały: pozostałości ognisk, przepalonych ścian obudowy pieców z cegłą i otworem dmuchowym, drobne fragmenty żużla i pozostałości odpadów żelaza, wskazują na pracę kuźniczą i pozwalają wnioskować o przekuwaniu łupek żelaza i dalszej jego obróbce.

W warstwie badanych domostw zagłębionych niezależnie od żużla znaleziono również gliniane ciężarki do krosna, zarówno w pracowni ziemnej, jak i budynku zagłębionym, odkryto również 7 sztuk prześlików.

Z okresu słowiańskiego, w odległości ok. 400 m od grodziska, wyróżniono obiekty istniejącego podgrodzia, jamy odpadowe, ślady ognisk, prostokątną jamę będącą pozostałością większego domostwa, jamę z paleniskiem, jamę zadaszoną z obudową słupową i prześlik. Na tym obszarze występowały również obiekty wskazujące na istnienie cmentarzyska grupy białowickiej kultury łużyckiej.

Pieca dymarskie

Badane w Repten pozostałości pieców dymarskich należą do typu pieca szybowego zagłębionego. Na stanowisku tym występowały oddzielnie grupy kotlinek piecowych w liczbie od kilku do kilkudziesięciu, które są resztkami po ówczesnych piecach dymarskich w układzie tzw. nieuporządkowanym. W czasie prowadzonych badań zdołano wyróżnić pięć oddzielnych grup kotlinek piecowych, jako oddzielne piecowiska, w obrębie których ze względu na duży stopień zniszczenia z trudem udało się zidentyfikować 81 kotlinek piecowych.

W pierwszej, największej z wyróżnionych grup pieców (Rp. 576), w północno-wschodniej części stanowiska, w wąskim wykopie północnym zbadano pozostałości 25 kotlinek piecowych (w tekście ryc. 14) datowanych ceramiką na okres rzymski. Szczegółowe ustalenie ilości pieców tego piecowiska, zwłaszcza jego odcinka północnego, było niemożliwe ze względu na granicę wykopu. Stan zachowania zarówno tego, jak i pozostałych piecowisk jest najlepiej widoczny na załączonych w tekście pracy profilach (ryc. 18), na których widzimy jedynie ich zachowany poziom przy dnie lub samą płaszczyznę dna. Jeden szczególny przypadek to kotlinka Rp. 157 z całkowicie zachowanym kłosem żużla o wadze 97 kg.

Druga grupa pieców została stwierdzona po zachodniej stronie domu słupowego (Rp. 604 – plan w załączniku 1), gdzie wyróżniono 5 kotlinek skupionych wokół obiektu uznanego za ognisko wygrzewcze (Rp. 224), obok z północy 3 dalsze zagłębione paleniska, dalej strefę palenisk, północne palenisko 249 oraz dalsze obiekty 222 i 223 – przypuszczalnie pozostałości po starszych piecach. Na rycinie 16 uwzględniono 6 planów poziomych kotlinek piecowych wokół obiektu Rp. 224 oraz 8 przekrojów z poziomem dna owych obiektów.

Trzecia grupa piecowiskowa, wyróżniona została po wschodniej stronie domu słupowego (Rp. 604 – ryc. 18) i po północno-wschodniej stronie bruku kamiennego (Rp. 385). Od wschodu piecowisko to odcina granica wykopu, uniemożliwiając pełne zbadanie jego wielkości. Na rycinie 18 obok zaznaczonych i ponumerowanych obiektów piecowych występują podobne (bez numerów), również w obrębie bruku kamiennego (Rp. 385). Tu podobnie w przekrojach czytelne są obok poziomów przydennych również poziomy samego dna dawnych pieców tego piecowiska.

Czwarte piecowisko, wyróżnione po zachodniej stronie jamy roboczej (Rp. 117) i na północ od jamy

(Rp. 31) było również tylko częściowo zbadane. Dalszy jego fragment leży poza granicą wykopu. Fragment kotlinki tej grupy zachował się w części dennej o głębokości 10-20 cm i zawierała żużel z dolnej części kłoca, zaś jej reszta była całkowicie zniszczona i zachowana w poziomie samego dna bez śladów żużla.

Piąta grupa pieców dymarskich, wyróżniona w środkowej części głównego wykopu, koncentrowała się wokół „słowiańskiej hałdy żużlowej” (Rp. 498-501) oraz w jej sąsiedztwie. Tu zwraca uwagę obiekt 531, w którym zdołano wyodrębnić kotlinkę z jamą pomocniczą. Ten rodzaj technologii dymarskiej odkryto również na stanowisku w Streeker Moor, Ldkr. Oldenburg (Hayen 1968, 143).

Rozdział *Urządzenia techniczne okresu rzymskiego* kończy omówienie pieca wapienniczego z konstrukcją dachową na 5 słupach (Rp. 281) oraz pieca kopułowego/piekarskiego? (Rp. 559) z jamą przypieczną (Rp. 558).

Ogniska

W Repten odkryto 5 odrębnych piecowisk, reprezentujących oddzielne cykle produkcji okresu późnorzymskiego. Przyjmując ustaloną w czasie badań ogólną ilość 81 kotlinek piecowych oraz mając na uwadze ich stosunkowo bliskie odległości od siebie i wyjątkowo duży stopień zniszczenia, autorka nie była w stanie przyporządkować wszystkich odkrytych kotlinek do ich właściwego piecowiska. Tu dodatkowo ograniczony linią wytyczonego wykopu teren wykopalisk uniemożliwiał pełne zbadanie poszczególnych piecowisk, a tym samym pełne ustalenie ilości przynależnych do nich pieców. Stąd wniosek, że ilość pieców dymarskich, a więc i samych przeprowadzonych wytopów na stanowisku w Repten, zarówno w poszczególnych piecowiskach, jak i w całym tym ośrodku dymarskim, była znacznie większa. Wniosek taki potwierdza analiza materiału wykopaliskowego, ujęta bardzo szczegółowo i wszechstronnie w opracowanym katalogu, w którym kotlinki pieców dymarskich okresu rzymskiego ujęte zostały zaledwie w 15 pozycjach inwentarzowych, podczas gdy ta sama kategoria obiektów dymarskich niedatowanych jest pięciokrotnie większa i wynosi 74 pozycje.

Stopień zniszczenia nie pozwala również na poprawne wyjaśnienie wielu nurtujących zagadek, jak i wyciąganie konkretnych wniosków. Uwidacznia się to już na przykładzie drugiej grupy piecowej (s. 25), w której widzimy, jak wielką trudność stanowiła pró-

ba poprawnej interpretacji przynależnych do danego piecowiska kotlinek piecowych. Tu autorka dopuszcza ich różną funkcję. Wychodząc od *Herd ewentuel Ausheizherd*, po *Herdgruben/Herdstellen, möglicherweise Ausheizherde, Schlackenruben oder Reste von Arbeitsgruben oder von ausgeräumten älteren Ofenanlagen*, często używa przy analizie trybu przypuszczającego.

W archeometalurgii pieca zagłębionego istnieje problem w rozpoznawaniu i charakterystyce pieca wygrzewczego służącego do kowalskiej obróbki zanieczyszczonej żużlem łupki metalicznego żelaza w ówczesnym procesie dymarskim pieca zagłębionego. W rozdziale 6. *Ogniska – paleniska*, w którym wyróżniono również ogniska wygrzewcze i kowalskie, autorka słusznie zauważa, że piec wygrzewczy można jednoznacznie zidentyfikować, gdy w jego pozostałościach znajdują się resztki żużla lub młotowina, czyli odpryski, odpadki łupki przekuwanego w wysokiej temperaturze żelaza, do rozpoznania czego konieczne jest użycie magnezu. Autorka nie wspomina o jego użyciu. Niezależnie od tego nie mogą to być resztki charakterystyczne dla żużla z rozbitego kłoca kotlinkowego, lecz różniące się od niego strukturalnie odpryski żużla z przekuwania łupki.

Repten, wielowarstwowa osada rzemieślniczo-hutnicza okresu późnorzymskiego, z nieuporządkowanymi piecowiskami pieca zagłębionego, dawała nadzieję na odkrycie pieca wygrzewczego, służącego do odżużlenia otrzymanej łupki do żelaza jakości kowalnej, co więcej, kontynuacji pracy tego pieca z jego urządzeniami również we wczesnym okresie osadnictwa słowiańskiego. Rzecz w tym, że przy niemal całkowitym zniszczeniu kulturowego poziomu warstwy rzymskiej, jak i słowiańskiej, nie było to zadaniem łatwym, co dokumentuje w katalogu ilość badanych obiektów niedatowanych.

Podstawowym źródłem dla wyodrębnienia pieca zagłębionego w prowadzonych badaniach piecowisk jest żużel żelazny, występujący w kotlinkach w postaci kłoców, które starożytny hutnik pozostawiał na miejscu pieca po zakończonym wytopie, budując do następnego wytopu obok nowy piec. Kłoc żużla, z racji swojej struktury odporny na zniszczenie, może przetrwać spokojnie po dzień dzisiejszy i daleko w przyszłość. W Repten w czasie wielopokoleniowego używania pola do celów rolniczych od średniowiecza po XX wiek kłoc żużla były systematycznie wykopywane i usuwane. Obecnie w czasie prowadzonych badań ilość znajduwanego żużla w miejscach ich kotlinek była na ogół znikoma. Obok pozostałego po-

ziomu dna znajdowano go w ilości około kilograma, czasem kilku, rzadziej kilkadziesiąt kilogramów. Na stanowisku w Repten zachował się w całości zaledwie jeden nieuszkodzony (Rp. 157), 97-kilogramowy kloc żuźla. Jest on odniesieniem dla wszystkich ówczesnych kotlinek pieców dymarskich tego stanowiska. Jest zarazem wiarygodnym wskaźnikiem zużycia rudy i uzysku żelaza w tamtejszym piecu zagłębionym, jak i w całym ośrodku dymarskim, gdy będzie znana dokładnie ilość przeprowadzonych tam wytopów.

Kloc żuźla potwierdza również typową wielkość (średnica ok. 40-50 cm i głębokość ok. 50 cm) ówczesnego pieca na tym stanowisku, charakterystyczną dla piecowisk tego regionu.

Autorka nie dostrzega widocznych różnic w wielkości czy kształcie badanych kotlinek piecowych w zakresie poszczególnych piecowisk. Odkryte na tym stanowisku fragmenty z szybowej części pieca nie wyjaśniają wiele. Przy budowie części szybowej pieca posługiwano się wzmocnieniem rusztowym z prętów wikliny. Gliniasty materiał ściany szybu z dodatkiem siczki słomy z kłosa traw, po stronie wewnętrznej powierzchnia zeszkliwiona, zewnątrz wypał czerwonawy. W znalezionych ułamkach ściany szybu znajdowały się ukośne otwory o średnicy ok. 3,6 cm.

Na stanowisku w Repten zwraca również uwagę występowanie w kilku przypadkach dwóch, względnie trzech kotlinek piecowych w bezpośrednim sąsiedztwie. Mogą one być dowodem wskazującym na prowadzony wspólny proces redukcji w miejscowej baterii piecowej. Autorka skłonna jest uzasadniać to wykorzystaniem wspólnego ciepła. Pozytecznym wskaźnikiem będzie odległość pomiędzy owymi kotlinkami. W Górach Świętokrzyskich, w piecowiskach tzw. uporządkowanych, dwójki, trójki czy czwórki pieców (Bielenin 1992) budowano ściśle obok siebie. Na stanowisku w Repten (ryc. 14) zastanawiają odkryte na piecowisku pierwszym cztery kotlinki występujące na wspólnej prostej. Jednak ich stosunkowo znaczna odległość od siebie, jak i występujące dwójki poprzeczne (Rp. 153 i 154 czy 162) przeczą wspólnej czwórkowej baterii piecowej. Podobnie na rycinie 16, obok zapewne dwójek piecowych 222 i 223, różni się znaczną odległością od siebie trójka pieców 221, 225, 226. Natomiast w piecowisku trzecim (ryc. 18) to wyraźna, wspólna trójka kotlinkowa, która może być dowodem na wspólny proces dymarski, tak jak wspólna dwójka 398 i 399. Przykłady te pozwalają sądzić, że w zasadzie w Repten, przy obowiązującej organizacji wytopu w oparciu o piec pojedynczy, po-

wstają w ciągu poszczególnych cykli wytwórczych inicjatywy łączenia w procesie dymarskim dwóch i trzech pieców.

Podsumowując powyższe omówienie, trzeba dodać, że szczególnie ważną dla stanowiska w Repten jest potwierdzona hutnicza działalność będąca w ścisłej łączności w zagłębionym w ziemię budownictwem mieszkalnym. Są to nakryte dachem, ziemno-napowierzchniowe obiekty pracowniane i mieszkalne. Wyróżniono także 9-słupowy spichlerz. Również w podobnej zabudowie piec wapienniczy i piekarski oraz kilka studni. W oparciu o ilość słupów podtrzymujących część dachową można było określić powierzchnię użytkową, wynoszącą nawet powyżej 20 m².

Z okresu wczesnego średniowiecza słowiańskiego, obok niektórych obiektów mieszkalnych, zasługują na uwagę niejasne w swej funkcji płyty wygrzewcze oraz szczególnie wyróżniająca się hałda żuźlowa (Rp. 496), gdzie wśród zbrylonego żuźla z węglem drzewnym, w tym żuźla charakterystycznego kształtu plackowato-miskowatego pochodzącego z obróbki i przeróbki kowalskiej, znaleziono również charakterystyczną płytę ochronną dla ogniska kowalskiego.

W Repten, osadzie hutniczej okresu późnorzymskiego, autorka była skłonna łączyć stwierdzoną tam technologię pieca kotlinkowego oraz związanych z nim obiektów hutniczo-kowalskich również ze słowiańską osadą okresu wczesnego średniowiecza. Na podstawie pozyskanych materiałów źródłowych nie można podtrzymać udziału tego typu pieca i jego pracy hutniczej w późniejszej osadzie słowiańskiej. Szczególnym obiektem w tym zakresie jest wspomniana hałda żuźlowa Rp. 496, w której nie ma żuźla nawiązującego do struktur kotlinkowych, lecz żużel typowo kowalski, typowe postacie plackowato-miskowate wielkości w zależności od średniego ogniska kowalskiego. Potwierdza to ograniczoną do kowalstwa działalność na stanowisku w okresie osadnictwa słowiańskiego w Repten, nie wskazując na równoczesne własne hutnictwo oraz z nim związane obiekty o charakterze pracy dymarskiej. Dzisiaj wiadomo na ogół, że piec dymarski typu kotlinkowego na terenie środkowo-północnej Europy był używany od późnego okresu lateńskiego, zakończył swoją działalność z końcem okresu rzymskiego. Plemiona słowiańskie zasiedlające te tereny po okresie wędrówek ludów technologii pieca, której pozostałością jest kloc żuźla, nie praktykowały. Potwierdzają to w Repten wyniki badań dendrochronologicznych, wskazując tu na pracę hutniczą w ciągu okresu późnorzymskiego.

Bardzo potrzebny i pożyteczny plan zbiorczy (*Gesamtplan Beilage 1*) jest trudno czytelny. Przyczyna główna to duży stopień zniszczenia stanowiska, w związku z czym przy istniejącym nadmiarze szczegółów i domniemań odnośnie niewyróżnionych obiektów, związanych z nimi niejasności, istniała szczególna trudność w czytelniejszym oznakowaniu i wyróżnieniu ich na planie. Pożyteczny akcent, zwrócenia uwagi na budownictwo, sprawił, że związane z nim dołki posłupowe, oznaczone kolorem czarnym, zdominowały całościowy obraz badanego stanowiska. Piec dymarski w obecnej szarej konwencji graficznej, obok podobnych oznaczeń żużła, miejsc piecowych i innych niejasnych obiektów, przy czarnym kolorze dołków słupowych jest trudno rozpoznawalny. W tej sytuacji dla czytelniejszego przedstawienia stanowiska korzystniejszym byłoby dla obrazu hutnictwa wyróżnić piec dymarski kolorem czarnym, związane z nim obiekty przedstawić na oddzielnym planie lub obiekty budownictwa w tle, ale to już sprawa grafika, zwłaszcza przy spiętrzeniu z obiektami późniejszej warstwy kulturowej z wczesnego średniowiecza.

Zamykając krótko nasuwające się uwagi, przy tak poważnym stopniu zniszczenia stanowiska w Repten należy podkreślić szczegółowość sporządzonej dokumentacji ujętej w katalogu. Jest to obfity materiał zanotowanej wiedzy o badanym stanowisku. Daje to możliwość zainteresowanym badaczom prowadzenia dalszych studiów i analiz, dotyczących wielu nierozpoznanych w czasie badań aspektów pieca zagłębionego. Obiektu tak historycznie ważnego, co zostanie wykazane przy omawianiu następnej, podobnej pracy z terenu Łużyc, w centrum hutniczym Wolkenberg, o odmiennej organizacji wytopu od tej, którą odkryto w Repten – rzemieślniczej osadzie hutniczej okresu późnorzymskiego.

2. Ines Spazier, *Das Eisenverhüttungszentrum Wolkenberg, Niederlausitz*

Starożytne centrum hutnictwa żelaza Łużyc Dolnych Wolkenberg jest położone w środkowej części Dolnych Łużyc. W latach 1994-2001 na przedpolu Kopalni Węgla Brunatnego Welzow Süd, ok. 20 km na południowy zachód od Cottbus, na terenie miejscowości Wolkenberg oraz na północ i zachód od niej, przechodząc na tereny wsi Kausche, Gross Görick i Papproth, natrafiono na 20 stanowisk żużla dymarskiego z 44 odrębnymi piecowiskami, w obrębie któ-

rych zbadano pozostałości 1340 pieców dymarskich typu zagłębionego. Nie stwierdzono pracy kowalskiej, przerobu łupki, ani śladów trwałego osadnictwa.

Badania węgla ¹⁴C oraz dendrochronologiczne potwierdzają intensywną działalność hutniczą pod koniec III oraz w 2. połowie IV wieku n.e. Wszystkie piecowiska pracowały w oparciu o piec szybowy zagłębiony w organizacji piecowisk tzw. nieuporządkowanych, choć niektóre mogłyby wskazywać na organizację wytopu w systemie uporządkowanym.

Początki badań

W 1966 roku rozpoczęła tu pracę Kopalnia Węgla Brunatnego Welzow Süd, co dało początek także archeologicznym badaniom ratowniczym. W rozdziale 4 omawianego opracowania podano, że położenie, zasięg starożytnego hutnictwa Wolkenbergu wiąże się z odkryciem w 1987 roku w miejscowości Strausdorf pierwszego kłosa żużla oraz związanego z nim piecowiska z 18 kotlinkami. Natrafiono również na pozostałość zagłębionego mielerza oraz ceramikę z okresu rzymskiego. W 1988 roku odkryto dalsze stanowiska z żużlem dymarskim na południe od Strausdorf. Wcześniej, bo już w roku 1960, pracownik Muzeum w Cottbus natrafił na północny zachód od Wolkenberg, w Papproth, na piecowisko z 7 kotlinkami. Na drugie piecowisko natrafiono w Papproth w 1987 roku. Na stanowisku tym, oznaczonym jako Papproth 2, zbadano 20 kotlinek. W tymże roku w zachodniej części wsi odkryto kolejne, 21-kotlinkowe piecowisko Papproth 3. Natomiast w 1989 roku natrafiono na piecowisko w Wolkenberg z 20 kotlinkami (Wolkenberg 5). W roku 1994 na stanowisku Wolkenberg 9 odsłonięto piecowisko 20-kotlinkowe oraz kwadratowy mielerz, zaś w 1995 roku w północnej części Wolkenberg zgrupowanie czterech piecowisk ze 115 kotlinkami (Wolkenberg 12). Następne piecowisko (Wolkenberg 16) posiadało 31 kotlinek. Od roku 1991 po rok 2001 prowadzono na tym terenie badania ratownicze. W Wolkenberg 1 wyróżniono 7 odrębnych piecowisk ze 174 kotlinkami. Na następnym areale, tzw. wielkopiecowiskowym Wolkenberg 21 odkryto 4 piecowiska ze 165 kotlinkami. Natomiast następny duży areal Wolkenberg 22 posiada 5 piecowisk ze 134 kotlinkami ówczesnych pieców dymarskich. Dwa następne, najmniejsze zespoły dwupiecowiskowe Wolkenberg 25 i Wolkenberg 26 składały się odpowiednio z 59 i 80 kotlinek. Dalsze badania ujawniły 3 pojedyncze piecowiska Wolkenberg 30 (42 kotlinki), Wolkenberg 32 (26 kotlinek) oraz Wolkenberg 33

(13 kotlinek). Następny areal piecowy Wolkenberg 36 posiada na dwóch piecowiskach 45 kotlinek, podczas gdy na stanowisku Wolkenberg 37 na jednym piecowisku zdołano zbudować 41 pieców kotlinkowych. Tę serię prac hutniczych kontynuuje znajdujący się ok. 1 km na zachód, największy w tym regionie areal pracy dymarskiej Wolkenberg 40, gdzie na pięciu piecowiskach przeprowadzono 255 wytopów. Wielką kampanię badawczą Kopalni Węgla Brunatnego Welzow Süd oraz Landesamt der Brandenburgisches Archäologie kończy dalszych 5 odkryć z pojedynczymi piecowiskami: Wolkenberg 47 z 33 kotlinkami i następne, które przesuwają centrum hutnicze na teren miejscowości Gross Göhrick (stanowisko 1 – 33 kotlinki) oraz Papproth (stanowiska Papproth 1 – 27 kotlinek, Papproth 2 – 21, Papproth 3 – 25).

Centrum hutnicze Wolkenberg

W wyniku przeprowadzonych badań autorka wydzieliła główne centrum starożytnego hutnictwa Wolkenberg, rozciągające się w kwadracie od północy od stanowisk WO26 po WO12 na północny wschód, stąd w kierunku południowym po stanowisko WO22 i południowo zachodnim WO40. Wyróżniające się tereny peryferyjne, strefa północna arealu hutnicze Göhrick 1, 2 Papproth 1, 2, 3. Strefy północno zachodnia Göhrick oraz strefa zachodnia Kausche 4, do której może dołączyć WO47 z racji lokalizacji na odrębnym wzniesieniu od WO40. W tym ujęciu centrum hutnicze Wolkenberg rozciągałoby się na osi N-S pomiędzy Papproth 1 na północ po WO9 na długości ponad 3,5 km, zaś na osi W-Z od Wolkenberg po Kausche 4 na ponad 2,5 km. Na tym obszarze w 20 miejscach odkryto i udokumentowano 44 piecowiska z łącznie 1340 kotlinkami pieców dymarskich o różnym stopniu zachowania. Zasygnalizowane dalsze ślady stanowisk żuźla w Gross Göhrick 5, 7, 8 i Kausche wskazują na szerszy zasięg centrum.

Przybliżone spojrzenie na poszczególne areale dymarskie

W 4 rozdziale pracy, w częściach od 4.1 do 4.4., którego tekst uzupełniają tabela 2 i ilustracje, omówiono szczegółowo badane areale hutnicze, ich piecowiska, położenie w terenie, ilość kotlinek oraz ich wyróżniające się zgrupowania. Osobne miejsce poświęcono obiektom im towarzyszącym, takim jak mielerze, składy rudy, węgla, a także inne obiekty, wcześniejsze i późniejsze.

W grupie pierwszej znalazły się areale piecowe WO12, WO16, WO17, WO21 i WO22, występujące w źródłowej niecce terenu morenowego Wolkenberg. W czterech arealach tej grupy, poza WO16, występowała największa ilość kotlinek, przekraczając 100 wytopów. W sąsiedztwie zbadano pozostałości 34 mielerzy.

W grupie drugiej umieszczono piecowiska pięciu arealów hutniczych, występujące na południowym zboczu niecki morenowej. Są one mniejsze od tych z poprzedniej grupy. Największe, WO25, składało się z 59 kotlinek, a najmniejsze, WO33, zaledwie 13. Natomiast słusznie zwrócono uwagę na piecowisko WO25, jako komplet dwuczęściowy (ryc. 145), oraz piecowisko WO30, jako regularnie uporządkowany (ryc. 17), na którym wśród ogólnie zniszczonych wyróżnia się przeważająca ilość w całości zachowanych kłoców tego piecowiska. Dla przykładu, kotlinka nr 16 z kłocem 148,5 kg czy kotlinka nr 7 z kłocem 190,9 kg.

W grupie trzeciej znalazły się areale piecowe WO26, Gross-Göhrick 1, Papproth 1, 2, 3. Jest to północno-wschodnia peryferia, przesuwająca centrum hutnicze do sąsiedniej miejscowości Papproth i od strony północnej do Gross Göhrick. Do arealu WO26 należą dwa piecowiska odległe od siebie o ponad 100 m. Mniejsze, po stronie północnej, z 25 kotlinkami, w pobliżu którego znajdowała się jama 3,3 m długości, ok. 1 m szeroka i tej głębokości, w której znajdowało się ponad 400 kg żuźla. Na uwagę zasługuje podobna, mniejsza, z ponad 100 kg ładunkiem brył rudy darniowej oraz mniejsze jamy z rudą, kamieniami i żużlem. Większe piecowisko z południowej strony, z 55 kotlinkami w układzie zbliżonym do uporządkowanego. Około 400 m w kierunku zachodnim areale Gross Göhrick, Papproth 1, 2, 3 oraz w tej okolicy piecowiska Gross Göhrick 5, 7, 8 i Kausche tworzą nowe zgrupowanie.

Grupa czwarta z trzema arealami pieców znajduje się w zachodniej części Wolkenberg. Do niej zaliczono największy, 5-piecowiskowy areal WO40 z 255 kotlinkami po stronie południowej piecowisko V z 79, po zachodniej piecowisko IV ze 100 kotlinkami. Obok 7 mielerzy z niewyjaśnionymi jamami wypełnionymi fragmentami ułamków ścian szybu i rudy darniowej. Piecowiska III i IV wskazują na uporządkowany układ kotlinek.

Całościowy obraz arealów piecowych daje możliwość poznania ogólnej organizacji wytwórczej starożytnego centrum hutnictwa w Wolkenbergu. W skład 20 badanych arealów piecowych wchodzi zarówno

pojedyncze, jak i po kilka (do siedmiu) oddzielnych jednostek produkcyjnych, zwanych piecowiskami. Ich charakter, różnice w ilości przeprowadzonych wytopów (budowanych pieców), ich rozplanowanie na polu piecowym pozwalają dostrzec szereg elementów mających odniesienie do organizacji pracy, prowadzonego wytopu i czasu pracy całego zespołu. W Wolkenberg i okolicy 44 piecowiska różnej wielkości. Ilość przeprowadzonych wytopów jako wskaźnik skali produkcji może oznaczać wytwórczość bardzo krótką, zaledwie rozpoczętą, trwającą w obrębie jednego sezonu lub dla kilkudziesięciu wytopów, produkcję dłuższą, wykraczającą poza sezon. W centrum hutniczym Wolkenberg wyróżniają się pod tym, jak i innymi względami dwie zasadnicze grupy wytwórcze, prezentowane w arealach jedno- i wielopiecowiskowych.

Grupa arealów jednopiecowiskowych obejmuje 11 piecowisk (tab. 1), na których przeprowadzono 287 wytopów, z których w katalogu wyróżniono 52 zachowane kłocę żużla. Pojedyncze piecowiska występują w 11 miejscach tego regionu, nie tylko w Wolkenbergu, lecz również na terenach sąsiednich miejscowości Göhrick, Papproth, Kausche, jak i we wspomnianej Strausdorf. Najmniejsze piecowisko tej grupy (WO33) liczy 13 kotlinek. W największym (WO30) dokonano 42 wytopów. Średnia dla tej grupy wyniosła 27 pieców (tab. 1).

Pośród arealów wielopiecowiskowych (tab. 2) w centrum Wolkenbergu wyróżniono areale dwupiecowiskowe (WO 16, 25, 26 i 36), odkryte w czterech odcinkach regionu. Z przynależnych do niego 8 piecowisk najmniejsze, zaledwie 8-kotlinkowe, występuje na stanowisku WO16 (piecowisko I), podczas gdy największe, z 55 śladami wytopów, znaleziono w areale WO26II. W tej kategorii średnia wynosi 33 piece. Dalej znajdują się dwa areale czteropiecowiskowe (WO12, 21), w których wśród 8 piecowisk najmniejsze piecowisko IV WO12 zawiera ślady 23 wytopów, a największe, WO 21, 49 wytopów. Łączna ilość kotlinek grupy czteropiecowiskowej wynosi 380, przy średniej ok. 47 pieców. Następny, pięciopiecowiskowy areal posiadał 10 piecowisk. Najmniejsze wśród nich (WO22 – 11 wytopów) przeciwstawia się największym w tym centrum w areale WO40, w którym szczególnie wyróżniają się piecowisko III z 79 piecami oraz piecowisko IV ze 100 śladami wytopów. Osiągnięcie 100 wytopów to duży wysiłek organizacyjny w zakresie prac górniczych, węglarskich i hutniczych, kontynuowanych przez kilka sezonów roboczych. Największy areal siedmiopiecowiskowy

WO17, z ogólną ilością 174 wytopów i średnią 26, prezentuje się jako przeciętny dla produkcji w tym centrum wśród piecowisk, z których każde pracowało odrębnie.

W sumie obok 11 arealów jednopiecowiskowych, w których przeprowadzono 238 wytopów (średnia – 27), 33 zbadane piecowiska arealów wielopiecowiskowych dokonały 1058 wytopów przy średniej 33 pieców. Uogólniając, produkcja globalna tego centrum wyniosła 1345 wytopów w 44 piecowiskach i średniej wysokiej ilości 41 pieców.

Charakter zabudowy piecowiska, organizacja produkcji w obrębie pola piecowego, warsztat pracy hutniczej pieca kotlinkowego Wolkenbergu – rozmieszczenie kotlinek

Widoczny na planie całościowy obraz piecowiska, niezależnie od ilości znajdujących się w nim kotlinek, jest wynikiem zespołowej pracy kontynuowanej w czasie uzależnionym od ilości przeprowadzonych wytopów dymarskich. Było to uzależnione od ilości wydobytej i przygotowanej do wytopu rudy i paliwa dostarczonych do pola piecowego dla zabezpieczenia całego cyklu produkcyjno-wytwórczego. Przy tak zróżnicowanych uwarunkowaniach technicznych, skromnym oprzyrządowaniu, właściwym dla owego czasu ilość przeprowadzonych wytopów w poszczególnych piecowiskach nie mogła być jednolita. Analizując wyróżnione 44 oddzielne piecowiska, charakter ich zabudowy, tzn. rozmieszczenie poszczególnych kotlinek w obrazie planu piecowiska, ich indywidualną lokalizację w stosunku do sąsiednich i najbliższych, można ustalić ich orientację i kierunek przesuwania się ciągu piecowiska w czasie trwania prac.

Ważne są tu łącznie oddzielne odległości od kotlinek sąsiednich wskazujące na lokalne przerwy czasowe, związane z tym przestoje oraz możliwe poszczególne fazy wytwórcze. Oddzielne usytuowanie zarówno pojedynczych, jak i podwójnych lub czasem spotykanych potrójnych kotlinek może dowodzić wspólnego cyklu piecowego łącznie z większym zgrupowaniem kotlinek, gdy posiadają również swoją niezależną od całości orientację.

Dwa charakterystyczne układy zabudowy piecowiska

Charakter zabudowy pola piecowego przy lokalizacji poszczególnych pieców pozwala wyróżnić dwa podstawowe układy, wskazujące jak gdyby na dwie idee organizacji pracy tu obowiązujące.

1. Układ o charakterze ciągu podłużnego i zdecydowanym systemie zwartym przy posadowieniu poszczególnych kotlinek. Z tym wiąże się charakterystyczna orientacja przestrzenna powstającego ciągu, uzależniona od kierunku wiejących wiatrów.

2. Drugi układ koncentracji pieców przy lokalizacji grupowej, na planie zbliżonym do koła lub wieloboku – i tu mogą zachodzić różnice w zwartości lub rozrzedzonego układu kotlinek.

Ad. 1. Jak można wywnioskować z analizy planów piecowisk, układ ciągu podłużnego składa się z wątków zabudowy przestrzeni piecowej po jedno-, dwu- lub trzypiecowym wytopie praktykowanym w tutejszej organizacji pracy. Kolejny wytop dołącza z kotlinką do poprzedniej, zarazem przestrzegając obowiązującej szerokości ciągu w ramach cztero-, do sześć-, optymalnie siedmiokotlinkowego piecowiska (WO12II, 30I). Klasycznym przykładem jest stanowisko dymarskie WO40, jego piecowisko IV, w którym przeprowadzono sto wytopów. Zajęty dla tego zadania plac posiadał długość nieco ponad 17 metrów przy przestrzeganej szerokości ok. 5-metrowej, mieszczącej do sześciu kotlinek w szeregu poprzecznym. W obrębie tej przestrzeni znajdują się pojedyncze, jak i mniejsze lub większe grupki lub szeregi poprzeczne kotlinek o różnej orientacji stopniowo budowanych pieców (ryc. 51). W tej konwencji powstało piecowisko III tego areálu (ryc. 55), jak również WO26II czy WO30I o charakterze bardziej rozluźnionym. Prostokątna z określoną szerokością przestrzeń pola piecowego mogłaby wskazywać na znajdującą się ponad nią ochronę dachową. Lokalne poszerzanie ciągu piecowego (jak w przypadku WO30I czy WO26II), szczegóły zabudowy, orientacja piecowisk to dalsze tematy.

Ad. 2. Inny charakter organizacji pracy wykazuje zespół kotlinek piecowych w postaci grupy. Przykładem Wolkenberg 21, piecowiska II, III (ryc. 13) i im podobne, w których budowano piece, również przestrzegając zasady bliskości z kotlinkami pieców poprzednich. Od powyższej zasadniczo różni się grupa piecowisk o lokalizacji pieców w obrębie grupy, lecz bardziej lub bardzo rozluźnionej. Przykładem areál 22 i jego piecowiska I i II. Podobnych przykładów jest tu więcej.

Występujące w hutnictwie Wolkenbergu dwie idee organizacji pracy pola piecowego odzwierciedlają wytwórczość różnoczasową. Czasem można tu również przyjąć istnienie dwóch kolejnych piecowisk w pewnej odległości od siebie, jak WO17 piecowisko II (ryc. 11).

Zarówno na arealach jedno-, jak i wielopiecownicowych można wyróżnić wymienione dwie idee rozmieszczenia kotlinek w układzie podłużnego ciągu zwartego, jak i piecowisk typu grupowego. Należy także uwzględniać drobne grupki kilku oddzielnych kotlinek w pewnej odległości od ogólnego szyku, występujących samodzielnie, nieraz w znacznej odległości poza piecowiskiem. Te przykłady mogą świadczyć o fazie początkowej pracy, z różnych względów przerwanej i zakończonej (WO21 I), np. pomiędzy podwójnym piecowiskiem I a piecowiskiem złożonym również z dwóch grup kotlinkowych, odległym ok. 25 m, znajdują się 4 samotne kotlinki piecowe. Podobnie w piecowisku IV pomiędzy dwoma grupami oddzielona jest grupa 6 kotlinek. W przypadku WO17 znajdujemy szereg drobnych początkowych o różnych orientacjach inicjatyw produkcyjnych przy piecowiskach II, III, IV, V, VI.

Datowanie

Dla oznaczenia czasu pracy starożytnego centrum hutniczego w Wolkenbergu wykorzystano materiał archeologiczny, ceramikę zebraną w czasie wykopalisk na arealach dymarskich WO16, 25, 37 i Gross Göhrick, materiał węglowy do badań ¹⁴C oraz liczny dla badań dendrochronologicznych. Zebrano węgiel z lepiej zachowanych kotlinek piecowych, jak i wypełnisk mielerzy. Łącznie pobrano próbki z 97 obiektów, wykonano 12 analiz ¹⁴C oraz 104 analizy dendrochronologiczne.

W oparciu o otrzymane wyniki w obrębie badanych arealów dymarskich centrum Wolkenberg można było wyróżnić dwie czasowo różne fazy wytwórczości żelaza w tym centrum: fazę starszą, od ok. połowy III wieku n.e., gdy były czynne piecowiska areálu WO26, 30 i 40 oraz późniejszą, rozpoczętą ok. połowy i pod koniec wieku IV, kiedy to pracowały piecowiska arealów Wolkenberg 17, 21, 22 oraz Gross Göhrick 1.

Autorka słusznie zwraca uwagę na zasadnicze różnice występujące pomiędzy poszczególnymi arealami piecowymi w przypadku WO22 i WO40, gdzie wyróżniono dwa odrębne charaktery zabudowy pola piecowego, w postaci ciągu podłużnego (WO40) oraz układu grupowego (WO 22). Przy analizie chronologicznej porządek ciągu podłużnego należy odnieść do starszej fazy wpływów rzymskich – III wieku, układ grupowy do późniejszej, z wieku IV. Pozwala to rozumieć je jako jednostki wytwórcze, które podejmowały również produkcję na terenach

prowadzonej wcześniej pracy górniczo-hutniczej. Co w tym przypadku także nie jest bez znaczenia, w oparciu o technologię tego samego pieca dymarskiego. Wyniki analiz materiałów poszczególnych piecowisk wskazują na ich różnice czasowe w obrębie danego areалу. Przy porównaniu dendrodatowań oraz wyników ^{14}C np. WO17 otrzymujemy wyniki, wskazujące na pracę tych piecowisk w połowie IV wieku, a w przypadku piecowiska V tego areálu na drugą połowę tego stulecia. W areale WO22 znaczna odległość czasowa pomiędzy piecowiskami I-IV a piecowiskiem V zdaniem autorki jest sprowadzona do stwierdzenia faktu wykorzystywania tego stanowiska dwukrotnie w III stuleciu i w końcu IV wieku. W areale WO21 sprawę datowania bardziej różnicują wyniki z kotlinek i dwóch sąsiednich mielerzy, gdzie dla Bef. 75 uzyskano dendrodatę na koniec IV wieku n.e., gdy drugi, sąsiedni (Bef. 74) jest niemal o 400 lat starszy, co zdaniem autorki jest sprzeczne z całością datowań tego centrum dymarskiego, które pracowało od dwóch trzecich III wieku do końca IV stulecia z zaznaczającą się przerwą w końcu III do początku wieku IV.

Przyrodnicze uwarunkowania umożliwiające powstanie centrum hutniczego w Wolkenbergu

Na terenach morenowych Łużyc, gdzie znajdują się liczne ślady działania lodowca, w podmokłych dolinach rzecznych następowało tworzenie się rud darniowych. Ponieważ występowały one na ogół płytko pod powierzchnią, były łatwe do wyszukania i wydobycia, toteż stawały się przedmiotem eksploatacji już we wczesnych okresach historycznych, często również w okresie wpływów rzymskich. Licznie odkrywane stanowiska żużla żelaznego z pieców dymarskich na terenach prac górniczych kopalni węgla brunatnego Welzow Süd świadczą o produkcji żelaza opartej na własnym wydobyciu surowca do wytopu. Stosunkowo bliskie odległości pomiędzy poszczególnymi arealami pozwalają wnioskować, że i one, i związane z nimi piecowiska korzystały z lokalnych, występujących w pobliżu złóż rudy. Założenie każdego nowego piecowiska danego zgrupowania pieców zostało podjęte po uprzednim szczegółowym rozpoznaniu odnośnego pola górniczego dla uniknięcia kosztów dalekiego transportu wydobytej rudy, podobnie jak bywało w innych regionach Łużyc (Hirse Korn 2000, 83).

W czasie prac archeologicznych na terenie kopalni można było stwierdzić zarówno małe złoża,

jak i niewielkie koncentracje rudy, które mogły być źródłem surowca dla zakładanych w pobliżu piecowisk. W Wolkenbergu potwierdzają to pojedyncze lub drobne grupki kotlinek piecowych. Kilka piecowisk danego areálu dowodzi większej zasobności eksploatowanego złoża, które decydowało zarówno o liczbie piecowisk, jak i ilości przeprowadzonych wytopów, na co wskazują różne ilości kotlinek piecowych poszczególnych piecowisk, zarówno w arealach jedno-, jak i wielopiecowiskowych. W arealach jednopiecowiskowych ilość przeprowadzonych wytopów waha się od 1 w areale WO33 po 42 wytopy w areale WO30. W wielopiecowiskowych najmniej rudy (8 pieców) przetopiono w areale WO16I, natomiast w piecowiskach arealów 12, 17 czy 22 przekroczone 100 wytopów, a do WO40 dostarczono rudy dla 255 wytopów.

Ślady miejscowych złóż w tym typowym terenie morenowym stwierdzono w czasie prac badawczych na areale WO25. Odkryte tu złoża występują na głębokości od 0,5 do 1 m, warstwa pokładu rudy o miąższości ok. 30 cm została uchwycona na długości 15 m. W areale WO26 głębiej tworzącą się warstwę rudy darniowej o grubości 15-30 cm uchwycono na długości 20 m (ryc. 3; Lychatz, Janke 1999, 377; Lychatz 2004). Na terenach Górnych Łużyc stwierdzono występowanie rudy darniowej w postaci soczewkowej (Ullrich 2000, 89). Badania chemiczne rud występujących w rejonie Wolkenbergu, przeprowadzone w TU Bergakademie w Freibergu, wykazują ich dobrą jakość, z Fe^{203} nawet powyżej 80% (tab. 3), z zawartością żelaza 35-55%. Jako rudy tlenkowe, nie potrzebowały wzbogacania przed użyciem do procesu dymarskiego (Lychatz, Janke 2000, 285; Leube 1992, 487). Starożytny dymarz Wolkenbergu posiadał swoją praktykę, która pozwalała mu na ocenę jakości rudy i na jej użycie. W prowadzonym procesie dymarskim w Wolkenbergu nie stwierdzono występowania prażaków, w przeciwieństwie do Gór Świętokrzyskich, gdzie były w użyciu (Bielenin 1992, 129-131).

Drugim plusem rudy z Wolkenbergu była mała zawartość siarki w jej składzie (tab. 3), pomiędzy 10,7 a 12,4 SiO_2 (Leineweber, Lychatz 1998). Natomiast ujemną cechą rud darniowych z regionu Łużyc, podobnie jak wszystkich tego typu rud europejskich, jest wysoka zawartość fosforu P^{205} , która w Wolkenbergu wynosi 1,68-2,58%. Tu można tylko dodać, że starożytny dymarz, z własnym doświadczeniem zawodowym, radził sobie, uzyskując jak na owe warunki żelazo kowalne odpowiedniej jakości.

Drugim podstawowym surowcem dla zorganizowania pracy hutniczej w Wolkenbergu było drewno do przygotowania paliwa w postaci węgla drzewnego (Spazier 373), czemu w tamtym czasie sprzyjało bogactwo drzewostanu. Badane gatunki węgla drzewnego z kotlinek piecowych, jak i z wypełnisk towarzyszących piecowiskom mielerzy z arealów dymarskich WO12, 17, 21, 22 i 40 (łącznie 40 prób) pozwalają na wniosek, że w piecach dymarskich Wolkenbergu przeważał węgiel drzewny z dębu (62-80%), w mniejszej ilości sosny (17-37%). Oprócz tego używano drewna buka, jarząbu i wierzby. Zaznaczają się jednak różnice pomiędzy poszczególnymi piecowiskami. Na przykład w WO12 przy wysokim udziale drewna sosny (83%) udział dębu wynosił 16%. Ogólnie jednak da się stwierdzić, że starożytny dymarz Wolkenbergu, podobnie jak praktykowali to na ogół już wcześniej dymarze piecowisk pieca zagłębnego z innych terenów Europy, stosował zgodnie ze swym uznaniem mieszanie w prowadzonym przez siebie procesie dymarskim węgla z drzew liściastych twardych (buka, dębu) z węglem drzew miękkich, w tym szpilkowych (sosny, świerku, jarząbu, wierzby; tab. 3), co w Górach Świętokrzyskich było regułą (Bielenin 1992, 153 n.).

Zagadnienia techniczne – piec zagłębiony

Ponieważ w tej części opracowania znalazły się materiały z obiektów innego rodzaju i funkcji, będące pewnym dysonansem dla tematyki rozdz. 7.1, dlatego pożytecznym będzie wcześniejsze zwrócenie uwagi na aktualny stan zachowania badanych piecowisk, związany z faktem, że wszystkie stanowiska żużła centrum hutniczego Wolkenbergu, owe 20 arealów z 44 piecowiskami w miejscowości Wolkenberg i sąsiednich, występują na polach ornych, na których prowadzona była wielopokoleniowa działalność miejscowych rolników. Stanowiska dymarskie z kotlinkami wypełnionymi wielokilogramowymi kłocami żużła, utrudniając orkę i uprawę pola, podobnie jak inny materiał kamienisty były przedmiotem bezwzględnie usuwania z pola na różne sposoby. Praktyki te kontynuowano przez lata i pokolenia, co w konsekwencji doprowadziło do prawie całkowitego wyniszczenia istniejącego w tym polu piecowiska. W procesie usuwania żużła z pól uprawnych na terenach europejskich zaznaczają się dwa zakresy. Pierwszy trwający do czasów średniowiecza, i drugi od lokacji miejscowości oraz objęcia pól przez miejscowych rolników, trwający po czasy nowożytny. Na potwierdzenie można wspo-

mnąć o żużlach z terenu Łużyc, wykorzystanych do celów budowlanych w ścianie średniowiecznego kościoła z XIV wieku w Tröblitz, Kr. Friedrichsluga (Wetzel 1996, ryc. 5; Bielenin 2005, ryc. 5). Widzimy tam 33 całe kłocce wmurowane w ścianę kościoła z płaszczyzną górną na zewnątrz. Podobny przykład z tego regionu to ściana kościoła w miejscowości Drehna, Kr. Luckau, gdzie widoczny jest jeden kłoc i duże fragmenty rudy skalistej. Również w Danii w czasach późnego średniowiecza, tym razem w murze okalającym cmentarz w Tistrup umieszczono 311 kłoców, jak i dużych ich części (Bielenin 2005, ryc. 6). Także w Polsce, na terenie Mazowsza, żużel był używany do celów budowlanych (Woyda 2002, 100). Stefan Woyda zamieścił w swojej pracy ilustrację piwnicy ziemnej z XIX wieku w Kaniach, pow. Pruszków, z wmurowanymi całymi jak i fragmentami kłoców żużlowych. Podobnie było na terenie Dolnego Śląska w Psarach (Mamzer inf.).

W zasadzie proces niszczenia żużła na polach był powolny, jednak od drugiej połowy XX w., gdy rolnictwo europejskie przeszło na mechaniczną orkę pól traktorami, w krótkim czasie doszło do całkowitego wyniszczenia stanowisk żużła na polach ornych. Do tego odnoszą się uwagi na stronie 129, w których czytamy o dużej ilości stwierdzonych w Wolkenbergu kotlinek bez żużła. W uzasadnieniu podano, że spośród 1340 udokumentowanych kotlinek tylko 170 wypełniały kłocce żużła, których ciężar wynosił najczęściej 40-50 kg. Tu znalazł się szczególnie, że kotlinki z kłocem zawsze posiadają luźny żużel, na dowód czego zaprezentowano nie najszcześniejszą ilustrację (ryc. 44) WO21 Bef. 104, 105, gdy nieco dalej przytoczono na ryc. 45-50 zachowane tu i ówdzie na zniszczonych piecowiskach w Wolkenbergu całe, nieuszkodzone kłocce wagi do 190,6 kg. Te kłocce, będąc autentycznym dokumentem wypełnionych w całości kotlinek, zarazem pomyślnie zakończono wytopu, prezentują ówczesnego mistrza dymarskiego, który prowadził ten oryginalny swój wytop z pełną znajomością swojego fachu, winny więc stanowić punkt wyjścia zarówno przy interpretacji przebiegu tego procesu, jak i jego przerobu materiałowego oraz uzysku wytwórczego. Nie może nim być nawet jak najszczegółowiej ważony aktualny stan zachowania resztek żużła w kotlinkach po jego wieloletnim na różne sposoby usuwaniu z piecowisk.

W dużym skrócie przytoczymy za Autorką niektóre zniszczenia piecowisk odnośnych arealów piecowych Wolkenbergu:

WO12 – „prawie wszystkie kotlinki były zaburzone i posiadały bardzo mało żuźla”, „Areal był w południowej części przez średniowieczną i nowożytną zabudowę silnie zaburzony” (s. 102);

WO16 – „także tu są ciężkie nowożytnie zaburzenia do odnotowania”, „Piecowska I, II przez instalację wodociągów są w stanie częściowym”, „w areale wiele zaburzonych kotlinek”;

WO17 – „także w tym areale hutniczym wiele zaburzonych kotlinek”;

WO 22 – „kotlinki tego piecowiska posiadały tylko zachowany poziom dna”, „liczba zniszczonych jest nieokreślona”.

Druga grupa obiektów zniszczonych stanowisk żuźla przez późniejszego użytkownika pól Wolkenbergu dotyczy zakopanych materiałów zdewastowanego piecowiska bezpośrednio na miejscu, gdzie nie przeszkadzały prowadzonej uprawie pola. Typowy przykład to piecowisko WO25 (ryc. 14, 15), gdzie zaznaczono jamę odpadkową z zakopaną 500 kg ilością ułamków żuźla. Tu obok wzmianek na ten temat w tekście oraz tabel 5 i 7 winniśmy uwzględnić również zgromadzony na ten temat materiał w rozdziale 7.5.

O tym, że jest to materiał niezwiązany w jakikolwiek sposób z procesem dymarskim i starożytnym dymarzem, lecz nowożytnym niszczeniem stanowisk dymarskich, ich piecowisk, uzasadniono wcześniej. Starożytny mistrz dymarski, osiągnąwszy cel swojej pracy – odzużloną łupkę metalu (o czym później), pozostawiał kotlinkę, do której odprowadził w całości żużel z tego procesu, z zastygniętym w niej kłocem żuźla na miejscu. Wiedział dobrze, że w żużlu tego kłoca nie ma dla niego metalicznego żelaza. Do budowy następnego pieca miał nieograniczoną ilość miejsca. Gdyby nie niszczenielskie działania późniejszego rolnictwa, jak i w niektórych regionach nowożytnego przemysłu hutniczego, dzisiejsza archeologia spotykałaby na badanych stanowiskach dymarskich całe pola ówczesnych piecowisk z wypełniającymi tamtejsze kotlinki pełnymi kłocami żuźla. Zdołano to w pewnym zakresie udokumentować w Górach Świętokrzyskich, jak i na Mazowszu. W mniejszym stopniu na zniszczonych już piecowiskach środkowej i północnej Europy, w tym w obecnie badanym centrum w Wolkenbergu (ryc. 44-50).

Osobną kwestią jest to, co określa się tu rudą darniową. Trudno ustalić bez wcześniejszej analizy, czy jest to dobrze wyselekcjonowany z rudy materiał odpadowy, bezwartościowy dla wytopu, zwłaszcza gdy zmieszany jest, jak tu spotykamy często, z kawałkami luźnego żuźla, rozbitych kłoców i podobnymi odpada-

mi. Koniec sezonu wiązał się z wyczerpaniem w całości zgromadzonej i przygotowanej wcześniej rudy. Nie do pomyslenia tu było, by kilka czy kilkanaście kilogramów, jak podają wyniki ważenia, pozostawiać do następnego sezonu, na co zdawałaby się wskazywać spora ilość odnotowanych w tekście pracy tego rodzaju obiektów.

Oдноśnie małych jam z ułamkami polepy szybowej (WO40, tab. 7), nie ma żadnego uzasadnienia, by w zabudowie pola kotlinkowego wśród regularnie lokowanych kotlinek wypełnionych kłocami żuźla pozostawionymi po wytopie ówczesny dymarz zajmował się również wykopywaniem tego kłoca, by opróżniony dołek użyć na odpady potłuczonych ścian glinianego szybu. Jest to już późniejsze przygotowywanie powierzchni pola dla upraw rolnych, czego dowodzi pośrednio wąska i głęboka jama, trudna zarówno do wykonania, jak i wydobycia z niej złożonego tam materiału (Bef. 204, ryc. 34 oraz ryc. 77 WO26 jama odpadkowa 404, z 13 kg żuźla). Stratygraficznie jest ona położona ponad starszymi obiektami archeologicznymi i jest obiektem nowożytnym.

W konkluzji trzeba dodać, że obecnie do bardzo szczęśliwych dla badań wykopaliskowych należą stanowiska, gdzie pług nie docierał, np. na skraju pola, tam mogło zachować się kilka kotlinek z nieuszkodzonymi kłocami żuźla, jako pozostałość piecowiska, po którym w całym terenie pozostał ślad dna lub zabarwionej gleby. Natomiast wyróżnione wśród arealów hutniczych Wolkenbergu jamy odpadowe określane jako *Abfallgrube* różnego rodzaju i wielkości, w których znajdują się ułamki potłuczonych kłoców żuźla, glinianych ścian szybu, również skorupa glinianego garnka, kamień, a i kość zwierzęca, to niekwestionowane obiekty wtórne z zasobu różnych form niszczenia stanowiska, czasu późniejszego. Usuwanie kłoców żuźla nie interesowało dymarza, ani jego załogi warsztatowej.

Zagadnienia techniczne – piec i proces dymarski

Najdawniejsze początki żelaza wiążą się z procesem bezpośredniej redukcji zawartych w rudzie związków żelaza w procesie ogniowym. Dla historyka techniki, badającego proces rozwoju cywilizacji, podstawowym obiektem w całym zespole hutniczym stanowiska dymarskiego jest piec dymarski. On sam, jego elementy, szczegóły konstrukcji będące wytworem umysłu, myśli ludzkiej są dobrem ogólnym ludzkości o charakterze technicznym i kulturowym (Bieleń 2002). Można tu dodać, że już w starożytności

występują różne typy i odmiany pieców dymarskich, na co zwrócił uwagę Pliniusz w swojej *Naturalis Historia* (XXXIV 144): *et fornatum magna differentia est*. Natomiast proces dymarski jako zjawisko fizykochemiczne przebiegał w myśli tych samych praw fizyki i chemii, niezależnie od czasu i szerokości geograficznej (Radwan 1958, 418). O ile zachodziły tu pewne różnice, to były one uwarunkowane cechami surowców wsadowych oraz rodzajem dmuchu. W związku z powyższym dokładne poznanie pieca dymarskiego odkrytego stanowiska oraz szczegółów procesu dymarskiego posiadają podstawowe znaczenie dla badań rozwoju techniki hutniczej.

Podstawowym obiektem w centrum hutniczym Wolkenberg był piec szybowy typu zagłębionego z kotlinką dla odbioru tworzącego się w strefie redukcji żużla. Piec typu zagłębionego zasługuje na szczególną uwagę, ponieważ w jego założeniu widzimy nowatorską na owe czasy myśl ówczesnego dymarza oraz odważnie zrealizowany pomysł na oddzielenie żużla od redukującej się łupki żelaza. Polegał on na tym, że dymarz znający z własnej praktyki właściwości ciekłego żużla w odróżnieniu od redukującego się żelaza potrafił odprowadzić żużel w dół do specjalnie na ten cel wykonanej jamy pod ogniskiem, zwanej przez nas kotlinką. Tym samym zbudował piec tzw. obecnie typu zagłębionego, składający się z dwóch części: dolnej – kotlinkowej, biernej, dla przyjęcia żużla, oraz górnej – szybowej, aktywnie pracującej.

Odnosnie części szybowej. Z analizy zebranych w czasie badań ułamków rozbitego po zakończonym wytopie szybu wynika, że w Wolkenbergu trzymano się starej zasady warstwowej budowy ściany szybowej pieca z przygotowanej mieszanki gliny z ciętą trawą lub słomą. Nie używano drewnianych prętów do rusztowań. Nie stwierdzono elementów w postaci cegły, podobnie jak w hutnictwie Gór Świętokrzyskich (Bielenin 1983). Nie stwierdzono oddzielnych elementów dmuchu w postaci dysz glinianych czy prostokątnych płytek z otworem jak w hutnictwie mazowieckim (Woyda 2002, ryc. 28). Znaleziono odlewy kanałów bocznych posiadają średnicę większą ok. 5 cm, zaś mniejszą – 2 cm (ryc. 36). Średnicę otworu dmuchu znaną już z Scharmbeck (Wegewitz 1957).

Kotlinka pieca zagłębionego w centrum w Wolkenbergu posiada ustabilizowaną średnicę w granicach od 40 do 60 cm, czasem powiększoną do 70 cm, bez wyprawy glinianej ścian bocznych. Kotlinka ma kształt tradycyjny, praktykowany w tym typie pieca od jego najdawniejszych początków (Bielenin 1973, 53 n.). Jest to jama o ścianach zbiegających w dół,

z reguły okrągła lub nieco owalna. Przy jej kształcie pionowym obserwujemy różne praktyki rozszerzania: w dół lub charakterystyczną praktykę już u małej kotlinki wydatne poszerzenie częściowo lub o większym zakresie na obwodzie części górnej, w której występuje żużel lity, ciężki (Bielenin 1973, 53; 1992). W centrum hutniczym Wolkenbergu wyróżniono na s. 127 pięć typów kotlinek piecowych (ryc. 40, tab. 6). Obecnie, przy większym doświadczeniu badawczym, trudno mówić o typach oraz ich uszczegółowianiu, gdy praktyka pracy starożytnego dymarza sprowadzała kotlinkę do form najprostszych dla pełnienia jej ważnego zadania, tj. odebrania płynnego żużla z prowadzonego procesu redukcji. Poza tym wyróżnione typy kotlinek występują wspólnie w obrębie tego samego i podobnych piecowisk, co dowodzi jednoznacznie, że dla starożytnego dymarza nie miały większego znaczenia. W ścianach kotlinek w Wolkenbergu nie ma żadnych prób nowatorskiego ulepszenia w postaci różnego rodzaju kanałów bocznych kotlinkowych, jakie widzimy w starożytnym hutnictwie świętokrzyskim (Bielenin 1983; 1992) czy mazowieckim (Woyda 2002, 132), lub jam pomocniczych (Hayen 1968, 154), czego dwa niejasne przykłady znalazły się również w Wolkenbergu (s. 28, ryc. 43).

Wypełnisko kotlinki – żużel żelazny

W wypełniającym kotlinkę klocu żużla występują wszystkie jego rodzaje. W górnej połowie struktura lita silnie zwarta w środkowej i dolnej porowata z litą i odciskami węgla drzewnego. Tu miejscami również soplowa struktura zwarta z zewnętrzną powierzchnią równą, przy ścianach bocznych sięgając często po poziom dna, co sprawia, że kloc tworzy monolit na całej głębokości kotlinki (Bielenin 1983), często jednak również w dolnej części i nad dnem zakończonym strukturą soplową z luźnymi soplami poziomymi w warstwach popiołu i resztek węgla drzewnego.

W charakterystyce i klasyfikacji żużla z Wolkenbergu na stronie 127 (w punktach a, b i c) omówiono żużel drobny w postaci płynnej i jego różne formy soplowe, także odlewy kanałów bocznych, czopki i mniejsze odłamki żużla klocowego. W punkcie d mowa o małych klocach żużla, do 50 kg. Jak wynika z charakterystyki, są to środkowe, względnie dolne części właściwego kłoca, *meist mit einer netzartiger Struktur trapezförmig ausgebildet, oftmals wohl zerschlagen, manchmal mit einer ebenen aber rauhen Oberseite, die der Abschluss der Rennofengrube bildete*, czyli części właściwego kłoca,

często z strukturą porowatą odcisków węgla drzewnego, również litą, z górnej części kłoca. W punkcie e znalazły się duże kłocce, o większym ciężarze – ponad 50 kg. Tę grupę zamyka kłoc najcięższy (148,5 kg), który bez wątplenia należy do grupy dużych kłoców tego centrum. Zarówno ten, jak i jemu podobne, zamieszczone na ilustracjach (ryc. 44-50), wskazują, że niektóre przetrwały w całości czas dewastacji rolnej i obecnie nieuszkodzone będą dla zniszczonych piecowisk wiarygodnymi świadkami, w jakim stanie pozostawały po zakończonym wytopie wszystkie kotlinki piecowiska. W centrum hutniczym w Wolkenbergu zdołano w wypełniskach 134 kotlinek wyróżnić zaledwie 170 kłoców, tj. niecałe 8%. Z racji wagi problemu przyjrzymy się bliżej tej ważnej kwestii, zwłaszcza że autorka dodaje: „których waga wynosi przeważnie poniżej 40-50 kg”. W dzisiejszym stanie badań centrum hutniczego w Wolkenbergu po odkryciu kilkunastu nieuszkodzonych kłoców żużła znamy postać, w jakiej zaistniał w kotlinie po zakończonym wytopie. W ogólnej klasyfikacji pieca zagłębionego terenów europejskich znana jest również mała kotlinka (Bielenin 1983), jej wielkość i mały kłoc żużła. Wolkenberg, w swoim centrum hutniczym, w oparciu o obecne badania dopracował się charakterystycznego dla swojego regionu pieca zagłębionego, kotlinki wielkości pomiędzy 40-60 cm, czasem większej i kłoca, który znacznie przekroczył ogólnie przyjmowaną wcześniej górną granicę dla tego pieca – około 100 kg. Dymarz pieca zagłębionego w Wolkenbergu w zależności od ilości przygotowanego wsadu pozostawiał w kotlinie po wytopie, jak to widzimy na ryc. 44-50, kłoc żużła wielkości na ogół od ponad 150 do 200 kg. W tych warunkach nie możemy tworzyć jakiejś odrębnej kategorii „małych kłoców”, zarówno powyżej, jak i poniżej 50 kg. Z tego względu z owych 170 wyróżnionych w katalogu, jak zauważa autorka: „których waga wynosi przeważnie poniżej 40-50 kg” (s. 129), odpadnie większa część. Ile pozostanie?

Biorąc pod uwagę tylko kłocce z zachowaną, nieuszkodzoną powierzchnią górną, jak na rycinach 44-50 i dysponując dokładną wagą kłoca odnośnej kotlinki, z braku archeologicznego rozpoznania stanu zachowania jej górnej części, decydujące znaczenie ma dokumentacja fotograficzna. Materiał fotograficzny stworzony w czasie badań całych zachowanych kłoców z Wolkenbergu będzie cennym dokumentem dla całości. Obecnie możemy ustalić średni ciężar kłoca żużła dla hutnictwa Wolkenbergu w oparciu o zachowane cztery kłocce piecowiska WO30. Są to kłocce kotlinek nr 16 z pełnym ciężarem 167,3 kg, nr

17 – 148,7 kg, nr 5 – 195,6 kg oraz nr 7 – 190,9 kg. Co tu również ważne, widoczna rozpiętość pomiędzy kłocem z najmniejszą i największą ilością żużla z wytopów w kotlinkach 17 i 5 wynosi blisko 50 kg, co pozwala na przyjęcie średniej wspólnej dla hutnictwa w Wolkenberg 175,6 kg. Obecne badania górnej części kłoca pozwalają odpowiedzieć na niejasności odnośnie uwag wysuniętych na s. 127-130, dotyczących procesu dymarskiego oraz zagadnień z nim związanych, jak powstawanie kłoca, również spraw późniejszych, np. o rozbijaniu kłoców dla zabrania jakoby rozmieszczonego w nich metalicznego żelaza, przypuszczeń o technologii, w której zamiast jednego kłoca powstawały w kotlinie luźne jego części, *kompaktheit* lub *lose Schlacke*, nierównomierne wypełniania kotlinki żużlem, kotlinek bez kłoca żużła, w kotlinie obok kłoca występujące również jego luźne frakcje itp. Niezależnie od wszystkiego, niezrozumiałe brzmi informacja ze s. 128, dotycząca przepoławiania, dzielenia nawet na trzy części wypełniska kotlinek. Zagadnienie to zostaje częściowo wyjaśnione w katalogu, gdzie po starannym ważeniu podzielonych części czytamy pod aktualnym nr kotlinki o dwóch lub trzech kłocach.

Wnioski wypływające z analizy powierzchni swobodnego krzepnięcia po przeprowadzeniu badań metalurgicznych (Suliga 2006; Suliga, Kargul 2007) przybliżają zupełnie nowy problem, jakim jest obecnie kłoc żużła i związana z nim nowa teza, wedle której starożytny dymarz budował kotlinkę pieca świadomie jako zbiornik na żużel – dla uzyskania odżużlonej łupki metalu, już nie konglomeratu żelazo-żużlowego, lecz łupki żelaza kowalnego (Bielenin 1998/1999, 2011):

a. w omawianym piecu kotlinka była intencjonalnym zbiornikiem na żużel. Strefa redukcji metalu, związane z nią jej składniki znajdowały się ponad kotlinką w dolnej szybowej części pieca;

b. stwierdzona w dolnej części kłoca żużła struktura soplowo-porowata z odciskami węgla drzewnego dowodzi, że w czasie wytopu kotlinka po otwory dmuchu dolnej części szybu wypełniona była materiałem palnym (szczapy drewna, węgiel drzewny, nawet słoma), co stanowiło podporę dla ogniska i całej strefy redukcyjnej łącznie z formującą się porowatą łupką metalicznego żelaza;

c. pod wpływem spływającego gorącego żużła następowało wolne spalanie wypełniska części nadkotlinkowej, powiększając przestrzeń dla napływającego w czasie redukcji żużła, pod którego ciężarem w końcu procesu następowało zapadnięcie się tego

łatwopalnego wypełniska i zapelnienie żużlem całej kotlinki po poziom dna (de Rijk 1996, 329-330; Bielenin 1998/1999, 523-528);

d. w środkowej części gorącego wypełniska żużlowego, w kontakcie z węglem drzewnym, mogło dochodzić do wtórnej redukcji metalu (Suliga, Kargul 2007, 615-622);

e. żużle dymarskie pieca z ich wysoką zawartością FeO i SiO₂, jako niskotopliwe krzemiany ułatwiały dobre oddzielanie się żużla od metalu, ułatwiając jego pełny odpływ ze strefy redukcji i zapelnienie całej kotlinki, powstawanie w niej wielokilogramowych kłoców (Straube 1986). Potwierdza to w pełni powierzchnia swobodnego krzepnięcia z pęcherzami pękających gazów i skurczem odlewniczym przy krawędzi (Bielenin 1998/1999, 2002, 2005, 2011, Suliga 2006);

f. powierzchnia swobodnego krzepnięcia dowodzi również, że spływ żużla do kotlinki był aktem jednorazowym, kończącym wytop (Suliga 2006; Suliga, Kargul 2007);

g. w zakrzepłej powierzchni kłoców żużla bywają odkrywane fragmenty glinianych ścian szybu (Bielenin 1998/1999, ryc. 4c, 2005, ryc. 1). Ciekawym przykładem jest tu fragment ściany szybu z otworem dmuchu, wtopiony w powierzchnię kłoca żużla znalezionego w czasie wspólnych badań w Friedrichsluga, Lkr. Elbe Elster (Wetzel 1996, ryc. 39), który wskazuje jednoznacznie, że starożytny dymarz wydobywał łupkę żelaza, rozbierając szyb pieca natychmiast po spłynięciu gorącego żużla i zakończonym wytopie, nie czekając na jego ostygnięcie (Bielenin cyt. prace);

h. przy całkowitym spływie do kotlinki żużla, którego powierzchnia nie stykała się z masą skoagulowanych cząsteczek łupki, ta ostatnia została optymalnie odżużlona, nie była konglomeratem żelazożużlowym, z jakim mają problemy dzisiejsze badania doświadczalne (Bielenin 2002);

i. obróbka uzyskanej łupki ograniczała się do ostrożnego obicia dla większej zwartości jej struktury wewnętrznej oraz podzielenia do umownej wielkości i kształtu, w jakim ją oddawało piecowisko.

Piecowiska uporządkowane i nieuporządkowane

Wśród badanych 44 piecowisk w Wolkenbergu wyróżniono 25 małych, mniejszych z 30 piecami oraz 19 większych i dużych, w których ilość pieców dochodziła do 100 (tab. 7). Do piecowisk nieuporządkowanych wchodzi zespoły, w których poszczególne piece budowano pojedynczo, czasem podwójnie, bez określonego porządku, w nieozna-

czony odległości od poprzedniego. Druga grupa to piecowiska tzw. uporządkowane. W ich przypadku przy lokalizacji poszczególnych pieców dymarz uwzględniał ich miejsce w obrazie tworzonej przestrzeni placu piecowiska, zwłaszcza przy jego szerokości. Niezależnie od tego, dla powiększenia produkcji, gdy widział możliwość zbudowania obok jednego, dwóch, później nawet trzech pieców, znając warunki termiczne, gdy przy dmuchu naturalnym siła tego samego wiatru pozwalała przeprowadzić wspólny wytop, tym samym podwoić i zwiększyć efekt jego pracy. Na możliwość praktykowania tego sposobu wskazują ściśle dwójki, nawet trójki pieców w obrębie piecowisk WO30 i WO40 i nie tylko widoczne są również charakterystyczne baterie trójkowe. W zespołach piecowisk uporządkowanych autorka zwraca uwagę na dające się wyróżnić układy rzędów piecowych od 3-rzędowego WO26II, 4 nieregularne rzędy w Gross Göhrick 1, 5 rzędów WO30 i 6 rzędów WO40 III i IV. Wyróżnia również układ okrągły w ramach 6 piecowisk.

Wytwórczość centrum hutniczego Wolkenbergu

Podstawą oceny wytwórczości centrum starożytnego hutnictwa żelaza w Wolkenbergu będzie ilość wytworzonego żelaza metalicznego, która w końcu uzależniona jest od ilości wydobytej i przygotowanej do wytopu rudy. Paliwo – węgiel drzewny – jest środkiem, który umożliwiał spełnienie tego zadania. Węglarstwo w przypadku Wolkenbergu stanowi odrębny problem. Różna ilość mielerzy w odnośnych arealach hutniczych, nieprzystaje niejednokrotnie do ilości tamtejszych pieców i co ciekawsze, stwierdzono całkowity brak mielerzy w 7 arealach (tab. 2, s. 100). Nie wnikając w dziedzinę węglarstwa i nie sięgając po dane związane z późniejszym procesem wtórnego niszczenia piecowisk w Wolkenbergu, mając obecnie najważniejszy dokument tej produktywności w postaci co najmniej kilkunastu w pełni zachowanych kotlinek z kłocami żużla oraz ich nieuszkodzoną powierzchnią swobodnego krzepnięcia, możemy dokładnie poznać ich ciężar, co pozwoli ustalić średnią dla kłoca żużla tego centrum. To punkt wyjścia pozwalający uchwycić wytwórczość dla tego pieca, jego zużycie rudy oraz uzysk metalicznego żelaza. Tu sięgając po dane przyjęte ogólnie dla pieca kotlinkowego, gdy na średnią ilość dla 100 kg żużla przyjmuje się przeciętnie przetop 200 kg rudy (Pleiner, Radwan 1962; Radwan, Pleiner 1963; Bielenin 1992; Voss 1993), gdzie uzysk żelaza me-

talicznego mógł wynosić 20-25% (Pleiner, Radwan 1962; Radwan 1959; Bielenin 1992; Pleiner 2006), pozwala to spojrzeć ogólnie na produkcję całego zakładu, tj. ówczesnego piecowiska, oraz pozostałych 20 arealów centrum dymarskiego w Wolkenbergu. Tak więc obecna średnia 175 kg w oparciu o wyżej wymienione dane pozwala przyjąć dla pieca kotlinkowego w Wolkenbergu dwukrotną ilość, tj. 350 kg rudy w ciągu jednego wytopu, dla otrzymania ok. 70 kg żelaza jakości kowalnej. Przy 1340 przeprowadzonych wytopach można by ilość potrzebnej rudy dla tego centrum szacować w granicach ok. 4690 ton oraz ilość wytopionego żelaza w granicach ok. 20%, która wyniosłaby ok. 938 ton. Są to w zasadzie dane orientacyjne, dla których niezmienną będzie ilość przeprowadzonych wytopów oraz wielkość kotlinek przygotowanych na pełne przyjęcie odprowadzonego w procesie dymarskim żużla. O ile i które podane dane szacunkowe mogą ulec zmianie? Przyjęta ilość użytej rudy, co zwłaszcza przy rudach darniowych wiąże się z różnymi praktykami przygotowania jej do wytopu. Różnymi formami jej wzbogacania, gdy w centrum w Wolkenbergu nie było praktyki wzbogacania poprzez proces ogniowy, bowiem nie stwierdzono tu prażaków jak np. w Górach Świętokrzyskich (Bielenin 1960, 1992).

Zakończenie

Wydawnictwo „Veröffentlichungen zur brandenburgischen Landesarchäologie”, t. 39/40 przynosi dwie ważne prace z zakresu europejskiej archeometalurgii żelaza, dotyczące Repten i Wolkenbergu z obecnymi tam piecami dymarskimi typu zagłębionego i jego zastanawiającą techniką i technologią. Dołączają one do badań tego typu pieców, rozpoczętych w latach 50. ubiegłego wieku przez archeologów z Niemiec, Czech, Polski i Danii, wnosząc poważny zasób wiedzy odnośnie jego warsztatu i organizacji pracy w środkowym i późnym okresie wpływów rzymskich. Potwierdzają ostatnie osiągnięcia w zakresie technologii procesu dymarskiego, uzysku odżużlonej łupki żelaza metalicznego.

Archeologiczny plan piecowiska Wolkenberg 40 IV to signum idei organizacyjnej dla szerokiej dziedziny pracy – przedsięwzięcie organizacyjne wiążące w jedną całość odrębne dotąd dziedziny działania: górnictwo, węglarstwo, hutnictwo żelaza, zaopatrzenie, organizację pracy, docelowy transport na konkretny rynek zbytu cennego surowca, jakim było żelazo w okresie wpływów rzymskich i nie tylko.

Studia nad wyróżnionymi w tekście dwoma zgrupowaniami piecowisk oraz ich różnoczasową działalnością hutniczą w centrum Wolkenbergu umożliwiła zainteresowanym badaczom szczegółowo opracowany w katalogu materiał dokumentacyjny. Organizacja produkcji hutniczej żelaza na większą skalę przez miejscowe plemiona Europy pozalimesowej, właśnie w oparciu o piec dymarski zagłębiony, w środkowym i późnym okresie wpływów rzymskich ma tu szczególne znaczenie.

Autorki prac, dr Andje Knaack (Repten) i dr Ines Spazier (Wolkenberg), opracowaniami naukowymi oraz starannie i szczegółowo prowadzoną dokumentacją wysoko pod tym względem podniosły poprzeczkę przyszłym badaczom tych stanowisk.

Szczęśliwie zachowane, wielokilogramowe kłocze żużla w materiale archeologicznym centrum Wolkenbergu potwierdzają zastosowanie kotlinki na przyjęcie całości żużla z tego procesu dymarskiego, dzięki czemu dymarz, uzyskując odżużloną łupkę żelaza, omijał drugi etap pracy, tzw. postredukcję, polegającą na wielokrotnym wygrzewaniu i przekuwaniu łupek, które powodowało co najmniej 50-procentową stratę metalu jako efekt zachodzących procesów utleniania (Pleiner, Radwan 1962; Crew 1991). To wielkie osiągnięcie myśli technicznej starożytnego dymarza, którego signum w przypadku badanego obecnie centrum hutniczego w Wolkenbergu są cylindryczne kłocze z zachowaną strukturą swobodnego krzepnięcia (Bielenin 1998/1999, 2009), zdecydowało o dominacji pieca zagłębionego oraz upowszechnieniu jego obecności w produkcji hutniczej na terenach pozalimesowych środkowej i północnej Europy w okresie wpływów rzymskich, czyli od I do IV w. n.e. (Pleiner 1998, Wegewitz 1957; Bielenin 1992; Voss 1962; Voigt 1964).

Występowanie większych skupisk, a nawet dużych centrów żużla struktury kłocowej na terenach pozalimesowej Europy od wczesnego okresu rzymskiego, jak np. na Mazowszu (Bielenin, Woyda 1978; Woyda 2002), w Górach Świętokrzyskich (Bielenin 1956, 1974) czy na terenach Śląska (Madera 2002, Tomczak 2002, Pazda 2002). Intensywne ślady stanowisk oraz znacznych ośrodków i centrów pieca zagłębionego między Odrą i Łabą, gdzie prof. A. Leube w swoich pracach wyróżnił 11 regionów z żużlem dymarskim na tle osadnictwa okresu wpływów rzymskich, zarówno pomiędzy I a II, jak i III a IV wiekiem, co dowodzi miejscowej wytwórczości żelaza (Leube 1992). Powszechne zastosowanie żelaza w życiu codziennym przyczyniło się do przyspieszonego rozwoju gospodarczego miejscowych plemion

germańskich, które w stosunkach wzajemnych z ekspandującym imperium rzymskim mogły zaznaczyć swoją obecność.

To żelazo z pieca zagłębionego wyjaśnia problem zaopatrzenia w broń żelazną miejscowych plemion germańskich Cymbrów i Teutonów, którzy już pod koniec II w. p.n.e. pojawili się w prowincji rzymskiej pod Noreją i poważnie zagrozili państwu rzymskiemu (Jaczynowska 1976). Mniej więcej stulecie później dobitnie dali o sobie znać Cheruskowie

w 9 r. n.e. w Lesie Teutoburskim, by od czasów Marka Aureliusza wejść w stałe, niemal systematyczne relacje wojenne z sąsiadem z południa, zakończone praktycznie w końcu IV w. upadkiem największej potęgi wojskowej ówczesnego świata, imperium rzymskiego, czemu na terenach Germanii Tacytowej do końca IV w. towarzyszą, łącznie z obecnie badanym centrum w Wolkenbergu, ośrodki wytwórcze pieca dymarskiego typu zagłębionego (zob. Leube 1992, mapa, ryc. 1.2).

Kazimierz Bielenin

Kraków, 10.05.2011

BIBLIOGRAFIA

- Bidzilia W. I.
1970 *Z istorii czornoj mietallurgii karpatskogo vzgirja rubieży naszej ery*, „Archeologija”, t. XXI, Kijów, 32-48.
- Bielenin K.
1957 *Dotychczasowe wyniki badań nad żużlem starożytnym w rejonie Gór Świętokrzyskich*, „Wiadomości Archeologiczne”, t. XXIV, 101-112.
1960 *Stanowisko 4 w Jeleniowie, pow. Opatów*, „Kwartalnik Historii Kultury Materialnej”, R. VIII, nr 4, 553-560.
1964 *Das Hüttenwesen im Altertum im Gebiet der Góry Świętokrzyskie*, „Praehistorische Zeitschrift”, t. 42, 77-96.
1973 *Dymarski piec szybowy zagłębiony/typu kotlinkowego w Europie starożytnej*, „Materiały Archeologiczne”, t. XIV, 5-101.
1976 *Eingetieftes Rennofen der frühgeschichtlichen Eisenverhüttung in Europa*, „Archaeologia Austriaca”, Beiheft 14, 13-27.
1983 *Der Rennfeuerofen mit eingetieftem Herd und seine Formen in Polen*, „Offa”, t. 40, 47-61.
1992 *Starożytne górnictwo i hutnictwo żelaza w Górach Świętokrzyskich*, Kielce.
1996 *Frühgeschichtliche Eisenverhüttung im Heilig-Kreuz-Gebirge (Góry Świętokrzyskie)*. *Allgemeine Bemerkungen*, „Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift”, t. 37, z. 3, 293-308.
1998-1999 *Einige Bemerkungen zu den Rennofenschlacken der Schlackenrubenofen*, „Archaeologia Austriaca”, t. 82/83, 523-528.
2002 *Kilka dalszych uwag dotyczących starożytnego hutnictwa świętokrzyskiego*, (w:) *Hutnictwo świętokrzyskie oraz inne centra i ośrodki starożytnej metalurgii żelaza na ziemiach Polski*, Kielce, 11-25.
2005 *Kloc żużla dymarskiego z Boleszyna. Uwagi o znaczeniu badań powierzchni kloców żużla dymarskiego*, „Materiały Archeologiczne”, t. 35, 189-197.
2011 *A new perspective on the ancient slag-pit Bloomery smelting furnace*, (w:) J. Hošek, H. Cleere, L. Mihok, *The Archaeometallurgy of Iron. Developments in Archaeological and Scientific Research*, Praha, 31-40.
- Bielenin K., Suliga I.
2008 *The Ancient Slag-Pit Furnace and the Reduction Proces in the Light of a new Archaeological Concept and Metallurgical Research*, „Metallurgy and Foundry Engineering”, t. 34/1, 53-78.
- Bielenin K., Woyda S.
1978 *Zwei Eisenverhüttungszentren des Altertums im Weichselbogen (1. Jh.v.u.Z.-4. Jh.u.Z.) in der VR Polen*, „Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau Museum”, nr 14, Bochum, 25-55.
- Crew P.
1991 *The Experimental Production of Prehistoric Bar Iron*, „Historical metallurgy”, t. 25, nr 1, 21-36.
- Hayen H.
1968 *“Isarnbarg” – Ein Eisenhüttenplatz im Streeker Moor (Gem. Hatten, Ldkr. Oldenburg)*, „Oldenburger Jahrbuch”, t. 67, 133-173.
- Hirse Korn V.
2000 *Zur Archäometallurgie des Eisens in der Oberlausitz von der älteren Eisenzeit (Billendorfer Gruppe) bis zum Hochmittelalter. Bericht des archäologischen Teilprojekts*, „Arbeits- und Forschungsberichte zur Sächsischen Bodendenkmalpflege”, t. 42, 13-84.

- Jaczynowska M.
1976 *Historia starożytnego Rzymu*, Warszawa.
- Knaack A.
1991 *Ausgrabungen auf einem frühgeschichtlichen Siedlungsareal bei Repten, Kr. Calau*, „Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte Potsdam”, t. 25, 155-158.
1991b *Ausgrabungen auf einem kaiserzeitlichen und slawischen Siedlungs- und Eisenverhüttungsplatz bei Repten, Kr. Calau, Vorbericht über die Ergebnisse der Jahre 1985 bis 1989*, „Ausgrabungen und Funde”, t. 36, 75-81.
1996 *Germanische und slawische Eisenverhüttung in Repten, Niederlausitz*, „Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift”, t. 37, z. 3, 375-381.
- Leineweber R., Lychatz B.
1998 *Versuche im Rennofen – eine Bilanz*, „Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte”, t. 80, 263-304.
- Leube A.
1992 *Die Eisengewinnung und -verarbeitung während der römischen Kaiser- und Völkerwanderungszeit im Gebiet zwischen Elbe und Oder*, „Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift”, t. 33, z. 4, 471-498.
- Lychatz B.
1995 *Rekonstruktionsversuch zur Eisenerzeugung im Rennofen mit eingentiefte Schlackengrube*, (w:) *Experimentelle Archäologie. Bilanz 1994*, „Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland”, Beiheft 8, Oldenburg, 247-253.
- Lychatz B., Janke D.
2000 *Experimentelle Simulation der frühen Eisenverhüttung*, „Arbeits- und Forschungsberichte zur Sächsischen Bodendenkmalpflege”, t. 42, 287-306.
- Madera P.
2002 *Ślady starożytnego hutnictwa żelaza na Śląsku w ujęciu chronologiczno-przestrzennym*, (w:) *Hutnictwo świętokrzyskie oraz inne centra i ośrodki starożytnej metalurgii żelaza na ziemiach Polski*, Kielce, 61-70.
- Mamzer H.
1984 *Badania nad starożytnym hutnictwem żelaza w rejonie rzeki Baryczy*, „Wiadomości Hutnicze”, t. 3, 87-91.
- Nikulka F.
1995 *Frühe Eisenverhüttung und ihr experimenteller Nachvollzug*, (w:) *Experimentelle Archäologie. Bilanz 1994*, „Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland”, Beiheft 8, Oldenburg, 257-320.
- Pazda S.
2002 *Pracownia hutnicza ze schyłku starożytności w Przylesiu Dolnym, gm. Grodków, woj. opolskie*, „Archaeologia Silesiae”, t. 1, 159-230.
- Pleiner R.
1965 *Die Eisenverhüttung in der “Germania Magna” zur römischen Kaiserzeit*, „Bericht der Römisch-Germanischen Kommission”, t. 45, 11-86.
- Pleiner R., Radwan M.
1962 *Polsko-czechosłowackie doświadczenia wytopu żelaza w dymarkach okresu rzymskiego*, „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki”, R. 7, nr 3, 307-320.
- Radwan M.
1958 *Istota procesów metalurgicznych a poglądy niektórych archeologów*, „Kwartalnik Historii Kultury Materialnej”, R. VI, nr 3, s. 414-428.
- Radwan M., Pleiner R.
1963 *Polnisch-tschechoslowakische Schmelzversuche in den Rennöfen der römischen Bauarten*, „Archeologické rozhledy”, t. XV, 47-71.
- Spazier I.
1996 *Wolkenberg – ein neues Verhüttungszentrum in der Niederlausitz*, „Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift”, t. 37, z. 3, 383-394.
1998 *Das germanische Eisenverhüttungszentrum Wolkenberg*, (w:) *Niederlausitzer Braunkohlenrevier 1997*, 73-79.
1999 *Neue Ergebnisse aus dem germanischen Eisenverhüttungszentrum Wolkenberg. Ausgrabungen im Niederlausitzer Braunkohlenrevier 1998*, „Arbeitsbericht Bodendenkmalpflege Brandenburg”, t. 3, 97-103.
2000 *Das germanische Eisenverhüttungszentrum Wolkenberg in der Niederlausitz/Südbrandenburg mit über 1000 Rennöfen*, „Arbeits- und Forschungsberichte zur Sächsischen Bodendenkmalpflege”, t. 42, 317-331.
- Suliga I.
2006 *Dotychczasowe próby rekonstrukcji starożytnego procesu metalurgicznego w kotlinkowych piecach dymarskich z regionu świętokrzyskiego*, (w:) S. Orzechowski, I. Suliga (red.), *50 lat badań nad starożytnym hutnictwem świętokrzyskim*, Kielce, 163-174.
- Suliga I., Kargul T.
2007 *Efekt redukcji wtórnej w starożytnych żuźlach dymarskich*, „Hutnik. Wiadomości Hutnicze”, R. 74, nr 11, 615-622.

- Rijk P. de
1996 *Eisenverhüttung und Eisenverarbeitung im nord-westlichen Elbe-Weser Raum*, „Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift”, t. 37, z. 3, 325-334.
- Straube H.
1986 *Kritische Gegenüberstellung der Theorien über die Metallurgie des Rennfeuerofens*, „Ferrum. Nachrichten aus der Eisenbibliothek”, Schaffhausen, nr 57, 20-28.
- Tomczak E.
2002 *Starożytne hutnictwo żelaza na Górnym Śląsku*, (w:) *Hutnictwo świętokrzyskie oraz inne centra i ośrodki starożytnej metalurgii żelaza na ziemiach Polski*, Kielce, 72-82.
- Ullrich O.
2000 *Die Eisenvorkommen der Oberlausitz*, „Arbeits- und Forschungsberichte zur Sächsischen Bodendenkmalpflege”, t. 42, 85-128.
- Voss C.
1962 *Jernudvinding i Danmark i forhistorisk Tid*, KUML 1962, 7-32.
- Wegewitz W.
1957 *Ein Rennfeuerofen aus einer Siedlung der älteren Römerzeit in Scharmbeck (Kr. Harburg)*, „Nachrichten aus Niedersächsische Urgeschichte”, t. 26, 3-25.
- Wetzel G.
1981 *Zur Ur- und Frühgeschichte des Raumes Uhyst, Kr. Hoyerswerda*, „Hoyerswerdaer Geschichte”, t. 20, 4-34.
1996 *Einige Beispiele zur germanischen Eisenverhüttung zwischen Schwarzer Elster und Neisse*, „Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift”, t. 37, z. 3, 365-373.
- Woyda S.
2002 *Mazowieckie centrum metalurgiczne z młodszego okresu przedrzymskiego i okresu wpływów rzymskich*, (w:) *Hutnictwo świętokrzyskie oraz inne centra i ośrodki starożytnej metalurgii żelaza na ziemiach Polski*, Kielce, 121-150.

