

„REGION ŻELAZA. Centra hutnicze kultury przeworskiej.”

WSTĘP

Niniejsze opracowanie jest moim osobistym manifestem wobec kryzysu wiedzy technicznej i specyficznej naukowej beztroski charakteryzującej badania nad starożytnym hutnictwem świętokrzyskim. Idea K.Bielenina o stworzeniu interdyscyplinarnego zespołu składającego się z przedstawicieli nauk ścisłych i humanistów okazała się płonną, czego żywym przykładem jest praca S.Orzechowskiego pt. "REGION ŻELAZA". Stworzenie tak obszernej publikacji, adresowanej przede wszystkim do środowisk akademickich, bez konsultacji z przedstawicielami nauk ścisłych i metalurgii, uważam za niedopuszczalne. Ilość błędów i kontrastowo sprzecznych informacji skumulowanych w jednej pozycji wydawniczej, zmusiła mnie do zabrania głosu w bliskiej mi dziedzinie nauki.

Uwagi techniczne wprowadzające w opracowanie:

1. S.Orzechowski przy formułowaniu własnych poglądów używa osoby pierwszej liczby mnogiej. Taka specyficzna narracja sprawia wrażenie jakby mówił w imieniu większej grupy badaczy lub wyrażał pogląd powstały przy udziale wielu osób.
2. Kolejne rozdziały w których cytuję S.Orzechowskiego i zamieszczam swoje uwagi, nie odnoszą się dosłownie do porządku i organizacji treści w jego pracy. Słowa-klucze, które sformułowałem w nazwach rozdziałów odnoszą się do najważniejszych tematów w szeroko rozumianej problematyce rekonstrukcji procesu dymarskiego.
3. Moje uwagi odnoszą się jedynie do starożytnego hutnictwa z regionu świętokrzyskiego i szwedzkiego Jämtlandu. Jako mieszkaniec obu tych krain, czuję się szczególnie umocowany do zabrania głosu.

POSTULATY

S.Orzechowski, str.75

„Brak stałej konsultacji archeologów zajmujących się badaniami pradziejowego hutnictwa ze środowiskiem metalurgów specjalizujących się w rekonstrukcji dawnych technik hutniczych i metalurgicznych powoduje, że zarówno jedni, jak i drudzy narażają się na powtarzanie często nieprawdziwych obiegowych opinii, od których niestety aż roi się w literaturze.”

S.Orzechowski, str. 93

„Kilka uwag na temat terminologii. W literaturze przedmiotu istnieje duża dowolność, a nawet pewien bałagan w terminologii związanej z opisem procesu technologicznego produkcji żelaza.”

S.Orzechowski, str. 289

„Włączenie, czy raczej przywrócenie archeometalurgii do głównego nurtu badań nad szeroko rozumianą kulturą, pozwoli lepiej zrozumieć mniej znane aspekty jej technicznego i technologicznego dziedzictwa. Mamy nadzieję, że prezentowane opracowanie zwróci uwagę środowiska na tę dziedzinę badań i przyczyni się do jej większej popularyzacji.”

S.Orzechowski w pełni przedstawił przesłanki, którymi i ja kieruję się w swojej pracy. Dokładnie te same czynniki zdecydowały o napisaniu niniejszego opracowania.

REDUKCJA, REAKCJE CHEMICZNE

S.Orzechowski, str. 14

„Jeśli chodzi o zagadnienia dotyczące przebiegu procesu metalurgicznego, zrezygnowano z przytaczania powszechnie znanych i często publikowanych wzorów reakcji chemicznych. Skomplikowany proces wytopu żelaza sprowadzony został tutaj do wymiaru zjawisk fizycznych, co czyni go bardziej czytelnym dla humanistów. Właściwe zrozumienie zasad redukcji bezpośredniej pozwoli lepiej określić preferencje i ograniczenia techniczne rozwoju tej działalności.”

Skomplikowany wg S.Orzechowskiego proces można przystępnie wyjaśnić. W literaturze metalurgicznej przyjęto nazywać redukcję tlenkiem węgla redukcją pośrednią, a węglem stałym – redukcją bezpośrednią (T.Mazanek,K.Mamro, 1969, 171) Pierwsza – reakcja pośrednia: $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} = 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$; $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} = 3\text{FeO} + \text{CO}_2$; $\text{FeO} + \text{CO} = \text{Fe} + \text{CO}_2$; Ma ona

podstawowe znaczenie w przypadku, gdy w reakcji uczestniczą substancje w stanie stałym, a reduktorem jest tlenek węgla CO. W jej wyniku zachodzą główne procesy redukcji w piecu dymarskim. Druga - reakcja redukcji bezpośredniej to np. $\text{FeO} + \text{C} = \text{Fe} + \text{CO}$. Jeżeli w środowisku redukcyjnym (wnętrzu pieca) węgiel i tlenek żelaza są w stanie stałym, reakcja redukcji bezpośredniej przebiega tylko w nieznacznym stopniu. Zachodzi intensywniej gdy w układzie występują fazy ciekłe rozpuszczające te dwie substancje. Umożliwia to kontakt węgla C z nimi. Redukcja bezpośrednia w procesie dymarskim odgrywa niewielką rolę w ostatnim etapie upłynniania skały płonnej (por. Encyklopedia techniki. Metalurgia. 1978, 606).

Odnotowuje się w starszym nazewnictwie metalurgicznym skrót definicji „redukcji bezpośredniej rud żelaza” do potocznej nazwy „redukcji bezpośredniej” odnoszącej się do bezpośredniego procesu produkcji żelaza, ale w rozważaniach dotyczących jednocześnie sfery procesu produkcyjnego i reakcji chemicznych uproszczenia nie należy stosować z oczywistych względów. Niezrozumienie powyższych terminów i bezwiedne operowanie nimi wywołuje ogólną dezinformację w pracy S.Orzechowskiego.

S.Orzechowski, str. 65

„Co sprawia, że węgiel drzewny jest tak dobrym paliwem hutniczym? Przede wszystkim jest znacznie bardziej kaloryczny niż drewno. Przy spalaniu drewna o 25% wilgotności powstaje ok. 3000 kcal/kg, natomiast węgiel drzewny daje od 7000-7500 kcal/kg (K.Bielenin 1974,128). Poza tym to prawie czysty węgiel pierwiastkowy, który nie wprowadza do metalu szkodliwych domieszek, takich jak siarka czy fosfor. Poza tym, że jest źródłem ciepła, węgiel drzewny pełnił funkcję reduktora, odbierając tlen z rudy. Przy jego spalaniu powstaje bowiem dwutlenek węgla, który reagując z węglem pierwiastkowym, daje tlenek węgla redukujący tlenki żelaza zawarte w rudzie do metalicznego Fe (W.Róžański, I.Słomska 1974, 729). Zjawisko tzw. redukcji pośredniej zostanie szczegółowo omówione w jednym z kolejnych podrozdziałów.

Autor opisuje reakcję redukcji pośredniej tlenków żelaza, używając jednocześnie terminów odnoszących się do reakcji i do produkcji. Myli procesy. Podobnie miesza reakcje chemiczne i ich składniki z procesem technologicznym (produkcją) w opisie reakcji Boudarda $\text{C} + \text{CO} \leftrightarrow 2\text{CO}$ (opisującej środowisko i ilość dominującego czynnika redukcyjnego jakim jest CO w procesie redukcji). Redukcja bezpośrednia nie jest zjawiskiem tylko procesem fizyko-chemicznym.

S.Orzechowski, str. 67

„Aby wyjaśnić to pojęcie, musimy odwołać się do pewnych ustaleń z zakresu chemii procesu redukcji. Redukowanie tlenków żelaza w rudzie może odbywać się dwoma sposobami. W niższych temperaturach (od około 400°C) reduktorem jest tlenek węgla (redukcja pośrednia), natomiast w wyższych (powyżej 1000°C) rolę tę odgrywa sam węgiel (redukcja bezpośrednia). Ponieważ w warunkach starożytnego pieca dymarskiego proces redukcji przebiegał w relatywnie niskich temperaturach, zasadniczą rolę odgrywał w tym procesie tlenek węgla.”

Autor błędnie wskazuje granice temperatur jako czynniki warunkujące reakcje redukcji pośredniej i bezpośredniej. W piecu dymarskim redukcja pośrednia zachodzi w obu przedziałach temperatury wskazanych przez autora. CO jest głównym reduktorem w tym procesie. Warunki w jakich zachodzi redukcja bezpośrednia zdefiniowałem wcześniej. C tylko nieznacznie wpływa na wydajność procesu redukcji w fazach ciekłych wsadu.

S.Orzechowski, str.74

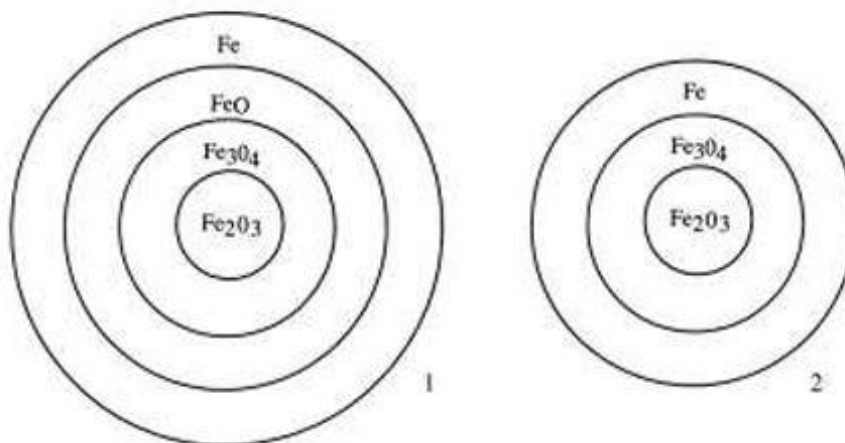
„Charakter dostępnych dzisiaj rud - zwłaszcza darniowych - może bowiem zdecydowanie różnić się od surowca stosowanego przez pradziejowych hutników. Wiąże się to z dużą zmiennością chemizmu złóż tego typu, gdzie obok gorszego surowca mogły występować materiały o zdecydowanie lepszych parametrach. Tak często podkreślana przez różnych badaczy mała ilość zasad (CaO i MgO) w rudach darniowych nie jest niczym szczególnym i wynika z natury ich powstawania. Kwasy organiczne rozpuszczają bowiem zawarte w glebie związki żelaza, w wyniku czego wytrąca się wodorotlenek żelaza $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (limonit). Większe ilości wapnia w złożu powodowałyby zatrzymanie tej reakcji (A. Polański 1955,41).”

Autor błędnie nazywa limonit wodorotlenkiem żelaza. Limonit przedstawiony powyższym wzorem to oczywiście uwodniony tlenek żelaza. Każdy limonit to uwodniony tlenek żelaza. To tlenek żelaza z uwięzioną pewną ilością wody krystalicznej. Limonit jako minerał może owszem zawierać niewielkie ilości wodorotlenków żelaza. Związki żelaza w formie wodorotlenków żelaza występują jako minerały takie jak getyt lub lepidokrokoit. Powstają często w procesach wietrzenia syderytów. Oba występują jednak bardzo rzadko w naturze. W metalurgii nie mają praktycznie żadnego zastosowania.

S.Orzechowski, str.76

„Najogólniej mówiąc, celem procesu redukcji jest stworzenie odpowiednich warunków (atmosfery redukcyjnej) dla odebrania" tlenu z tlenków żelaza zawartych w rudzie, w wyniku czego dochodzi do uwolnienia pewnych ilości metalicznego żelaza (M.Karbowniczek 2006, 155). W trakcie tego procesu można wyróżnić dwie równoległe przebiegające reakcje: • spalanie węgla w celu uzyskania ciepła niezbędnego do zainicjowania i podtrzymania procesu oraz wytworzenia tlenku węgla odgrywającego rolę reduktora. • redukcja tlenków żelaza węglem, najczęściej w formie gazowej (CO), gdyż udział węgla stałego jest niewielki. Nie zagłębiając się w bardzo złożony i kilkuetapowy proces redukcji, przytaczamy za P.Fluzin (1994,25) podstawowy model trójstopniowej reakcji, który najprościej oddaje ideę tego procesu (Ryc. 25,1).

„Dla uzupełnienia należy tylko dodać, że w zależności od temperatury oraz składu atmosfery redukcyjnej możliwe są różne reakcje chemiczne redukcji tlenków żelaza. Przytoczony schemat przedstawia reakcję zachodzącą w temperaturze powyżej 572°C. W niższych temperaturach Fe_2O_3 redukowane jest za pomocą CO do Fe_3O_4 , a następnie bezpośrednio do metalicznego żelaza (M.Karbowniczek 2006, 156). Proces ten można również wyrazić za pomocą podobnego schematu (Ryc. 25, 2).”



Ryc. 25. Graficzny model procesu redukcji bezpośredniej, wg P. Fluzin (1994, 25), w opracowaniu autora
1 – model trójstopniowej redukcji, 2 – model dwustopniowej redukcji

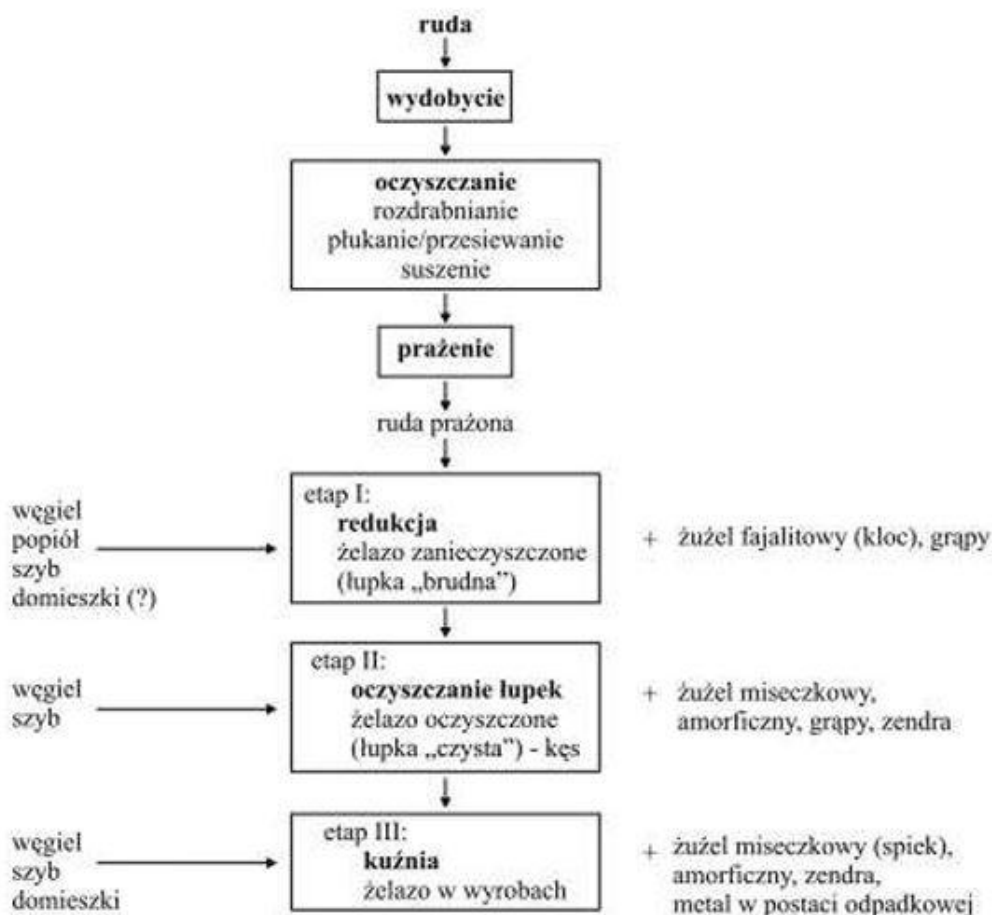
Autor prawidłowo cytuje metalurgów, ale na graficznym modelu sugeruje odwrotny niż w rzeczywistości udział/ciążar masowy związków wchodzących w kolejne stopnie redukcji. Nie podaje również informacji, że drugi z omówionych procesów, występujący poniżej 572 st. C, raz – ze względu na temperaturę, dwa – długi czas reakcji, nie występuje w procesie dymarskim.

S.Orzechowski, str.81

„Praktyczne odtworzenie procesu redukcji w piecach typu kotlinkowego wydaje się na obecnym etapie badań kwestią nierozwiązywalną.”

Autor myląc pojęcie redukcji bezpośredniej z produkcją bezpośrednią żelaza próbował podkreślić napotkane przez niego problemy rekonstrukcji procesu dymarskiego. Procesy redukcji w piecu nawet przy jego prowizorycznym wykonaniu zachodzą niemalże za każdym razem i nie ma praktycznie żadnych problemów z ich fizyczną realizacją. Gdy doprowadzi się w do fazy ciekłej skały płonnej można być pewnym, że oba rodzaje redukcji zaszły w nim ze 100% pewnością. Nie rozważamy przy tym wydajności procesu produkcji żelaza w takim eksperymencie. Na marginesie - udany proces produkcji bezpośredniej żelaza w piecach kotlinkowych odnotowało wiele zespołów rekonstrukcyjnych na całym świecie. Równolegle w ich pracach jednak są sygnalizowane problemy z nawiązaniem się do ścisłego reżimu technologicznego, zgodnego z warsztatem przystającym do świadectw archeologicznych odtwarzanego procesu.

str.82



Ryc. 29. Schemat przebiegu procesu metalurgicznego (metoda redukcji bezpośredniej), wg VATG (Vereinigung des Archäologisch-Technischen Grabungspersonals) 1997, w opracowaniu autora

Autor błędnie i niepełnie rozwinął kluczowe etapy związane z procesem produkcji i redukcji żelaza w procesie dymarskim. Prażenie rudy jest pierwszym z etapów produkcji żelaza i powoduje pierwszy etap redukcji tlenków żelaza, co w schemacie zostało zupełnie pominięte. W przypadku zastosowania do produkcji żelaza syderytu, w tym etapie zachodzi rozkład węglanu żelaza do łatwiej redukowalnego tlenku żelazowego. Prażenie zaś limonitów powoduje uwolnienie z nich wody krystalicznej (nie mylić z suszeniem) i znacznie poprawia proces późniejszej redukcji. Autor pomija oba ważne dla procesu etapy. Nazwanie zaś całego schematu przebiegu procesu „metodą redukcji bezpośredniej” jest kolejny raz powtarzanym przez autora rażącym błędem.

S.Orzechowski, str. 94

„Sadzimy, że należy również unikać stosowanego zwłaszcza w starszych opracowaniach pojęcia-pieca do wysięku żelaza (L. Rauhut 1957, 194). Zdaniem M. Radwana (1958, 417) jest ono niepoprawne i mylące, gdyż może sugerować, że proces redukcji polega na mechanicznym oddzieleniu cząsteczek żelaza z rozmiękczonej rudy.”

Proces redukcji polega generalnie na odebraniu tlenu z tlenków żelaza w kilkuetapowej reakcji chemicznej. Autor błędnie odczytał i wkomponował w całość myśl wybitnego metalurga M.Radwana. Przypis i powołanie się na niego przez S.Orzechowskiego ewidentnie wprowadzają w błąd, który nie powinien być powielany i utrwalany w literaturze.

S.Orzechowski, str. 281

„Długotrwałe stosowanie metody redukcji bezpośredniej, która istniała w niektórych regionach Europy nawet do XVIII w., powoduje nakładanie się na sieć pradziejowego hutnictwa kolejnych elementów, tworzących w konsekwencji trudny do rozwarstwienia obraz.”

Autor kolejny raz myli pojęcie redukcji bezpośredniej z produkcją bezpośrednią żelaza.

POSTREDUKCJA

S.Orzechowski, str.90

„Obecność różnych form żużli misczkowych i amorficznych występujących w paleniskach hutniczych zlokalizowanych na obrzeżach osad dowodzi, że istniała zapewne faza pośrednia, w trakcie której poddawana obróbce mechanicznej i cieplnej łupka żelazna przyjmowała formę kowalnego kęsa (S. Orzechowski, I. Suliga w druku).

Autor przedstawia tezę, że piece dymarskie z rejonu Gór Świętokrzyskich były piecami pracującymi nie bezpośrednio do produkcji żelaza kowalnego (produkcja bezpośrednia), a jedynie produkowały półprodukt, który wymagał kolejnego etapu produkcyjnego (uzdatniania) co ewidentnie lokuje starożytne hutnictwo świętokrzyskie w metalurgii jako produkcję pośrednią żelaza. Ta dość odważna teza S.Orzechowskiego podważa praktycznie wszystkie postulaty M.Radwana, K.Bielenina i innych badaczy starożytnego hutnictwa świętokrzyskiego. Na marginesie - w mojej ocenie odnajdywanie nielicznych żużli misczkowatych i amorficznych na obrzeżach osad wydaje się przy braku materiału dokumentującego ich genezę słabym punktem wyjściowym do tak odważnej tezy. Proporcje ilości (masy, sztuk) odnalezionych żużli misczkowych do żużli kotlinkowych nie pozostawiają cienia złudzenia, że tylko niewielki procent, a może nawet promil wyprodukowanego w piecach dymarskich żelaza był uzdatniany proponowaną przez S.Orzechowskiego metodą. Od szerszej oceny teże tezy należy jednak wstrzymać się do analizy będącej w druku pracy, zapewne rozwijającej szerzej całe zagadnienie.

„NAJNOWSZE” ŹRÓDŁA WIEDZY

S.Orzechowski, str. 15

„Co więcej, analizując tego typu prace, można dojść do wniosku, że na przestrzeni ostatniego półwiecza nasza wiedza na ten temat niewiele się zmieniła. Dla większości prac tego typu materiałem wyjściowym pozostają nadal starsze, niejednokrotnie już zdezaktualizowane opracowania źródłowe.”

Wniosek szczególnie zaskakujący, gdy w analizowanej pracy zauważa się odniesienia autora do własnych publikacji powstałych w kluczowych kwestiach ponad dwadzieścia lat temu, o czym będzie mowa w dalszej części analizy.

S.Orzechowski, str. 16/17

„W latach 70. ubiegłego wieku powstały dwa specjalistyczne opracowania napisane przez K. Bielenina. Pierwsze poświęcone było piecom typu kotlinkowego w Europie (K. Bielenin 1973). a drugie to monografia wielkiego centrum hutniczego w Górach Świętokrzyskich (K. Bielenin 1974). Dzięki tym pracom, które do dziś stanowią podstawę do badań nad pradziejowym hutnictwem w tej części Europy, zyskano doskonały materiał źródłowy dla wszelkich opracowań o charakterze syntetycznym, ułatwiający badaczom niezajmującym się tymi zagadnieniami interpretację trudnych zjawisk metalurgicznych.”

Prace wskazane przez autora tematykę metalurgiczną procesu dymarskiego traktują wyjątkowo pobieżnie. Stanowią owszem obszernie źródło informacji o badaniach archeologicznych, a ich treść jest jedynie uzupełniona niezbędnymi wiadomościami z dziedziny metalurgii, zaczerpniętymi ze znanych publikacji M.Radwana. Na marginesie - metalurgia opiera się na ściśle określonych procesach i reakcjach chemicznych. Używanie kolejny raz przez S.Orzechowskiego terminu „zjawisko metalurgiczne” jest niezbyt trafnym.

S.Orzechowski, str. 61

„Odpowiednie przygotowanie materiałów wsadowych miało podstawowe znaczenie dla prawidłowego przebiegu wytopu. Dzięki temu można było przynajmniej częściowo ograniczyć ogromne straty w procesie redukcji bezpośredniej. Uwaga ta odnosi się przede wszystkim do rudy, która poza związkami żelaza zawiera także inne składniki, tworzące tzw. skałę płonną.”

Autor myląc produkcję bezpośrednią z redukcją wprowadza tym razem w pełni nieświadomie w dość specyficznie posadowiony w metalurgii błąd. Używając terminu „wytop” może zasugerować, że redukcja bezpośrednia, która jako reakcja chemiczna wymagająca dostarczenia dużej ilości ciepła ($\text{FeO} + \text{C} = \text{Fe} + \text{CO}$ przy ciepłej reakcji redukcji $\Delta H = +36\ 850$ cal) powodowała duże zapotrzebowanie energetyczne w ogólnym bilansie cieplnym procesu. Domyśleć się można, że autorowi chodzi tu jednak o stratę tlenków żelaza przechodzących do żużla jako odpad w procesie, więc straty nie odnoszą się do produkcji (wytopu).

RUDA

S.Orzechowski, str. 27

„Największą rolę odegrały w hutnictwie rudy powstałe na bazie tlenków i wodorotlenków, jak: magnetyt, hematyt, getyt i limonit. Nieco rzadziej stosowano rudy węglanowe - syderyt. Ze względu na szkodliwą obecność siarki starano się natomiast unikać siarczoków żelaza (piryt).”

Z całą pewnością magnetyt i getyt nie należały do głównych rud żelaza w starożytnym hutnictwie, bo występują bardzo rzadko w naturze. Wodorotlenki żelaza również nigdy nie były bazą metalurgii żelaza - w całej jej historii. Syderyt natomiast jest bardzo powszechną rudą stosowaną w starożytnym i średniowiecznym hutnictwie (M.Radwan, 1963a, 20,21) i jest powszechnie spotykaną w Górach Świętokrzyskich rudą żelaza. Dokładnie takie informacje zamieszcza S.Orzechowski na 28 stronie pracy – patrz niżej. Na marginesie - złożę w Rudkach oceniono w 1945 roku na obecność w nim nadal 350 tys. ton syderytu i 150 tys. ton hematytu (J. Czarnocki, 1950, 130).

S.Orzechowski, str. 28

„Na ziemiach polskich występują rudy o następującej osnowie mineralogicznej (A. Bakoń 1994, 382):

1. Magnetyt, tlenek żelazowo-żelazawy zwany żelaziakiem czarnym (Fe_3O_4). W czystej postaci zawiera 72,4% Fe. Występuje najczęściej w skałach magmowych. W Polsce bardzo rzadko spotykany i eksploatowany tylko na Dolnym Śląsku w Kowarach pod Jelenią Górą.
2. Hematyt, tlenek żelazowy, tzw. żelaziak czerwony (Fe_2O_3) - 69,9% Fe. Występuje rzadko, np. w postaci tzw. śmietany w Rudkach w Górach Świętokrzyskich.
3. Syderyt, węglan żelaza (FeCO_3) - 48,2% Fe. Można go spotkać głównie w łałach jurajskich pod Częstochową oraz na pograniczu jury i triasu w województwie świętokrzyskim.
4. Limonit, najczęściej uwodniony tlenek żelaza $\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Na ziemiach polskich bardzo pospolity.”

Jedyny raz w całej pracy poprawnie nazwany limonit (uwodniony tlenek żelaza) S.Orzechowski opisał wzorem na... wodorotlenek żelaza. Poprawny wzór chemiczny uwodnionego tlenku żelaza to $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (M.Radwan 1963a, 21), a zamieszczony przez autora wzór nie opisuje limonitu.

S.Orzechowski, str. 28

„Poza związkami żelaza podstawowym składnikiem rudy jest krzemionka (SiO_2). Zwłaszcza w procesie dymarskim jej podwyższona ilość powodowała ogromne straty w procesie. Aby oddzielić ją od żelaza, należało poświęcić duże ilości tlenku żelaza (FeO), co powodowało bezużyteczną stratę metalu, który pozostawał uwięziony w żużlu. Żeby tego uniknąć, stosowano topniki - najczęściej było to wapno gaszone (CaO) lub otrzymywany z dolomitu tlenek magnezu (MgO). Zastępowały one tlenek żelaza w wiązaniach z krzemionką, umożliwiając tym samym pełniejszą redukcję i otrzymanie większej ilości metalu (M. Radwan 1963a, 21).”

W swojej pracy M.Radwan wspominając o topnikach w tekście źródłowym wyraźnie odnosi się tylko do procesu wielkopicowego! S.Orzechowski błędnie wykorzystuje ten cytat do opisu procesu dymarskiego. W procesie dymarskim nadmiar krzemionki wg Radwana całkowicie uniemożliwia otrzymanie metalicznego żelaza (M.Radwan 1963a, 21). M.Radwan w swoich pracach wykluczał stosowanie topników w świętokrzyskich piecach kotlinkowych. Ostatnie zdanie w powyższym cytacie pracy S.Orzechowskiego w ogóle nie znajduje się w przytoczonej publikacji M.Radwana.

S.Orzechowski, str. 29

„Nowsze badania wykazują bowiem, że znalezienie relacji pomiędzy rudą żelaza i powstającym w trakcie wytopu żużlem, a tym bardziej gotowym metalem, jest bardzo trudne. W zależności od temperatury panującej w piecu dymarskim pierwiastki występujące w rudzie redukują się bądź do postaci metalicznej i wchodzi do metalu, np.: Cu, Pb, Ni, Co, Fe, P, bądź nie redukują się zupełnie i przechodzą bezpośrednio do żużla, np. Si, Al, Ca, Mg, Ti, Zr, Ba itd. Jeszcze inne redukują się tylko w wyższych temperaturach, np. Mn, Cr, V i można je znaleźć raczej w żużlu (por. V. Serneels 1993,49).”

Autor używając stwierdzenia „nowsze badania” odnosi się do publikacji sprzed dwudziestu lat (1993 rok).

S.Orzechowski, str. 30

„Niestety, tylko na Mazowszu przeprowadzono regularne badania geologiczne, ukierunkowane na wskazanie złóż rudy eksploatowanych dla potrzeb miejscowego hutnictwa. Dla rejonu Gór Świętokrzyskich i Śląska dysponujemy na ten temat tylko danymi pośrednimi, które wskazują wprawdzie na pewne prawidłowości, nie rozstrzygają jednak do końca wielu ważnych problemów.”

Trzon paleozoiczny Gór Świętokrzyskich jest jednym z najlepiej rozpoznanych geologicznie rejonów Polski. Szczególnie uważanej analizie poddano tereny na północ od Łysogór pod kątem wszelkich złóż rudonośnych – w tym rud żelaza. Od czasów staszycowskich wiedza na ten temat jest regularnie wzbogacana i współcześnie dysponujemy wyjątkowo precyzyjnymi mapami i charakterystykami złóż rud żelaza w tym rejonie Gór Świętokrzyskich (J.Czarnocki, 1950; S.Jaskólski, C.Poborski, E.Goerlich, 1953; J.Czermiński i In., 1959) Niestety badania geologiczne nie potwierdzają ani

występowania, ani nawet sprzyjających warunków do tworzenia się licznych złóż rud w formie wychodni na obszarach gdzie lokalizowano piecowiska (por. J.Czarnocki, 1950).

S.Orzechowski, str.30

„Należy również pamiętać, że znaczący wpływ na skład chemiczny żużla mają także węgiel drzewny i materiał, z którego budowano szyb pieca. Tak więc analizy chemiczne porównujące z reguły główne składniki żużla w systemie $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-FeO}$ pozwalają jedynie określić tzw. surowiec potencjalny, tj. wykazać, czy można z danej rudy otrzymać w procesie tzw. redukcji bezpośredniej żelazo w postaci metalicznej. Na ich podstawie nie można jednak formułować pewnych wniosków na temat pochodzenia badanej próbki i łączenia jej z konkretnym złożem.”

Poza kolejnym błędnym odniesieniem terminu redukcji bezpośredniej, autor informuje, że nie ma sposobu na bezpośrednie powiązanie złoża rudy z żuzlem i żelazem dymarskim. W swoich poprzednich publikacjach i w dalszej części najnowszej pracy zaprzecza jednak sam tezę i posługuje się odmienną argumentacją, chociażby odrzucając śmietanę hematytową ze złoża w Rudkach jako materiał wsadowy do procesu dymarskiego, właśnie ze względu na różnicę składu chemicznego rudy i żużla (S.Orzechowski, 1994, 352; S.Orzechowski, 2007, 174; S.Orzechowski, 2013, 48)

S.Orzechowski, str. 33

Tab. 4. Skład chemiczny rudy żelaza ze stan. Pokrzywnica 1, wg A. Ploquin (1998, 161, Tab. 1). Składniki podstawowe w postaci tlenków podano w %, pierwiastki śladowe w ppm, w opracowaniu autora

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	P.F.	Be	Razem
1,52	1,91	82,93	0,02	0,13	0,07	0,3	0,05	0	0,3	11,4	0	98,63
Ba	Rb	Sr	Ni	Zr	Nb	V	Cr	Zn	Cu	Sc	Co	
16,04	1,09	3,78	21,4	6,39	0,25	31,87	67,08	155,7	20,3	5,5	3,93	

„Z jeszcze większymi problemami borykają się badacze hutnictwa świętokrzyskiego próbujący wskazać źródła surowca wykorzystywanego w tym regionie. Liczba opublikowanych dotąd analiz rudy pochodzących bezpośrednio ze stanowisk hutniczych jest niewielka, a fakt, że w większości podają one tylko zawartość podstawowych związków, nie uwzględniając markerów w postaci pierwiastków śladowych, znacznie ogranicza ich wartość poznawczą i uniemożliwia określenie charakteru oraz lokalizacji eksploatowanych wówczas złóż (por. S. Holewiński 1956, 260, 261; 1958, 118, 120; J. Piaskowski 1960a, 574; J. Zimny 1965, 69, 70, 73, Tab. 1; W. Sedlak 1960, 435; K. Bielenin 1992, 137, Tab. 24, 138, Tab. 25; A. Ploquin 1998, 161, Tab. 1; M. Karbowiczek, I. Suliga 2002, 192, Tab. 1; K. Bielenin, D. Dąbrowski, S. Orzechowski, I. Suliga 2004, 68, Tab. 4). Na dodatek większość analizowanych rud to tzw. ruda potencjalna, znaleziona poza bezpośrednim kontekstem archeologicznym. Wykonane jeszcze w latach 60. ubiegłego wieku analizy zaledwie kilku próbek rudy pozyskanych na badanych piecowiskach dymarskich reprezentują przeważnie typ bogatej rudy hematytowej (49,94-62,75% Fe)”.

Autor powołując się na wyniki badań rud odnajdywanych w badaniach archeologicznych przekonuje, że nie są one na tyle dokładne by mogły pomóc w identyfikacji złoża z którego pochodzą – mimo, że w poprzednim cytacie taką formę analizy w ogóle odrzuca. W podsumowaniu powyższego tematu informuje, że nielicznie znajdująca ruda na stanowiskach archeologicznych w wyniku analiz chemicznych została uznana jako bogata ruda hematytowa. Uwaga - taka ruda występuje na terenie świętokrzyskiego zagłębia starożytnego hutnictwa tylko w Rudkach – pod postacią śmietany hematytowej. Koliduje to jednak z jego autorską tezą, że śmietana hematytowa nie mogła być wsadem do pieców dymarskich. Poddaje więc w wątpliwość czy ruda odnajdywana w pobliżu piecowisk mogła mieć w ogóle związek z procesem dymarskim (S.Orzechowski, 1994, 352; S.Orzechowski, 2007, 174; S.Orzechowski, 2013, 48) Nie wskazuje jednak z czym w takim razie była związana.

S.Orzechowski, str. 33

„Współczesne standardy spełnia tylko jedna wykonana w zagranicznym laboratorium pełna analiza chemiczna rudy z piecowiska w Skalach (Tab. 4). Ze względu na wysoką zawartość żelaza określano ją jako typ Rudki, ale bardzo mało manganu, który występuje w Rudkach w znacznej ilości, każe raczej wątpić w jej pochodzenie z tego złoża. Autor opracowania sugeruje nawet, że mogła być ona odrzutem niewykorzystanym do produkcji (A. Plonquin 1998, 159-161). Przytoczone analizy wyczerpują w zasadzie zasób danych źródłowych na ten temat.”

Zatrważający fakt, że na przestrzeni 60 lat badań nad starożytnym hutnictwem wykonano tylko jedną poprawną analizę chemiczną rudy żelaza znalezionej w odkryciach archeologicznych, potęguje lakoniczny wniosek S.Orzechowskiego z którego wprost wynika, że analiza ta wyczerpuje zasób danych na ten temat. Uwagę należy przy okazji zwrócić na przyporządkowanie analizowanej rudy do złoża w Rudkach. Jednocześnie posługując się nieprawdziwym argumentem o wysokiej zawartości manganu w śmietanie hematytowej ze złoża w Rudkach S.Orzechowski podważa powiązanie złoża ze znaleziskiem. (por. S.Jaskólski, C.Poborski, E.Goerlich, 1953, 54-57)

S.Orzechowski, str. 33

„Na niewielkie zainteresowanie problematyką złóż rudy, które mogłyby stanowić bazę surowcową dla świętokrzyskich piecowisk, poza brakiem na terenie paleozoiku świętokrzyskiego większych jej wystąpień, zaważyło niewątpliwie odkrycie starożytnych wyrobisk w kopalni pirytu „Staszic” w Rudkach (K. Bielenin, S. Holewiński 1961). To odkrycie było do tego stopnia sugestywne, że pogląd o dominującym znaczeniu tego złoża jako głównego dostawcy surowca dla świętokrzyskiego centrum bardzo szybko wyparł inne, słabiej udokumentowane koncepcje, zamykając na wiele lat dyskusję na ten temat (por. A. Owczarek 1954; 1958; M. Nieć 1959). Na słuszność tej tezy zdawały się wskazywać również inne przesłanki, w tym m.in. podobieństwo składu chemicznego żużli pochodzących z różnych stanowisk do składu rudy z tego złoża (K. Bielenin, S. Holewiński 1961, 135). (...) Ponieważ hematyt występował tylko w złożu w Rudkach, zostało ono uznane za głównego dostawcę surowca dla świętokrzyskiego centrum hutniczego.”

Autor powiązanie złoża w Rudkach ze świętokrzyskim hutnictwem określa mianem sugestii mimo, że równolegle wskazuje na badania laboratoryjne potwierdzające podobieństwo w układzie „żużel-ruda-złoże”.

S.Orzechowski, str. 33

„Pogląd o wykorzystywaniu przez starożytne hutnictwo świętokrzyskie głównie rud hematytowych, powtarzany zwłaszcza w początkowym etapie badań (S. Holewiński 1956; K. Bielenin, S. Holewiński 1961), wszedł na tyle mocno do naukowego obiegu, że stał się z czasem jednym z technologicznych wyróżników tego centrum.”

Retoryka wypowiedzi autora sugeruje, że powiązanie złoża hematytu w Rudkach ze świętokrzyskim centrum hutniczym jest jedynie stereotypem. Bezpodstawnie podważa badania i wnioski S.Holewińskiego i K.Bielenina.

S.Orzechowski, str. 33/34

„Milczeniem pomijano zaś fakt, że w Rudkach obok tzw. śmietany hematytovej i błyszczu żelaza (związły hematyt), występują jeszcze inne typy tlenkowych rud żelaza. Są to tzw. żelaziak czerwony, będący mieszaniną hematytu i limonitu, oraz czysty limonit (K. Bielenin 1992,137, Tab. 24). Nie zwracano również uwagi na trudności, jakie musiałyby towarzyszyć aprowizacji z jednego źródła kilku tysięcy warsztatów produkcyjnych rozsianych na obszarze o powierzchni ponad 800 km².”

Autor informuje, że w opracowaniach badaczy złoża w Rudkach pomija się obecność innych niż hematyt rud żelaza. Mija się rażąco z prawdą, bo wszystkie publikacje dotyczące złoża w Rudkach wyraźnie informują o obecności w nim wielu typów rud. O fakcie wydobywania ilastych limonitów i hematytów ze złoża w Rudkach na potrzeby starożytnego hutnictwa świętokrzyskiego informował m.in. K.Bielenin (1974, 97-99) Niezwykle dokładna dokumentacja złoża „Staszic” autorstwa J.Czarnockiego (1950), wyraźnie zaprzecza zarzutom S.Orzechowskiego. Argument o problemach aprowizacji rud żelaza na terenie świętokrzyskiego zagłębia starożytnego hutnictwa pozostawiam do oceny przez pryzmat inaczej przedstawionej informacji o rozmiarach tegoż centrum – zdecydowana większość odkrytych piecowisk zorganizowanych (ok. 90%) leży w promieniu 10 km od kopalni w Rudkach. (por. K.Bielenin, 2006, mapa 1) Kopalnia zaś znajduje się dokładnie w centrum świętokrzyskiego zagłębia starożytnego hutnictwa.

S.Orzechowski, str. 34

„Wskazanie innych źródeł pochodzenia surowca rudnego dla świętokrzyskich piecowisk napotykało jednak poważne trudności spowodowane brakiem szczegółowych badań geologicznych w strefach objętych intensywną produkcją dymarską. Ponieważ wykonanie reprezentatywnej serii nowych analiz, spełniających obecne standardy, wymaga czasu i dużych nakładów finansowych, starano się przynajmniej doraźnie szukać innych, pośrednich rozwiązań.”

Autor kolejny raz wprowadza w błąd przekonując, że nie dysponujemy opracowaniami geologicznymi umożliwiającymi lokalizację złóż rud żelaza na terenie objętym aktywnością produkcyjną starożytnych hutników. Myli nie znalezienie złóż z niemożnością ich poszukiwań, choć to przecież dwie różne sprawy. W następnym cytacie wskazuje istniejące specjalistyczne źródła wiedzy o geologii Gór Świętokrzyskich.

S.Orzechowski, str. 34

„W ostatnich latach kilkakrotnie już podejmowano próby wskazania potencjalnych rejonów wydobywania rud na tym obszarze, wykorzystując w tym celu istniejące specjalistyczne opracowania z zakresu geologii złożowej oraz mapę litologiczno-złożową Gór Świętokrzyskich w skali 1:50000 (por. Atlas geologiczno-surowcowy Gór świętokrzyskich), na którą naniesiono lokalizację ponad 5300 odkrytych dotąd stanowisk żużla (S. Orzechowski 2002b. 34-55; 2007a. 147-163 tam dalsza literatura).”

Sprawozdaniem tym autor zaprzecza swoim wcześniejszym informacjom, że nie istnieją opracowania umożliwiające lokalizację złóż rud żelaza na terenie Gór Świętokrzyskich – wskazuje wyraźnie z jakich źródeł i map korzystał. Uwaga - pamiętać należy, że mapy geologiczne, którymi posługiwał się w analizie S.Orzechowski to tzw. mapy geologiczne odkryte, nie uwzględniające młodszych utworów nadkładu. Pokazują tak naprawdę to co jest pod powierzchnią ziemi, pod warstwą lessu, humusu, szaty roślinnej, etc. Nie są więc odzwierciedleniem tego co znajdowali w terenie starożytni

rudnicy. W podjętym przez niego procesie porównawczym „wychodnie - lokalizacja piecowisk” powinien posłużyć się mapami zakrytymi.

S.Orzechowski, str.34

„Zakładano, że obecność dużych koncentracji warsztatów hutniczych w sąsiedztwie określonych formacji geologicznych i ich wychodni daje przynajmniej teoretyczną możliwość wskazania źródeł pochodzenia rudy oczywiście przy założeniu, że wykorzystywano miejscowe złoża. Ponieważ wnioski wypływające z tej analizy były już przedmiotem szczegółowych opracowań, porzestaniemy tylko na przytoczeniu ostatecznych uwag na ten temat.”

Autor nie wskazuje na źródło nazwane „szczegółowym opracowaniem” przechodząc w dalszej części rozważań bezpośrednio do wniosków. Na marginesie – prawdopodobnie do sformułowania wniosków posłużył się własnymi badaniami. Niestety, analiza porównawcza nie potwierdza by warsztaty dymarskie znajdowały się w miejscach występowania wychodni rud żelaza. To obiektywny i jedyny wniosek jaki można wyciągnąć po naniesieniu piecowisk na mapy geologiczne ze złożami i wychodniami rud żelaznych na północ od Łysogór (por. S.Orzechowski, 2007, 147-163). Podważa to niestety fundament całej teorii zaplecza materiałowego sformułowanej w pracach S.Orzechowskiego.

S.Orzechowski, str. 34

„Analiza mapy starożytnego hutnictwa świętokrzyskiego wskazuje bardzo nierównomierny rozkład stanowisk produkcyjnych. Tworzą one różnej wielkości, mniej lub bardziej zwarte koncentracje, które – co należy podkreślić - nie są związane z rozmieszczeniem osadnictwa. Można przyjąć w związku z tym, że o wielkości, jak również w poważnym stopniu o lokalizacji większych grup stanowisk decydowały przede wszystkim względy surowcowe. Przy obfitości materiału opałowego dostępnego w zasadzie bez ograniczeń na całym analizowanym obszarze, czynnikiem decydującym o lokalizacji warsztatu była zapewne zasobność złoża rudy występującego w bezpośrednim sąsiedztwie warsztatów produkcyjnych.”

Wnioski sformułowane w końcowej części cytowanego fragmentu nie zostały umocowane dowodami. Uwaga - lokalizacja wychodni rud żelaza w rejonie Gór Świętokrzyskich jest wyjątkowo trudna i wychodnie tych rud należą do wielkich rzadkości. Współcześnie nie jest znana żadna większa wychodnia rudy żelaza w rejonie Łysogór - oprócz Rudek. Geologia badanego terenu wyklucza również by takie miejsca mogły być obecne w czasach rozkwitu starożytnego hutnictwa. Odnosząc się do zasobności złoża dodatkową trudność w uznaniu potencjalnych wychodni jako wystarczająco wydajnych do organizacji przy niej warsztatów dymarskich stwarza fakt, że średnie zapotrzebowanie pojedynczego warsztatu dymarskiego w rejonie Łysogór wynosiło 25 ton uzdatnionej rudy żelaza (K. Bielenin 2002,18)

S.Orzechowski, str. 39

„Przedstawione dane świadczą więc dobitnie, że oprócz kopalni w Rudkach należy się liczyć z obecnością innych miejsc wydobywania tego surowca, zarówno na terenie centralnego obszaru hutniczego, jak i w jego enklawach na północ od Kamiennej. Przedmiotem eksploatacji mogły być rudy różnych typów i pochodzenia, rozsiane po całym paleozoiku świętokrzyskim, jak również na jego północno-wschodnim mezozoicznym obrzeżeniu.”

Użycie sformułowania „dobitnie” jest nieuzasadnione. Wnioski do jakich autor dochodzi oparte są jedynie na danych hipotetycznych i nieumocowanych w badaniach postulatach autora.

S.Orzechowski, str. 40/41

„Jak wynika z przytoczonych danych, zagadnienie pochodzenia rud stosowanych do wytopu przez przeworskie warsztaty hutnicze pozostaje nadal kwestią otwartą i daleko jeszcze do jej pełnego opracowania. Rozstrzygnięcie tego problemu mogą przynieść tylko odpowiednio liczne i wykonane zgodnie z obecnymi wymogami analizy chemiczne rudy oraz szczegółowe badania geologiczne w strefach występowania stanowisk hutniczych. Powinny być one wykonywane na podstawie wcześniej ustalonych zasad opracowywania tych danych, gdyż tylko wówczas będą porównywalne. Dopiero wtedy możemy pokusić się o pełną rekonstrukcję poszczególnych etapów procesu metalurgicznego, a niewykluczone, że również podjęcia prób korelacji produktu finalnego – żelaza z materiałem odpadkowym - żużłem i surowcem wyjściowym z którego powstał - rudą.”

Autor wnioskuje, że założone przez niego wcześniej teoretyczne postrzeganie geologii rud żelaza w rejonie aktywności prahutników wymaga potwierdzenia w badaniach terenowych. Znając lokalizację wychodni rud żelaza w rejonie Łysogór (por. J.Czarnecki, 1950,153-299) i charakter rud w nich występujących (por K.Bielenin,1992,135-139) można stwierdzić, że wynik proponowanych poszukiwań i porównań jedynie jeszcze mocniej podważa fundament teorii S.Orzechowskiego o celowym lokowaniu piecowisk w bezpośrednim sąsiedztwie wychodni rud żelaza.

S.Orzechowski, str. 41

„Ludność kultury przeworskiej znała i stosowała zapewne różne formy pozyskiwania surowca rudnego, przy czym założyć należy, że penetrowano głównie łatwo dostępne wychodnie oraz warstwy przypowierzchniowe, niewymagające stosowania skomplikowanych zabezpieczeń górniczych. Przyjmuje się, że najbardziej archaiczną formą pozyskiwania surowca było zbieranie użytecznych kopalni w miejscach ich naturalnych odsłoneń, w dolinach rzek i strumieni, w ścianach wąwozów

i w innych miejscach naruszonych przez erozję. Ze względu na skalę produkcji należy przypuszczać, że w interesujących nas centrach hutniczych nie ograniczano się jednak tylko do powierzchniowego pozyskiwania rudy.”

Bezpodstawnym jest przekonywanie autora, że do uzyskania wsadu do zorganizowanego piecowiska zlokalizowanego na północnych obrzeżach Pasma Łysogórskiego możliwe było jedynie zebranie/wybranie w jego bezpośrednim sąsiedztwie z powierzchni odpowiedniej ilości rudy. Świadcstw archeologicznych dokumentujących techniki wydobywania rud żelaza - oprócz kopalni w Rudkach - w rejonie Łysogór nigdy nie odnaleziono. Nie odnaleziono żadnej eksploatowanej wychodni. Nie odnaleziono nawet jednego szybika świadczącego o eksploracji złóż pod powierzchnią ziemi. Trudno się więc zgodzić, że takie wydobywanie miało miejsce przy każdym z 6 tysięcy odkrytych piecowisk - jak sugeruje autor. Pamiętajmy, że każde z nich musiało zostać zaopatrzone w kilkadziesiąt ton surowca wydobytego w jego bezpośrednim sąsiedztwie - jak zakłada autor. Dziesiątki tysięcy szybików, które powinny pozostać po takiej eksploracji nie uległyby do dnia dzisiejszego absolutnemu zatarciu.

S.Orzechowski, str. 41

„Aby przeprowadzić wytop w średniej wielkości piecu kotlinkowym należało zapewnić ok. 200 kg rudy (M. Radwan 1966, 36, 37), co w przypadku dużego, liczącego od kilkudziesięciu do nawet kilkuset pieców warsztatu zmuszało do penetracji bardziej zasobnych złóż.”

Trudno zrozumieć myśl autora – szczególnie w świetle poprzednich cytatów. Czy chodziło mu o złoża położone głębiej pod powierzchnią ziemi czy oddalone od miejsc w których lokowano piecowiska? W zgodzie z logiką i dotychczas forsowaną teorią S.Orzechowskiego warsztaty te umieszczono przecież w miejscach gdzie był łatwy dostęp do zasobnych złóż rud.

S.Orzechowski, str.41

„Z reguły nieznane są również miejsca pozyskiwania rudy. To właśnie brak archeologicznie uchwytne stanowisk wydobywczych powoduje, że na temat metod jej eksploatacji w pradziejach wiemy tak niewiele.”

Dlaczego więc mając świadomość powyższego autor formułuje w swojej pracy sprzeczne z nim samym tezy o lokowaniu piecowisk w pobliżu wychodni żelaza i złóż, których nigdy nie odkryto w badaniach archeologicznych i geologicznych, a nawet teoretyczne ich próby lokowania nie przynoszą oczekiwanych efektów? (por. J.Czarnocki, 1950,153-299)

S.Orzechowski, str. 44

„Więcej problemów stwarzało zapewne dotarcie do innych typów rud, które zalegały głębiej, a ich eksploatacja ze względu na większą zwięzłość była zdecydowanie trudniejsza. Odnosi się to przede wszystkim do hutnictwa świętokrzyskiego, głównie korzystającego z tego typu surowca. Przyjmuje się, że rudę pozyskiwano najczęściej na wychodniach bądź w płytkich warstwach przypowierzchniowych, w strefie występowania rud utlenionych, szczególnie cenionych przez starożytnych ze względu na ich łatwą topliwość. Prawdopodobnie, analogicznie jak działo się to w czasach historycznych, poszukiwania prowadzono, kopiąc liczne rowy i szybiki. Nie zaniebdywano również obserwacji różnego rodzaju osobliwości pogodowych i przyrodniczych.”

Badania archeologiczne nie potwierdzają tezy autora o wydobywaniu rud wymienionymi technikami w rejonie Łysogór. Warto jednak wspomnieć, że na takie ślady natrafiono podczas badań w innych ośrodkach starożytnego hutnictwa (por. S.Orzechowski,2013,41-45) Techniki te stosowane były jednak do rud darniowych, a takowe nie występują na terenie świętokrzyskiego ośrodka starożytnego hutnictwa.

S.Orzechowski, str. 44

„Mówiąc o miąższości powłoki lessowej, bardzo często wyolbrzymia się jednak jej grubość. Powodem tego są zsuwy stokowe, które uwielokrotniają rzeczywistą grubość tej warstwy. Podczas gdy u stóp zbocza powstają kilkumetrowej grubości nadkłady, w partii przyszczytowej powłoka ta jest bardzo cienka i często przezierają przez nią skały podłoża. Sądzić należy zatem, że lokalizacja warsztatów produkcyjnych w przyszczytowych partiach kulminacji, poza szukaniem tam optymalnych warunków dmuchu, wiązała się z bliskością miejsca, umożliwiającego dostęp do warstw rudonośnych (S.Orzechowski 2007a, 192-197).”

Autor sugeruje, że wychodnie rud żelaza zlokalizowane były w przyszczytowych rejonach górotworów na północy Pasma Łysogórskiego. Mija się to z jego własnymi źródłami w których udokumentowane wychodnie warstw związane z mineralizacją związków żelaza nie są zlokalizowane w warstwach przyszczytowych (S.Orzechowski, 2007, 147-163). Mając na uwadze morfologię i genezę złóż rud żelaza w paleozoiku Łysogór rozumowanie autora należ w ogóle odrzucić.

S.Orzechowski, str. 45

„Poza jednostkowym przykładem kopalni w Rudkach, brak danych na temat technik wydobywania pozwala jedynie przypuszczać, że eksploatację prowadzono głównie metodami odkrywkowymi, przy czym zakładamy, że zajmowała się tym wyspecjalizowana grupa rudników. Wskazuje na to ogromna skala wydobywania oraz niekiedy trudny dostęp do złóż,

wymagający specjalistycznej wiedzy i stosowania skomplikowanych rozwiązań technicznych. Problem ten zostanie szerzej omówiony w jednym z kolejnych rozdziałów (por. 9.2) naszego opracowania.”

Autor wskazuje na ogromną skalę wydobywania. Przypomnijmy – nigdy nie stwierdzono w badaniach archeologicznych i geologicznych żadnych świadectw świadczących o skali wydobywania rud żelaza w rejonie Łysogór, szczególnie metodami odkrywkowymi. Autor myli skalę wydobywania ze skalą zapotrzebowania.

S.Orzechowski, str. 46

„Główną kopaliną jest tutaj piryt, który tworzy część spągową złoża, natomiast w jego partiach przypowierzchniowych rozwinęła się bardzo intensywnie strefa utleniania, nazwana czapą żelazną, sięgająca do głębokości ok. 20 m i więcej. W jej obrębie występuje kilka typów rud tlenkowych, takich jak: żelaziak czerwony (mieszanka hematytu i limonitu), tzw. śmietana hematytowa (czysty hematyt z niewielką domieszką ilu), błyszcz żelaza (związły hematyt) i limonit.”

Autor wyraźnie definiuje jakie rudy występują w tzw. czapie żelaznej złoża w Rudkach...

S.Orzechowski, str. 46

„Dawne wyrobiska górnicze znajdowano niemal wyłącznie w obrębie wspomnianej czapy żelaznej, tj. w strefie występowania rud utlenionych. Należy przypuszczać, że sięganie na większe głębokości, poza tę strefę, wiązało się z kilkoma bardzo istotnymi ograniczeniami.”

... i potwierdza, że właśnie te rudy były przedmiotem eksploracji starożytnych górników/rudników. Pamiętajmy jednak, że w innych częściach swojej pracy zdecydowanie odrzuca postulat, że to właśnie złożo w Rudkach odegrało znaczącą rolę w starożytnym hutnictwie świętokrzyskim.

S.Orzechowski, str. 48

„Jakie zatem rudy mogły być przedmiotem wydobywania w interesującym na okresie? W starszej literaturze wyolbrzymiano rolę hematytu występującego tutaj w dwóch postaciach (J. Piaskowski 1963b, 28 i n.). Po wykonaniu większej liczby analiz okazało się jednak, że skądinąd bardzo bogata w związki żelaza śmietana hematytowa nie mogła być raczej głównym przedmiotem eksploatacji. Wskazuje na to niska zawartość manganu w tej rudzie, podczas gdy w żuźlu jest ona z reguły wysoka. Ostatnio stwierdzono również, że śmietana hematytowa zawiera zbyt dużo tlenku glinu (Al_2O_3) i krzemionki (SiO_2), przez co w warunkach procesu dymarskiego byłaby trudno redukowalna (S. Orzechowski 1994,352, Ryc. 7,357). Należy zatem przypuszczać, że przedmiotem wydobywania, wyłączając piryt i śmietanę hematytowa, mogły być tutaj wszystkie rodzaje rud, występujące w obrębie tzw. czapy żelaznej. Zaznaczmy, że odmiany limonitowe i syderyt występują stosunkowo płytko, w strefie utleniania i w wielu miejscach są dostępne z powierzchni.”

Badania laboratoryjne na które się powołuje wprost zaprzeczają jego teorii (S. Orzechowski 1994,352, Ryc.7, 357). Nazywając je najnowszymi (1994 rok) uświadamia jakiej skali zaniedbania ma nauka w tej materii.

S.Orzechowski, str. 48

„Przedstawione uwagi stawiają problem złoża w Rudkach w nieco innym niż dotychczas świetle. Problem tkwi bowiem w ustaleniu właściwych proporcji pomiędzy górniczą i odkrywkową formą pozyskiwania surowca. Należy bardzo poważnie rozważyć możliwość, iż znaczną jego część pozyskiwano przez eksploatację odkrywkową. Szczególnie w pierwszym etapie penetracji złoża podstawowa masa rudy musiała pochodzić z wychodni dostępnych na powierzchni. To właśnie w warstwach przy powierzchniowych znajdowały się najlepsze jakościowo rudy. Poniżej strefy rud utlenionych, jakość surowca stawała się coraz gorsza i należy sądzić, że dopiero po penetracji warstw stropowych tego kompleksu zaczęto sięgać w głębsze jego partie metodami stricte górniczymi. Pozostawienie w warstwach przypowierzchniowych znacznych zasobów rudy może świadczyć, że w starożytności obie te formy wydobywania mogły funkcjonować niezależnie obok siebie, w zależności od warunków i potrzeb (S. Orzechowski 2003, 409).”

Autor przekonuje, że w pierwszym etapie wydobywania rud ze złoża w Rudkach prowadzono prace o charakterze odkrywkowym, by po wyczerpaniu złoża na powierzchni przystąpić do prac podziemnych. Na powyższe nie ma żadnych dowodów archeologicznych choć uznać należy to za wielce prawdopodobne. Abstrahując – dla kogo więc prowadzono wydobywanie, które mocno wyeksploatowało złożo w formie wychodni zmuszając rudników do prac podziemnych? Przecież autor odrzuca istotną rolę tego złoża w rozwoju i funkcjonowaniu starożytnego hutnictwa świętokrzyskiego, choć sam informuje, że dobry jakościowo dla hutników urobek był łatwo dostępny i dlatego został wyeksploatowany. Dlaczego nie porzucono po tym etapie złoża w Rudkach na korzyść wszechobecnych wg S.Orzechowskiego wychodni łatwo dostępnych złóż żelaza? Dlaczego też w bezpośrednim sąsiedztwie kopalni w Rudkach nie ma proporcjonalnego do wydobywania zagęszczenia warsztatów dymarskich? Wniosek – nie lokowano piecowisk mając za priorytet dostęp do złoża rudy.

S.Orzechowski, str. 50

„Lokalizację warsztatów produkcyjnych w tak znacznym oddaleniu od miejsca pozyskiwania surowca, na dodatek w rejonie trudno dostępnym, można tłumaczyć jedynie potrzebą zapewnienia odpowiednich warunków dmuchu. Wiązało

się to z zakładaniem pieców w miejscach o dużej ekspozycji topograficznej, co w zasadniczo płaskim terenie, na którym znajduje się kopalnia, było niemożliwe.”

Kolejny raz autor formułuje tezę sprzeczną z jego dotychczasowymi poglądami odnoszącymi się do tego samego problemu – lokalizacji warsztatów dymarskich w partiach przyszczytowych. Tym razem jako jedyny powód lokowania pieców w trudnym terenie podaje konieczność zapewnienia odpowiedniego dmuchu zasilającego piece. Mimo, że zastępuje wcześniej faworyzowany priorytet dostępności złóż rud poszukiwaniem korzystnych warunków dla dmuchu naturalnego, przynajmniej 100% rację. S.Orzechowski nie precyzuje jednak w żadnej ze swoich prac jakie warunki dmuchu należy uznać za odpowiednie dla procesu dymarskiego.

S.Orzechowski, str. 50

„Abstrahując od tego wyjaśnienia, musimy stwierdzić, że brak większych grup stanowisk produkcyjnych w bezpośrednim sąsiedztwie kopalni jest jednak bardzo frapujący i trudny do wyjaśnienia. Rozprzestrzenienie dużych skupisk żużla na tak znacznej powierzchni świadczy raczej o wyraźnym rozdrobnieniu bazy surowcowej wykorzystywanej przez ten przemysł. Liczba zakładanych warsztatów uzależniona była od zasobności danego złoża i zdolności produkcyjnej pracujących tam załóg rudników, dymarzy i węglarzy. Po wyczerpaniu zasobów rudy i drewna przenoszono się zapewne w inne, nie wyeksploatowane strefy.”

Ponownie wskazuje na fakt rozproszenia warsztatów na skutek rozproszenia bazy surowcowej. O dmuchu już nie wspomina.

S.Orzechowski, str. 50

„Pozostaje jeszcze pytanie o zasięg oddziaływania złoża. Pomimo jego dużej zasobności, znacznie przekraczającej zapotrzebowanie na ten surowiec całego okręgu hutniczego, które szacuje się na ok. 83500 t (K. Bielenin 1992,192), należy odrzucić pogląd o jego monopolistycznej roli w zaopatrzeniu tego okręgu, na co wskazywano już wcześniej (por. rozdział 2.1.2).”

Użycie terminu „monopolistyczna rola złoża” jest różnym od „dominującej roli hematytu” wydobywanego w Rudkach. Autor dokonuje niebezpiecznego skrótu myślowego, który bezpodstawnie mocuje wniosek i pierwszy termin w dotychczasowych badaniach autora nad zagadnieniem dotyczącym drugiego terminu. Złoże zawierało różne typy rud.

S.Orzechowski, str. 74

„Charakter dostępnych dzisiaj rud - zwłaszcza darniowych - może bowiem zdecydowanie różnić się od surowca stosowanego przez pradziejowych hutników. Wiąże się to z dużą zmiennością chemizmu złóż tego typu, gdzie obok gorszego surowca mogły występować materiały o zdecydowanie lepszych parametrach. Tak często podkreślana przez różnych badaczy mała ilość zasad (CaO i MgO) w rudach darniowych nie jest niczym szczególnym i wynika z natury ich powstawania. Kwasy organiczne rozpuszczają bowiem zawarte w glebie związki żelaza, w wyniku czego wytrąca się wodorotlenek żelaza $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ (limonit). Większe ilości wapnia w złożu powodowałyby zatrzymanie tej reakcji (A. Polański 1955,41).”

Przedstawiony wzór limonitu należy poprawnie nazwać uwodnionym tlenkiem żelaza. Błąd powielany przez S.Orzechowskiego omówiłem wcześniej.

S.Orzechowski, str. 130

„Na koniec pozostaje jeszcze problem rodzaju stosowanych rud. W Górach Świętokrzyskich większość z nich zaliczana jest do odmian łatwo redukowalnych. Nawet limonity, zawierające z reguły duże ilości krzemionki, dzięki domieszce magnezu i węglanu wapnia łatwo ulegają redukcji.”

Autor bezpodstawnie przekonuje, że w procesie dymarskim w rejonie Gór Świętokrzyskich stosowano topniki. Jest to rażąco sprzeczne ze wszystkimi badaniami powstałymi w kręgach metalurgów badających to zjawisko. Badania archeologiczne również wykluczają stosowanie topników w starożytnym hutnictwie świętokrzyskim.

S.Orzechowski, str. 170

„Wydaje się, że w przypadku metalurgii żelaza problem tkwił przede wszystkim w braku miejscowych tradycji hutniczych, co mogło być spowodowane mało sprzyjającymi warunkami surowcowymi, oraz istnieniu trudnych do przełamania barier technologicznych i kulturowych dzielących obydwie populacje. Trudno przecież zakładać, że Celtowie byli zainteresowani zaszczepieniem tych technologii w środowisku obcych etnicznie i kulturowo grup autochtonicznej ludności.”

Autor sugeruje, że problemem w genezie i rozwoju hutnictwa świętokrzyskiego jest trudno dostępna baza surowcowa, problemy technologiczne i kulturowe lokalnej społeczności, która na skutek powyższego opierała się wpływom chociażby Celtów. Czytając dotychczasowe prace autora trudno w nich nie natrafić na powtarzające się wielokrotnie stwierdzenia, że łatwa dostępność bazy surowcowej i doskonała znajomość metalurgii żelaza, a także rozległe kontakty handlowe

w dolinie Kamiennej stanowiły doskonały mechanizm budujący największe w Europie barbarzyńskiej centrum hutnictwa żelaza (por. S.Orzechowski,2007,217-).

S.Orzechowski, str. 193

„Co zatem decydowało o ulokowaniu w tym niegościnnym terenie tak licznych warsztatów pracy? Wydaje się, że przesądził o tym łatwy dostęp do źródeł surowców, głównie odpowiednich złóż rud. Wprawdzie nie znamy miejsc jej wydobycia, ale liczba występujących tutaj stanowisk produkcyjnych wskazuje jednoznacznie, że pozyskiwano ją na miejscu.”

Autor stosuje niedozwoloną w nauce „logikę”, którą można opisać przez analogię rozwiązaniem jednego równania z dwoma niewiadomymi. Dowodzi, że łatwość dostępu do złóż rud decydowała o ulokowaniu piecowisk, bo dowodem na to jest ich lokacja - ze względu na łatwość dostępu do rud.

S.Orzechowski, str. 197

„Podstawową rolę w systemie zaopatrywania tych warsztatów odgrywała zapewne kopalnia w Rudkach, a także inne podobne obiekty tego typu działające nad Kamienną oraz na północ od tej rzeki (por. K. Bielenin 2002,18). Potrzeby małych warsztatów produkujących na lokalny rynek miało z kolei zaspokajać zbieractwo w miejscach powierzchniowych odsłonięć geologicznych oraz eksploatacja drobnych - gniazdowych wystąpień rudnych.”

Powyższe stwierdzenie autora oparte na skądinąd słusznym poglądzie K.Bielenina zaprzecza dotychczas dowodzonym przez niego własnym tezom o uwarunkowaniach lokowania warsztatów w miejscach łatwych do lokalnego wydobycia i zaopatrywania ich w rudę żelaza.

S.Orzechowski, str. 203

„Zagadką pozostają przyczyny ich lokowania w tej bardzo niesprzyjającej strefie. Wobec wskazanych ograniczeń i trudności wydaje się, że jedynym powodem mogła być tutaj baza surowcowa, a ściślej złoża rudy. Stanowiska usytuowane w wyższych partiach masywu wykorzystywały prawdopodobnie słabo jeszcze rozpoznane złoża rudy, występujące na pograniczu warstw kambryjskich i ordowiku. Miejscem szczególnie atrakcyjnym mogły być strefy w pobliżu uskoku kambryjskich, z którymi wiąże się przejawy mineralizacji żelaza (S. Orzechowski 2002b, 47, 48).”

Poza kolejnym zwrotem poglądów o 180 stopni, w teorii S.Orzechowskiego pojawia się nowy wątek. Sugeruje, iż na granicy warstw kambru i ordowiku mogą być nierozpoznane złoża rudy, które stanowiły potencjalny i nieodkryty dotąd surowiec dla starożytnego hutnictwa świętokrzyskiego. To niczym nie poparte przypuszczenie. Na pograniczu kambru i ordowiku nie stwierdzono tworzenia się wychodni rud żelaza ani jego złóż podziemnych. Ponadto - wszelkie uskoki tektoniczne w rejonie skał kambryjskich były poddane w badaniach geologicznych szczególnej uwadze. Poszukiwano w rejonach uskoku tektonicznych warunków geologicznych analogicznych do niezwykle bogatego złoża „Staszic” w Rudkach. Nie natrafiono na podobne złoża. Badania geologiczne zaprzeczają teorii S.Orzechowskiego. (por. J.Czarnocki, 1950,153-299)

S.Orzechowski, str. 258

„Wydobycie i przygotowanie rudy, zwłaszcza dla dużych stanowisk produkcyjnych, wymagało także ogromnego nakładu pracy oraz wiedzy na temat jej złóż. Dla przykładu średniej wielkości piecowisko uporządkowane w Górach Świętokrzyskich potrzebowało ok. 25 ton rudy, a największe z nich w Świętomarzy - około 46 ton (K.Bielenin 2002,18).”

Olbrzymie zapotrzebowanie pojedynczego piecowiska nie zwróciło uwagi S.Orzechowskiego o praktycznej niemożliwości zaspokojenia takich potrzeb z lokalnych, rozproszonych i trudnych do lokalizacji i eksploatacji złóż rud. Dla podkreślenia skali zapotrzebowania tylko jednego warsztatu dymarskiego koniecznym jest uświadomienie sobie, że wskazana przez K.Bielenina masa była już rudą uzdatnioną. Jakie więc było wydobycie pierwotnego minerału?

S.Orzechowski, str. 285

„O specyfice masowej produkcji świętokrzyskiego centrum hutniczego przesądzał jednak nietypowy rodzaj jego przestrzennej organizacji, gdyż podstawowa działalność wytwórcza przeniesiona została poza osady. Należy przypuszczać, że o lokalizacji warsztatów decydowały przede wszystkim względy surowcowe. Po ich wyczerpaniu przenoszono się w inne miejsce, stwarzające dogodny warunki do kontynuowania produkcji.”

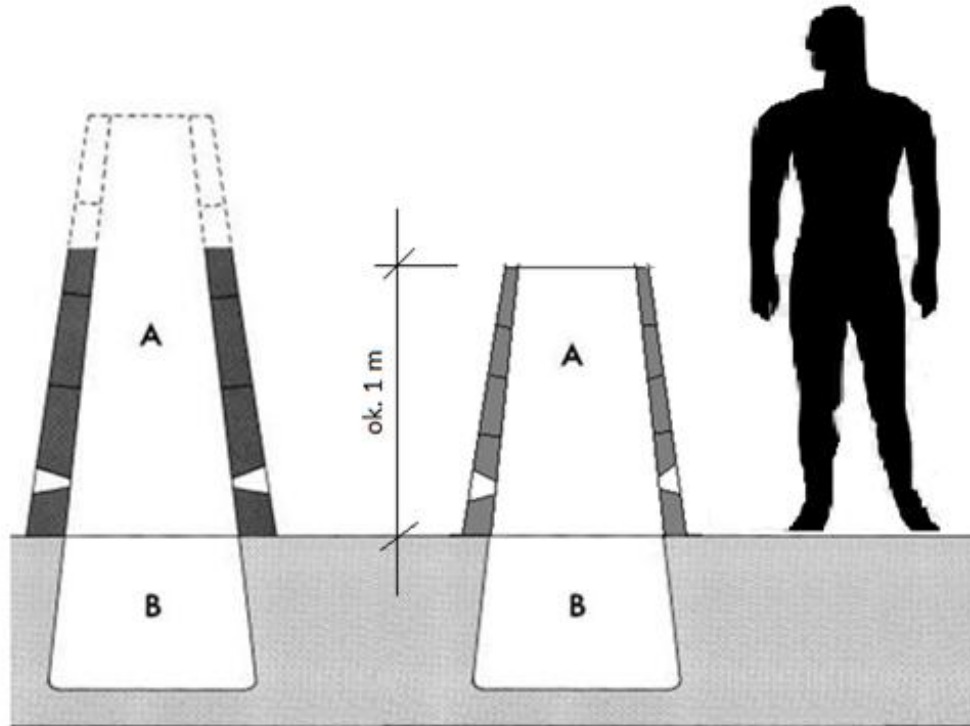
S.Orzechowski we wnioskach końcowych dotyczących zaplecza surowcowego rolę kopalni w Rudkach konsekwentnie zmarginalizował i przemilczał. Wbrew wszystkim badaczom i wynikom ich badań.

SZYB I KOTLINKA

S.Orzechowski, str. 57

„Przy typowej wielkości kotlinki, której średnica nie przekraczała z reguły 50 cm, szyb miał prawdopodobnie wys. ok. 1 m.”

Proponowany przez S.Orzechowskiego świątokrzyski piec kotlinkowy poza tym, że byłby praktycznie niezdolny do wytworzenia efektu kominowego niezbędnego przy dmuchu naturalnym zasilającym piec (zbyt niski!), co stwierdzono w badaniach rekonstrukcyjnych (por.I.Suliga,2006, 163-173) wyglądałby następująco - w szkicu zachowano właściwe proporcje wysokości, rozmiarów kotlinki, grubości ścianek, etc w odniesieniu do modelu pieca wg K.Bielenina (S.Orzechowski 2013, 94):



Ryc. 38. Model pieca dymarskiego typu kotlinkowego, wg K. Bielenina (1983a, 47, Abb. 1)
A - szyb, B - kotlinka

Model pieca dymarskiego typu kotlinkowego wg S.Orzechowskiego (por. S.Orzechowski, 2013,57,118) w opracowaniu graficznym M.Marciniewskiego

S.Orzechowski, str. 118

„Równie ważne jak wytrzymałość na wysoką temperaturę były właściwości izolacyjne szybu, z czym wiąże się jego grubość. W tym wypadku dysponujemy już jednak konkretnymi wskaźnikami potwierdzonymi w trakcie badań wykopaliskowych. Lepiej zachowane fragmenty polepy szybowej dały podstawę do stwierdzenia, że na różnej wysokości grubość szybu się zmieniała. Najszerszy był u podstawy, przy czym jego grubość nie przekraczała z reguły 10 cm. W miarę posuwania się do góry stawał się coraz cieńszy, by w części górnej zredukować się do 3-4 cm.”

Grubości ścianek i charakterystyka budowy szybowej części pieca wg S.Orzechowskiego posłużyły mi do sporządzenia schematu pieca zamieszczonego wyżej. Wyjątkowo cienkie ścianki (3-4 cm w górnej części szybu) były wg.S.Orzechowskiego, budowane z cegieł wielokrotnego użytku, łączonych za pomocą drewnianych szczapek i zaprawy (S.Orzechowski,2013,119). Czy proponowane przez S.Orzechowskiego rozwiązanie techniczne budowy szybu będące wynikiem ewolucji technicznej pieca, gwarantowało utrzymanie wsadu o wadze kilkuset kilogramów i niezawodną pracę setek tysięcy pieców na przestrzeni sześciu wieków? (por. S.Orzechowski,2013,258,285)

S.Orzechowski, str. 118

„Czy zatem stosunkowo cienkie szyby nie były w jakiś sposób zabezpieczone, aby zmniejszyć straty ciepła? Taka dodatkowa izolacja byłaby wskazana szczególnie w ich dolnej partii, zwłaszcza na poziomie, gdzie formowała się łupka żelazna. Można sobie oczywiście wyobrazić, że do pewnej wysokości szyb był dodatkowo „docieplony” pryzmą ziemi lub innym materiałem pozwalającym zatrzymać część ciepła. Przy odpowiednio wysokim umieszczeniu otworów dmuchowych, o czym będzie mowa później, obecność takiej konstrukcji była jak najbardziej możliwa. Oczywiście są to tylko teoretyczne rozważania, a ich potwierdzenie w materiale źródłowym jest praktycznie niemożliwe, co związane jest z całkowitym niemal brakiem relikwów naziemnych partii szybów pochodzących z tego typu obiektów na ziemiach polskich.”

Autor proponuje zasypywanie dolnej części pieców do poziomu dysz. Informuje przy tym, że nie ma to żadnego potwierdzenia w badaniach archeologicznych. Stosuje przewrotną „logikę” w której „rozwiązuje” problem podważaną przez siebie propozycją.

S.Orzechowski, str. 119

„Zachowały się nawet większe fragmenty szybu, doskonale ilustrujące sposób łączenia kilku takich elementów (por. K.Bielenin 1992, 70, Ryc. 32).”

Fragmenty te nie zachowały się do dnia dzisiejszego. Los zabytków jest nieznan. Nigdy nie były ewidencjonowane w zbiorach Muzeum Archeologicznego w Krakowie. Jedyne ślady po nich są przytaczane wielokrotnie opisy i szkice K.Bielenina. Nie ma nawet jednej fotografii dokumentującej te znaleziska.

S.Orzechowski, str. 119

„Jeszcze bardziej efektywny sposób wykorzystania raz użytych elementów konstrukcyjnych szybu stwarzał system zastosowany na stanowiskach hutniczych w Górach Świętokrzyskich. Na kilku stanowiskach zlokalizowanych głównie na terenach leśnych, gdzie nie prowadzono działalności rolniczej, wystąpiła polepa szybowa w formie płaskich cegieł (K. Bielenin 1992, 68-71, Ryc. 32, Tab. 5) (Ryc. 62). Część z nich miała zachowane 3, a nawet 4 płaszczyzny ścianek, co umożliwiło dokładne określenie ich wielkości. Wyróżniono trzy rodzaje cegieł szybowych. Największe miały szerokość 18-20 cm, długość 22 i 29 cm i grubość do 8 cm. Kolejną grupę reprezentowały płytki o wymiarach odpowiednio 17 x 18 x 8 cm i najmniejsze o wymiarach 11-13 cm x 18 x 9 cm. Na bocznych lub tylnych ściankach cegieł występowały niekiedy odciski po wypalonych cienkich drewniakach, które je zapewne usztywniały. Poszczególne elementy łączone były warstwą glinianej zaprawy o grubości od 2 do 4 cm.”

To chyba jeden z najbardziej kontrowersyjnych fragmentów pracy S.Orzechowskiego. Autor przekonuje w nim, że cegły pochodzące z rozbiórki pieców służyły do budowy kolejnych szybów. Proces ten nazywa nawet systemem i określa go jako bardzo efektywny. Opisuje przy okazji jeden ze szczegółów technicznych budowy szybów - łączenia i wzmacniania odzyskanych cegieł - za pomocą drewniaków i zaprawy. Nie wyjaśnia jak wbijano drewniak w utrwalone w poprzednim procesie wypalone cegły (por. K.Bielenin 1992, 70, Ryc. 32) Teoria S.Orzechowskiego jest absurdalna.

S.Orzechowski, str. 120

„Jeszcze mniej wiemy na temat wysokości szybu. K. Bielenin (1973, 62), analizując lepiej zachowane piece kotlinkowe z terenów europejskich, zwraca uwagę na brak prostej zależności pomiędzy średnicą kotlinki i wysokością szybu. Problem ten jest bardzo trudny do jednoznacznej interpretacji ze względu na brak materiałów źródłowych. Przy założeniu stosowania dmuchu naturalnego przytoczone przez cytowanego badacza parametry, zakładające dla kotlinki małej szyb wysokości 50 cm i dla typowej ok. 100 cm, mogą być nieco zaniżone (por. W. Różański 1984, 60; I. Suliga 2006a, 167).”

Wysokość szybu pieca kotlinkowego zaproponowana przez autora na str. 57 w kolejnych rozdziałach poddawana jest pod jego własną wątpliwość.

S.Orzechowski, str. 130

„Mimo że nie znaleziono dotąd kompletnie zachowanego szybu, wiele wskazuje na to, że piece stosowane przez ludność kultury przeworskiej miały dosyć wysoką konstrukcję naziemną. W Górach Świętokrzyskich świadczą o tym pośrednio ślady dodatkowego wzmocnienia kolejnych warstw cegieł szybowych w postaci odcisków płaskich drewniaków umieszczanych w miejscu ich łączenia (K. Bielenin 1992, 71).”

Znaczną wysokość szybu S.Orzechowski wiąże z obecnością drewnianego wzmocnienia w jego konstrukcji. Uwaga - szkice K.Bielenina wskazują, że cegły te nie mogły być wcześniej wypalone gdy łączono je drewniakami. To jest zwyczajnie niemożliwe, ponieważ wzmocnienia/drewniak są i w ceglach i w zaprawie, które musiały być elastyczne w chwili wbijania w nie drewniaków. (por. K.Bielenin, 1992,71).

S.Orzechowski, str. 197

„Pozostając przy dawnych rozwiązaniach technicznych opartych na piecu kotlinkowym, wprowadzono istotne zmiany organizacyjne, które pozwoliły wyraźnie zintensyfikować produkcję. Zamiast pojedynczego pieca zaczęto budować całe ich baterie, złożone z kilku takich obiektów. Pracochłonną budowę szybów usprawniono, wykorzystując gliniane bloczki nawiązujące kształtem do cegieł (K. Bielenin 1986b, 142,143).”

Ewolucja nakreślona w tym zapisie to najlepszy przykład przyjęcia do rekonstrukcji pieca i procesu dymarskiego cech i czynników obecnych w różnych piecach z różnych okresów i miejsc pracy. Tak zrodził się uniwersalny model pieca kotlinkowego w którym od lat proponuje się uniwersalny proces dymarski. To największy błąd w badaniach i niniejszej publikacji S.Orzechowskiego. Powielany może doprowadzić do absolutnego impasu w dalszych pracach. Wszystkie prace archeologiczne wskazują na zróżnicowaną technikę dymarską za którą przemawiają różne kotlinki, różne żużle, różna lokalizacja i porządek warsztatów dymarskich. Ponadto - żadne z zabytków archeologicznych nie potwierdzają teorii

o budowie kolejnych pieców z cegieł nie wspominając o wykorzystaniu pochodzących z rozbiórki poprzednich. S.Orzechowski nigdy nie zrekonstruował pieca technologią, którą proponuje, bo to jest po prostu fizycznie niemożliwe.

DREWNO

S.Orzechowski, str. 53

„W świętokrzyskich piecach zdecydowanie dominują węgle uzyskiwane z drzew iglastych (69,1%) z dużymi udziałami sosny (41,5%) i jodły (17%). Rzadziej występuje modrzew (7,4%), a świerk stwierdzono tylko w jednym wypadku - Nowa Słupia (Łazy) 3.”

Stwierdzono ich pochodzenie badając węgle drzewne obecne w kotlinkach i żuźlach kotlinkowych (por. S.Orzechowski 2013, 54) Proszę porównać je z węglami pochodzącymi bezpośrednio z pieców – analiza poniżej.

S.Orzechowski, str. 53

„Odmienne proporcje zaobserwowano w materiałach pobranych bezpośrednio z mielerzy. W 11 zbadanych obiektach tego typu 54,5% to odmiany liściaste z dominującym drewnem topoli, która stanowiła aż 83,3% wszystkich oznaczonych próbek (Tab. 10). Ponieważ 5 mielerzy, gdzie odnotowano ten gatunek drewna, pochodziło z tego samego regionu (Stara Słupia 1, 4, 6) można przypuszczać, że na rodzaj wykorzystywanego drewna wpłynął charakter siedliska roślinnego, w którym topola stanowiła prawdopodobnie podstawę drzewostanu. Istotny wpływ siedlisk roślinnych na pozyskiwany w jego obrębie surowiec opałowy potwierdzają także wyniki badań archeobotanicznych przeprowadzonych dla stanowisk hutniczych z rejonu Łysogór. Jodła wyraźnie zwiększa tutaj swe udziały z 14 do 32%, z jednoczesnym nieznacznym spadkiem udziału sosny z 42 do 40% (S. Orzechowski 1991,175). Stan taki jest w pełni uzasadniony, ponieważ analizowane stanowiska znajdują się w obrębie naturalnych siedlisk jodły tworzących dwie asocjacje leśne (*Abietetum albae* i *Abietetum-Fagetum*) (T. Głazek 1985, Mapa). Dalej na północ, gdzie dominują zespoły drzew liściastych, udziały jodły wyraźnie spadają na rzecz buka, topoli czy wierzby, co znajduje odzwierciedlenie w wynikach analiz. Stwierdzenie tej zależności wskazuje na miejscowe pochodzenie surowca opałowego i wyklucza możliwość jego sprowadzania spoza rejonu, gdzie organizowana była produkcja.”

Wyraźnie różny węgiel drzewny odnajdywany w mielerzach od tego, który jest obecny w kotlinkach i żuźlach kotlinkowych świadczy o tym, że węgiel obecny w kotlinkach nie był produkowany w badanych mielerzach. Budzi to oczywiste pytanie skąd taka zaskakująca sprzeczność? Autor pozostawia ją bez komentarza, ignorując dowód wskazujący, iż w badaniach archeologicznych prawdopodobnie nigdy nie odnaleziono mielerzy, które byłyby zapleczem produkcyjnym na potrzeby metalurgii żelaza lub nie potrafiono ich logicznie powiązać ze sobą.

WODA

S.Orzechowski, str. 59

„Analizując rozmieszczenie dużych skupisk stanowisk produkcyjnych w Górach Świętokrzyskich, stwierdzono, że bliskość wody nie była tutaj czynnikiem decydującym. Ponad 90% stanowisk produkcyjnych zlokalizowanych zostało poza strefą dolinną (Tab. 12). Oczywiście przy zakładaniu warsztatu produkcyjnego dostęp do wody musiał być brany pod uwagę, ale nie widać w tym wypadku tak wyraźnej korelacji, jak miało to miejsce w większości stanowisk osadniczych.”

Autor we wcześniejszych postulatach proponuje lokalizację piecowisk dokładnie lub możliwie najbliżej miejsc wydobywania rudy. Konsekwencją takiej lokalizacji warsztatu jest zapewnienie w nim możliwości uzdatniania rudy. Pierwszym etapem jest jej płukanie. Trudno uznać za przekonujące by do przepłukania kilkudziesięciu ton urobku rudnego na potrzeby przeciętnego piecowiska, wodę transportowano z odległych źródeł jej poboru w pobliże piecowiska, pamiętając o tym, że było położone w wysokich partiach terenu.

S.Orzechowski, str. 59/60

„Lokalizacja studni odkrywanych niejednokrotnie w bezpośrednim sąsiedztwie urządzeń hutniczych lub tuż przy samych piecach rodzi pytanie o ich związek z produkcją. Czy rzeczywiście budowano je dla potrzeb działalności metalurgicznej, czy też ich obecność w tej strefie jest raczej przypadkowa. Spróbujmy odpowiedzieć na pytanie, do czego w procesie technologicznym związanym z produkcją żelaza potrzebna była woda. Duże jej ilości zużywane były już na etapie przygotowywania rudy żelaza. Zarówno na Mazowszu, jak i na Śląsku głównym, jeśli nie jedynym, źródłem tego surowca były różnego rodzaju rudy darniowe, które przed użyciem należało wzbogacić przez wyplukiwanie ziaren piasku i gliny oraz innych zanieczyszczeń. Czynność tę prowadzono prawdopodobnie w miejscu pozyskiwania surowca, a więc na terenach podmokłych, w pobliżu naturalnych źródeł wody. Najlepiej nadawały się do tego wody płynące, gdzie bez trudu, z wykorzystaniem naturalnych różnic poziomów można było zbudować system wydajnych płuczek. Badania geologiczne prowadzone w pobliżu osady w Biskupicach ujawniły w wodach potoku okruchy rudy, które mogły dostać się tam w wyniku prowadzenia takich właśnie prac. We współczesnych osadach tego ciekłu ruda obecnie bowiem nie występuje

(J. Kowalczyk et al. 1977,13). Podobnie interpretowane ślady sortowania i płukania rudy znaleziono także na skraju tej osady, w pobliżu krawędzi terasu suchego, oraz w pobliżu jednej ze studni w postaci dwóch skupisk brył rudy zalegającej w warstwie wskazującej na działanie wody płynącej (S. Woyda 2002a, 130). Sądzymy jednak, że wykonywanie takich czynności w miejscu prowadzenia wytopu byłoby zupełnie nieuzasadnione i wręcz nielogiczne. Ogromne ilości wody potrzebnej do flotacji rudy, trudności z jej dostarczeniem, oraz zawilgocenie ziemi wokół pieców wręcz uniemożliwiłyby pracę.”

Autor słusznie zauważa logikę organizacji mazowieckich warsztatów hutniczych, ale nie uwzględnił jej w organizacji warsztatów świętokrzyskich hutników, o czym wspominałem cytując wcześniej.

PREPARACJA WSADU

S.Orzechowski, str. 61

„Poza podstawowymi czynnościami przygotowującymi rudę do wytopu, jak: płukanie, rozdrabnianie, przesiewanie i suszenie, najważniejszym zabiegiem było jej wyprażenie na odpowiednio przygotowanych stosach drewna zwanych prażakami. Zabieg ten wymagany był zwłaszcza w przypadku rud ilastych. Następował dzięki temu rozkład węglanu żelaza na tlenek żelazawy i dwutlenek węgla. Tlenek FeO, stykając się z tlenem, tworzył kolejne związki, łatwiej ulegające redukcji. Wyprażona ruda przybierała ostatecznie postać różnych tlenków: żelazawego (Fe₂O₃), żelazowo-żelazawego (Fe₃O₄) lub tlenku żelaza (FeO) (por. M. Radwan 1963a, 62).”

Autor błędnie nazywa tlenek żelazowy Fe₂O₃ tlenkiem żelazawym, który ma wzór FeO. Uwaga - M.Radwan w przytoczonym fragmencie używa poprawnych nazw.

„W wyniku prażenia otrzymywano substrakt o porowatej strukturze, który chemicznie był już częściowo przetworzony, a tym samym wykazywał lepszą redukcyjność. Rozpulchnione w wyniku działania wysokiej temperatury bryły rudy można było bez trudu rozkruszyć do pożądanej wielkości. Umożliwiała to wyselekcjonowanie tkwiących w niej nadal przerostów skały płonnej, a co najistotniejsze – gazy redukcyjne, wnikając w powstałe w trakcie prażenia mikropory, miały ułatwiony dostęp do stosunkowo dużej powierzchni, dzięki czemu proces redukcji był bardziej efektywny. W praktyce wsad przybierał postać granulatu o średnicy kilku milimetrów, który podawano do pieca na przemian z węglem drzewnym.”

Absurdem jest zaproponowanie procesu skutecznego selekcjonowania metodą organoleptyczną każdorazowo kilkudziesięciu ton drobno pokruszonej rudy w warunkach jakie stwarzało piecowisko. Nigdy nie odnaleziono w badaniach archeologicznych śladów, które by to uwiarygodniły.

S.Orzechowski, str. 62

„Sposób prażenia rudy na otwartych stosach z czasów Agricoli nie zmieniał się do czasów nowożytnych i nie odbiegał zapewne znacznie od podobnych praktyk stosowanych w starożytności. Mając na uwadze przytoczony opis, można przypuszczać, że pozostałości tych obiektów powinny ujawniać się w postaci płytkich jam zawierających resztki prażonej rudy, których ścianki noszą ślady działania wysokiej temperatury. Poza tym pył rudny bardzo charakterystycznie zabarwia ziemię na intensywny czerwono-fioletowy lub ceglasty kolor. Ma on silne właściwości magnetyczne (maghemit), dzięki czemu z wypełnisk takich obiektów można zebrać za pomocą magnesu większe jego frakcje (K. Bielenin 1960a, 24-27). W obrębie prażaków nie powinny raczej występować inne materiały, takie jak kamienie, polepa czy żużel. Jeżeli miejsce to wykorzystywane było kilkakrotnie, a tak zapewne praktykowano, w warstwie nie należy spodziewać się również większej ilości popiołu oraz resztek spalonego drewna, ponieważ przy czyszczeniu jamy były one zapewne stamtąd usuwane (K. Bielenin 1992,131).”

Na blisko 6 tysięcy piecowisk zlokalizowanych w Górach Świętokrzyskich odkryto w ich sąsiedztwie dokładnie dwa prażaki spełniające wymienione wyżej kryteria (S.Orzechowski,2013,63). Założenie przez autora, że rudę wydobywano i preparowano bezpośrednio przy piecowiskach jest nierealne w świetle kilkudziesięcioletnich badań archeologicznych.

S.Orzechowski, str. 63

„Duży płonący stos drewna, z którego co pewien czas z impetem wypadają pękające pod wpływem temperatury kawałki rudy, nie mógł funkcjonować obok większej grupy pieców i stanowiłby duże utrudnienie, a nawet zagrożenie dla pracującej tam załogi. Obiekty tego typu zakładane były z reguły na obrzeżach warsztatów hutniczych, w pewnej bezpiecznej odległości od miejsca pobytu ludzi. Można również założyć, że podobnie jak praktykowano to w czasach nowożytnych, część rudy prażono w pobliżu miejsca jej wydobycia, co ułatwiało sortowanie i eliminowanie uboższych frakcji i przerostów skały płonnej. Dzięki temu odciążano również transport, dostarczając do warsztatu hutniczego tylko wyselekcjonowany surowiec.”

Wizja S.Orzechowskiego zaprzecza jego dotychczasowym propozycjom i również nie ma potwierdzenia w żadnym materiale archeologicznym. Nie odnaleziono nigdy żadnych śladów po samodzielnych warsztatach rudniczych oddalonych od osad i piecowisk.

S.Orzechowski, str.63

„Warto zaznaczyć, że nawet na tak licznie przebadanych piecowiskach w Górach Świętokrzyskich liczba obiektów związanych z przygotowaniem rudy jest stosunkowo mała. Wprawdzie w zestawieniu urządzeń pomocniczych, które odkryte zostały w obrębie piecowisk uporządkowanych, przytoczono 7 tego typu obiektów (por. K. Bielenin 1992, 130, Tab. 23), ale tylko 2 z nich spełniają określone wyżej parametry: stan. Łomno 11 (wykop 4) (K. Bielenin 1966, 165) i prawdopodobnie Modliborzyce 1 (K. Bielenin, S. Orzechowski, T. Wichman 1990,80, 83,86, Ryc. 8). Pozostałe, jak: Ambrożów 1, Łazy 7, Osiny 1 ze względu na brak śladów działania wysokiej temperatury znalazły się tam raczej przez pomyłkę, a inne, jak Łomno 11 (wykop 2) i Łysa Góra 7 to zapewne składy rudy, a nie miejsca jej prażenia. W przypadku stanowisk Jeleniów 4 i Seredzice 2 na powierzchni gruntu odkryto tylko plamy czerwono lub fioletowo zabarwionej ziemi przesyconej okruchami limonitu. Obiekty te nie zostały zbadane i nie wiemy, czy były to prażaki, składy, czy – w przypadku Seredzic - ze względu na wielkość (60 x 29 m) może był to tylko ślad po wychodni rudy (K. Bielenin 1992, 243). Za najbardziej prawdopodobny prażak należy uznać w tym regionie obiekt odkryty w wykopie 4 na stanowisku Łomno 11. Miał on postać płytkiej (głębokości ok. 5 cm) jamy o wymiarach 180 x 160 cm i wypełniony był „czerwoną próchnicą” (K. Bielenin 1966,165).”

Wskazane przez autora badania bezsprzecznie obalają jego koncepcję lokalizacji i organizacji warsztatów ze względu na miejsce występowania rud żelaza w rozproszonych wychodniach zlokalizowanych w przyszłotowych partiach poświadczanego północnego przedpola Łysogór.

S.Orzechowski, str. 72

„Dzięki doświadczeniu pradziejowi hutnicy znali zapewne właściwości różnych gatunków rud. Niekorzystny skład jednych starali się poprawiać, dodając inne, które uzupełniały brakujące składniki lub eliminowały nadmiar szkodliwych elementów. Uważa się więc, że mieszanie różnych rodzajów rud poprzedziło etap świadomego stosowania topników w hutnictwie (K.Bielenin 1983b, 156).”

S.Orzechowski mimo, że ją wyraźnie cytuje, w praktyce odrzuca hipotezę K.Bielenina. W swoich długoletnich badaniach stara się powiązać skład rudy bezpośrednio z konkretnym złożem. Jakikolwiek różnicę składu chemicznego w jego interpretacji wykluczają wzajemne powiązanie złoża-ruda. Taką dokładnie metodą porównawczą S.Orzechowski odrzucił śmietaną hematytową z Rudek. Warto zwrócić przy okazji uwagę na wniosek K.Bielenina, który odrzucał stosowanie topników dla poprawienia procesu zastępując go odpowiednim mieszanym różnych rud żelaza.

S.Orzechowski, str. 73

„Analogie etnograficzne wskazują na możliwość użycia jeszcze jednego topnika, którym jest potas. W postaci K_2O występuje on w znacznych ilościach na przykład w popiele ze spalonych paproci (ok. 17,9%). Dodanie go do wsadu ma w założeniu poprawić płynność żużla, co pozwala odprowadzić go do kotlinki w całości i uwolnić od niego łupkę żelazną. Próby zastosowania potasu w wytopach doświadczalnych prowadzonych w piecach typu świętokrzyskiego nie przyniosły jednak pożądanego efektów, choć wysoka zawartość K_2O w żużlu zdawała się potwierdzać takie przypuszczenie (por. M.Karbowiczek, I. Suliga 2002, 192, 193).”

Skład chemiczny żużli świętokrzyskich nie wskazuje podwyższonej zawartości potasu do tego stopnia, że nie bierze się go w ogóle pod uwagę w analizach laboratoryjnych (K.Bielenin,1992,66-67) Próby upłynnienia wsadu przez podniesienie zawartości potasu być może usprawnią proces ale oddalą go od świadectw archeologicznych.

WĘGIEL DRZEWNY

S.Orzechowski, str. 66

„Skład chemiczny węgla drzewnego różni się dla poszczególnych gatunków drzew. Jego głównym składnikiem jest węgiel pierwiastkowy 78-92%, przy czym drzewa liściaste zawierają go więcej niż iglaste. Ilość innych pierwiastków jest też zmienna i wynosi: tlen 7-14%, wodór 0,6-1,8% i popiół 0.5-3%. To właśnie w popiele znajdują się różne składniki mineralne, a ich ilość zmienia się w zależności od gatunku drzewa, a nawet części, z której pochodzą. Składniki mineralne ulegają w popiele koncentracji i ich ilość jest wielokrotnie wyższa od zawartej w surowym drewnie. R. Pleiner (2000,115) podaje, że jeśli w drewnie znajduje się od 0,14% (sosna) do 0,3% (buk) CaO , to w węglu drzewnym jego wartość wynosi odpowiednio 40% i 26-30%. Fosfor (P_2O_5) w drewnie stanowi ok. 0,03%, a w popiele jego ilość wzrasta do 1-7%. Podobnie potas (K_2O), którego ilość zależy od gatunku drzewa, np. 0,04% (sosna) i 0,09% (buk) może osiągnąć wartości odpowiednio 15-20% i 40%. Tak samo wzrasta stężenie magnezu (MgO) z 0,03-0,06% do 10-16%.”

„Jest bardzo prawdopodobne, że dla uzyskania optymalnych warunków podczas wytopu celowo dobierano różne odmiany węgla lub stosowano ich mieszanki. W. Różański i I.Słomska (1974,234) uważają, że spotykana w wielu świętokrzyskich piecach mieszanka węgla sosnowych i bukowych mogła być wynikiem świadomej selekcji surowca opałowego. Węgiel sosnowy ułatwiał redukcję w szybie, bukowy zaś sprzyjał procesom w okolicach dysz, gdzie temperatury były najwyższe. Reaktywność mieszanek jest wyraźnie wyższa niż węgla otrzymanego z jednego gatunku drewna, zwłaszcza w niższych

temperaturach (ok. 600°C). Nie bez znaczenia był również w tym wypadku udział składników mineralnych zawartych w popiele (W. Różański i I.Słomska 1980,386).”

Autor wskazując drewno jako materiał wyjściowy do produkcji węgla drzewnego słusznie zauważa, że może mieć ono wpływ na przebieg procesu. Zapomina jednak, że gatunki drzew zidentyfikowane w mielerzach i w kotlinkach wynikami analiz laboratoryjnych nie przystają ani do tej koncepcji ani do proponowanego procesu dymarskiego, bo jak wytłumaczyć zupełnie różny węgiel w pozostałościach po piecach i w odkrytych mielerzach?

S.Orzechowski, str. 67

„Na stanowiskach hutniczych kultury przeworskiej ślady produkcji węglarskiej są rzadkością. Wobec ogromnego zapotrzebowania na ten surowiec, bez którego setki tysięcy pieców nie mogłyby przecież funkcjonować, brak obiektów do produkcji węgla drzewnego jest spowodowany zapewne stanem badań. Liczne zagrożenia i uciążliwości, jakie niosła ze sobą obecność mielerzowego stosu, wymuszały ulokowanie tej produkcji w pewnej bezpiecznej odległości od warsztatów dymarskich i osad, a po wyczerpaniu zasobów drewna w ich sąsiedztwie, przeniesienie jej na tereny zalesione nieobjęte inną działalnością gospodarczą (por. S.Woyda 2005, 146). Tymczasem większość badań koncentruje się w strefie występowania pieców hutniczych, a zaplecze warsztatów, gdzie znajdowała się cała infrastruktura pomocnicza, pozostaje z reguły nierozpoznana. Jeżeli proces zwęglania prowadzony był na powierzchni, a z taką ewentualnością należy się także liczyć w pewnych regionach, to wówczas ślady takiej działalności będą bardzo trudne do uchwycenia. Najbardziej charakterystyczne obiekty do produkcji węgla drzewnego odkryto w Górach Świętokrzyskich. Na II stanowiskach zarejestrowano jak dotąd tylko 22 takie miejsca (Tab. 13). To niewiele, jeśli się zauważy, że metodą wykopaliskową rozpoznano dotąd aż 127 piecowisk dymarskich.”

Teza o organizacji warsztatów dymarskich w miejscu dostępności surowca kolejny raz zostaje poddana pod wątpliwość przez autora tezy. Ponadto – w badaniach archeologicznych nie odkryto odrębnych warsztatów węglarskich, których wielkość produkcji mogłaby sugerować, że zaopatrywały w paliwo liczne warsztaty dymarskie. S.Orzechowski formułuje nie poparte badaniami wnioski.

POWIERZCHNIA SWOBODNEGO KRZEPNIĘCIA

S.Orzechowski, str. 78

„Zaobserwowane zjawisko regularności górnych powierzchni żuźlowych kłoców jest oczywiście faktem, ale należy również pamiętać, że na ostateczny ich kształt miały także wpływ różnego rodzaju procesy podepozycyjne, powodujące ich mechaniczne niszczenie. Najnowsze badania przeprowadzone na jednym ze stanowisk hutniczych w Górach Świętokrzyskich (Wykus 1), które w środowisku leśnym zachowały się w stanie praktycznie nienaruszonym, ujawniły zupełnie inny obraz stropowych partii kłoców. Ich górne powierzchnie były z reguły nierówne i postrzępione (Ryc.27, 1, 2).

Autor sugeruje, że powierzchnia swobodnego krzepnięcia może być pozorną, stworzoną w różnych procesach podepozycyjnych. Informuje przy okazji, że we własnych pracach archeologicznych natrafił na czytelny dowód, że piece kotlinkowe i procesy w nich zachodzące to potwierdzają.

S.Orzechowski, str. 78

„Górna powierzchnia starożytnych kłoców wskazuje jednoznacznie na jej wyraźne odseparowanie od żuźła. Zjawisko to weszło do literatury przedmiotu pod nazwą „powierzchni swobodnego krzepnięcia” (K. Bielenin 1998-1999, 525-527, Abb. 4; 2002,16 i n; 2005,189,190). Z reguły równe i dobrze upłynnione powierzchnie kłoców, na których zachowały się często ślady popękanych pęcherzy gazowych, pozwalają wnioskować, że łupka żelazna, przynajmniej w ostatniej fazie procesu, nie miała bezpośredniego kontaktu z żuźlem odprowadzonym ze strefy redukcji i zmagazynowanym w kotlinie (Ryc. 26). W ostatnich latach teoria ta została dodatkowo podbudowana wynikami badań metaloznawczych. Wykazały one segregację składników chemicznych i fazowych na przekroju kłoca, co świadczy o jego krystalizacji z dużej objętości płynnego żuźła. Przebiegała ona w sposób ciągły od ścianek bocznych i dna pieca do jego środka. W praktyce oznacza to możliwość jednorazowego napłynięcia dużej ilości żuźła do kotlinki w końcowym etapie procesu (por. I. Suliga 2006b, 268; K.Bielenin, I. Suliga 2008, 68-72). Można w związku z tym założyć, że wytop mógł być prowadzony w dwóch etapach – w pierwszym następowała redukcja rud i ożuzlenie skały płonnej, w drugim upłynnienie żuźła i jego jednorazowy „spust” do kotlinki.”

S.Orzechowski, str. 80

„Liczne zakłębienia i wybrzuszenia ukształtowane przez nieregularne napłynięcia żuźła, głównie o charakterze naciekowymi charakterystycznej gruzelkowej strukturze, powodowały, że kłoce te znacznie różniły się od odkrywanych dotąd regularnych, często idealnie płaskich powierzchni. Nawet przy bardzo ostrożnej eksploracji część z form naciekowych ulegała rozkruszeniu, pozostawiając względnie równą powierzchnię kłoców. Na terenach rolniczych „ścieranie” tych partii przebiegało zapewne znacznie bardziej intensywnie, prowadząc z czasem do ich ostatecznego

wymodelowania. W jednym przypadku zaobserwowano nawet, że pod kilkucentymetrową warstwą żużła o strukturze pumeksu wystąpiła rozdzielona pęcherzami gazowymi powierzchnia żużła do złudzenia przypominająca powierzchnię swobodnego krzepnięcia (Ryc. 27, 1). Z chwilą odkruszenia jej dalszej części ta „fałszywa” płaszczyna mogła być wzięta za górną część kłoca. Powyższe uwagi skłaniają do pewnej modyfikacji omawianej koncepcji, co w żaden sposób nie podważa jednak jej podstawowych założeń. Uważamy bowiem, że zawieszona na wewnętrznych ściankach szybu łupka żelazna musiała mieć jednak jakiś kontakt z formującym się w kotlinie żużlem. Trudno sobie bowiem wyobrazić, aby „skąpane” w żużlu metaliczne żelazo mogło zostać uwolnione od niego w stu procentach. Skapujący do kotlinki żużel tworzył zapewne z mniej zwartymi i mocno porowatymi partiami łupki rodzaj luźnej struktury, wypełniając wolną przestrzeń pomiędzy nimi. Brak śladów odbijania łupki z kłoca, na co zwrócił już uwagę K. Bielenin (2002, 15), świadczy, że łącząca je siatka dendrytycznych frakcji nie była zwarta i zwłaszcza na stanowiskach niszczonej przez intensywną uprawę rolną mogła ulec degradacji.”

S.Orzechowski podważa hipotezę K.Bielenina o istnieniu powierzchni swobodnego krzepnięcia mówiąc delikatnie, że jedynie ją modyfikuje. Przekonuje przy tym wyraźnie, że kłoc żużła musiał łączyć się luźną strukturą wypełniającą przestrzeń między nim a łupą żelaza. Wcześniej sygnalizuje, że mechanicznie oddzielona od kłoca porowata struktura łącząca go z łupą żelazną najczęściej uległa wygładzeniu i nazywa ją „fałszywą” - interpretowaną błędnie jako powierzchnią swobodnego krzepnięcia. Przewrotnie jako argument przeciwko koncepcji powierzchni swobodnego krzepnięcia K.Bielenina przytacza niemożliwość utworzenia w piecu łupy czystego żelaza. Nikt z badaczy procesu dymarskiego będących zwolennikami koncepcji powierzchni swobodnego krzepnięcia nie łączył takich faktów. Oczywiście jest, że w warunkach procesu dymarskiego nie da się otrzymać w 100% czystego żelaza.

WYPRAWA KOTLINEK

S.Orzechowski, str. 98

„Bardzo często sygnalizowano, zwłaszcza w starszej literaturze, intencjonalne wylepianie bocznych ścianek kotlinek warstwą gliny, niekiedy z domieszką piasku, a sporadycznie również z materiałem organicznym w postaci plew. Grubość tej warstwy sięgała u góry nawet 3-4 cm i stopniowo malała u dołu kotlinki (K.Bielenin,1973,55). Interesujące, że ślady takich działań stwierdzano przede wszystkim na stanowiskach położonych na glebach lessowych i gliniastych, a więc bardzo spoistych i nie wymagających dodatkowych zabezpieczeń, podczas gdy na glebach lekkich, mniej zwartych rejestrowano je znacznie rzadziej (K.Bielenin, 974, 69). W wyniku szczegółowych obserwacji oraz doświadczeń zdobytych w trakcie badań eksperymentalnych stwierdzono, że znaczna część domniemyanych wylepień może być naturalnym odspojeniem gruntu, który pod wpływem wysokiej temperatury utworzył warstwę do złudzenia przypominającą intencjonalnie wykonaną ściankę. S.Woyda (2002a, 131, przyp. 55, 150, Ilustr. 25) nazywa ją nawet „pseudowylepa kotlinki” (Ryc. 44).”

Autor wprowadza w błąd sugerując, że interpretowana wyprawa kotlinek jest tylko złudzeniem i nie powstawała intencjonalnie i jest raczej błędną interpretacją przegrzanych ścianek kotlinki. Nie wspomina przy tym, że znaleziono dość liczne kotlinki wkopane w piece sąsiednie. Ściany tych kotlinek mimo, iż były wydrążone w żużlu sąsiadującego kłoca wyraźnie wylepiano co dowodzi, że był to proces istotny i przeprowadzony świadomie przez budowniczych pieców dymarskich (por K.Bielenin, 1992,129).

DMUCH

S.Orzechowski, str. 92/93

„Z dmuchem związane są również dosyć często występujące w niektórych regionach (Mazowsze, Góry Świętokrzyskie) kanały boczne, zwane w literaturze kanałami kotlinkowymi (S.Orzechowski 2011). Zostały one już szczegółowo omówione w rozdziale 4.2.2.”

Autor myli kanały boczne poziome z części szybowej pieca z kanałami kotlinkowymi. Świadczenia istnienia kanałów bocznych opisuje w swojej pracy K.Bielenin wskazując zabytki w postaci odlewów żużlowych właśnie takich kanałów (K.Bielenin, 1992, 73-74) Kolejne uproszczenie terminu zaciera istotny ślad archeologiczny i łączy w jedną grupę nazewnictwem zupełnie różne świadectwa dawnego procesu.

S.Orzechowski, str. 130

„Na obszarze świętokrzyskiego centrum hutniczego ślady użycia miecha odnoszą się raczej do etapu postredukcyjnego, związanego z obróbką otrzymanej w trakcie wytopu łupki żelaznej. Nie można oczywiście wykluczyć, że w przypadku złych warunków anemometrycznych posiłkowano się dmuchem wymuszonym także w trakcie prowadzenia właściwej redukcji. Należy jednak odrzucić zaproponowaną przez S. Woydę (1986,170) koncepcję o stosowaniu na świętokrzyskich piecowiskach dużego miecha obsługującego jednocześnie cały szereg pieców. Jest bardzo prawdopodobne, że obydwa

sposoby dostarczania powietrza mogły funkcjonować obok siebie, wzajemnie się uzupełniając. Zakładamy jednak, że dominowało stosowanie dmuchu naturalnego.”

„Koncentracja produkcji w ramach dużych piecowisk uporządkowanych w Górach Świętokrzyskich czy osad hutniczych na Mazowszu wiązała się z prowadzeniem intensywnych karczunków w celu dostarczenia opału dla tysięcy pieców. Wokół warsztatów tworzyła się w ten sposób bezleśna strefa, której wielkość uzależniona była od liczby przeprowadzonych wytopów. Powstanie takich „wyrw”, nawet na terenach zalesionych, daje możliwość prowadzenia wytopu z zastosowaniem dmuchu naturalnego.”

Autor opowiada się za zastosowaniem dmuchu naturalnego. W swoich pracach rekonstrukcyjnych prowadzi od lat jedynie badania oparte na dmuchu sztucznym. Zaproponowany przez niego model pieca kotlinkowego uniemożliwia prowadzenie procesu opartego na dmuchu naturalnym.

EWOLUCJA TECHNOLOGII, ORGANIZACJA PIECOWISK I ICH CHRONOLOGIA

S.Orzechowski, str. 201

„Przytoczony obraz działalności świętokrzyskiego centrum hutniczego, realizowanej w ramach dwóch nurtów produkcyjnych, rodzi jednak wiele pytań związanych z zasadami funkcjonowania takiego systemu. Jak wytłumaczyć trwanie obok siebie dwóch niezależnych przedsięwzięć gospodarczych, prowadzonych na podstawie diametralnie różnych założeń organizacyjnych, a nawet odrębnej bazy surowcowej? Jakie były relacje pomiędzy nimi i dlaczego nie doszło z czasem do ich unifikacji?”

Autor bezpodstawnie wskazuje na fakt istnienia dwóch odrębnych baz materiałowych dla hutnictwa w piecowiskach uporządkowanych i nieuporządkowanych. Myli różne zapotrzebowanie z różną bazą materiałową.

S.Orzechowski, str. 203

„... lokuje stanowiska „górskie” w okresie najbardziej dynamicznej produkcji piecowisk uporządkowanych. Nie wiemy jednak, czy były one odpryskiem tego nurtu produkcyjnego, czy raczej reprezentują działalność lokalnych grup działających poza systemem masowej produkcji.”

Równolegle funkcjonujące piecowiska uporządkowane i nieuporządkowane na tym samym niewielkim obszarze terytorialnym w okolicach Nowej Słupi i Lysej Góry pozwalają przypuszczać, że grupy pracujących wspólnie dymarzy pracowały w harmonii na przestrzeni setek lat. Uzasadnionym jest więc stwierdzenie, że raczej się uzupełniały, a nie były odrębnymi i odseparowanymi materiałowo i technologicznie społecznościami.

S.Orzechowski, str. 257

„Warto tylko przypomnieć, że w warsztatach hutniczych działających w okresach historycznych, znani teoretycy hutnictwa G. Agricola (1556 [2000], księgi II i III, V) i W. Rożdżeński (1612 [1948], 1599-1662, 1663-1730, 1779-1926) piszą o wyraźnym podziale obowiązków pomiędzy dymarza-hutnika, który przygotowywał piec i prowadził wytop, kowala, który oczyszczał surową łupkę, oraz tzw. kositarza pomagającego obu specjalistom. Stoimy na stanowisku, że przynajmniej w dużych warsztatach produkcyjnych, gdzie zakres prowadzonych prac wymuszał podział obowiązków, występowanie specjalizacji jest bardzo prawdopodobne, a z organizacyjnego punktu widzenia wręcz niezbędne.”

Przyjmując wcześniejsze tezy autora o tym, że zorganizowane piecowiska były zlokalizowane z dala od osad i lokowane były w miejscach pozyskania rud żelaza powinniśmy konsekwentnie założyć, że każde piecowisko obsługiwali jednocześnie wszyscy wymienieni wyżej specjaliści. Stwarzałyby to oczywiste problemy i w niczym nie usprawniałyby procesu. Założenie jest nieprzekonujące, żeby nie rzec błędne.

S.Orzechowski, str. 258

„Piecowiska uporządkowane w Górach Świętokrzyskich czy osady produkcyjne na Mazowszu i Śląsku to wyspecjalizowane warsztaty hutnicze, gdzie obok pieców dymarskich istniał cały szereg obiektów pomocniczych w postaci prażaków rudy, miejsc jej sortowania i oczyszczania, poboru i przygotowania gliny potrzebnej do budowy pieców, różnego rodzaju palenisk, składów węgla itp. Sprawna obsługa tych urządzeń wymagała zaangażowania dużych grup ludności, które przy tej skali zjawiska zapewne nabyły biegłości w wykonywaniu określonych prac.”

Badania archeologiczne prowadzone w Górach Świętokrzyskich nie potwierdzają powyższego wniosku do jakiego autor dochodzi w podsumowaniu pracy. Zaprzeczają wręcz wyraźnie każdemu fragmentowi powyższej tezy, o czym wspominałem we wcześniejszej treści opracowania.

S.Orzechowski str. 285

Technologie wytopu żelaza w okresie istnienia kultury przeworskiej cechuje wyraźny konserwatyzm, wyrażający się w braku działań na rzecz wdrożenia nowych rozwiązań, które pozwoliłyby zwiększyć efektywność stosowanych tutaj

urządzeń technicznych. Przy tej skali produkcji szukanie bardziej wydajnych technik otrzymywania żelaza wydawać by się mogło zjawiskiem naturalnym, zwłaszcza że takie wzorce były zapewne osiągalne zarówno w strefie barbarzyńskiej Europy (Kotynowie), jak i w kręgu prowincjonalnorzymskim. Tymczasem i na terenach wyspecjalizowanych centrów hutniczych, i poza nimi przez cały okres rzymski stosowano wyłącznie jeden typ obiektu, którym był piec dymarski typu kotlinkowego. To proste pod względem konstrukcyjnym, ale jednocześnie bardzo wymagające w obsłudze urządzenie przez ponad 6 wieków nie uległo praktycznie żadnym istotnym zmianom, poza może próbami powiększania jego pojemności. Co więcej, po wyeliminowaniu niektórych rozwiązań, jak np. kanał kotlinkowy, było z czasem nawet uproszczone, co świadczy o wręcz perfekcyjnym opanowaniu procesu redukcji. Obsługa teoretycznie bardziej skomplikowanych konstrukcyjnie pieców, z systemem ewakuacji żużła na zewnątrz, jest bowiem znacznie łatwiejsza niż prowadzenie tego procesu w zamkniętym obiekcie, gdzie odprowadzenie żużła ze strefy redukcji do kotlinki nawet obecnie stwarza eksperymentatorom poważne problemy.

S.Orzechowski ignoruje oryginalność piecowisk zorganizowanych wyróżniających świętokrzyskie zagłębie (konserwatyzm i brak innowacyjności?), które we wcześniejszych jego pracach były powodem do zachwytu. Wnioskuje, że w użyciu był jeden typ pieca nie dostrzegając licznych jego odmian i różnic prowadzonego w nich procesu. Przekonuje, że na przestrzeni sześciu wieków piec ten nie uległ żadnej istotnej zmianie oprócz powiększenia jego rozmiarów i pozbycia się kanału kotlinkowego. Wnioski te kłócą się jawnie z licznymi badaniami archeologicznymi (por.K.Bielenin,1973,1974; S.Orzechowski 2007, 217-)

S.Orzechowski, str. 286

„Uważa się, że model produkcji, gdzie nie stosuje się nowych rozwiązań technicznych, służących ograniczeniu nakładu pracy, jest typowy dla społeczności, których elity nie biorą w tej wytwórczości bezpośredniego udziału. Większe zyski zapewniają sobie dzięki lepszej organizacji i intensyfikacji pracy podległych im jednostek. Dopiero rozdrobnienie produkcji i jej zindywidualizowanie uruchamiają motywację do szukania rozwiązań pozwalających zmniejszyć nakład pracy bezpośredniego wytwórcy. Sądzymy jednak, że w przypadku metalurgii o braku zainteresowania wdrażaniem innowacji technicznych w produkcji mogły decydować również względy pozaekonomiczne i pozaspoleczne, związane ze sferą wierzeń i obyczajów.”

Autor w podsumowaniu swojej pracy degradowę intelektualnie starożytnych hutników świętokrzyskich i społeczność, którą tworzyli. Postrzega ich jako zwykłych zabobonnych wyrobników, którzy nie są zdolni do ewolucji technicznej. W mojej ocenie S.Orzechowski nie ma podstaw do takowych wniosków, a nawet przekroczył granice dobrego smaku, wyrażając się w tym tonie o ludności zamieszkującej Góry Świętokrzyskie przed wiekami.

ŁUPA ŻELAZNA

S.Orzechowski, str. 262

„Uważamy, że duże - wyspecjalizowane warsztaty hutnicze, działające w ramach omawianych regionów produkcyjnych, wytwarzały najprawdopodobniej półprodukt w postaci surowych, tylko wstępnie przekutych łupek żelaznych. Dalszą ich obróbkę, która polegała na oczyszczeniu i zagęszczeniu kowalnej bryły metalu w formie przeznaczonej na sprzedaż prowadzono z reguły poza miejscem wytopu, w wyspecjalizowanych pracowniach kuźniczo-kowskich na osadach - Buszycy 10 (S. Pazda 1994, 142) czy Pokrzywnicy 1 (S. Orzechowski, l. Suliga w druku).”

Kolejny raz S.Orzechowski przekonuje, że hutnictwo świętokrzyskie produkowało żelazo w procesie pośrednim, a nie jak dotychczas twierdzili wszyscy badacze - bezpośrednim. Nie przedstawia na to jednak dowodów.

WNIOSKI

S.Orzechowski, str. 78

„Z punktu widzenia współczesnej techniki hutniczej proces dymarski jest wysoce nieefektywny, ponieważ duża część tlenków zawartych w rudzie nie redukuje się do postaci metalicznej, ale łączy się z krzemionką i przechodzi do żużła. Przyjmuje się, że może zostać w nim uwięzione nawet 35-50% FeO (K. Bielenin 1973, 25). W literaturze można spotkać różne wskaźniki uzyskania żelaza z rudy. Są one zależne przede wszystkim od składu mineralogicznego użytego surowca. Na podstawie doświadczalnych wytopów przeprowadzonych jeszcze w latach 50. ubiegłego wieku przyjmuje się, że wskaźnik ten sięgał 16-18% dla surowej łupki, a po jej oczyszczeniu i uzyskaniu gotowej do przeróbki kowskiej masy maleje nawet do 8-9% (M. Radwan 1958,422). Przedstawiony model redukcji żelaza w piecu dymarskim typu kotlinkowego, zakładający uzyskanie metalicznego żelaza w postaci gąbczastej masy zawieszanej na ściankach szybu, nie został jednak potwierdzony w trakcie prowadzonych ponad pół wieku badań eksperymentalnych.”

Autor przemilczał znane mu wyniki rekonstrukcji zespołu badawczego Projektu HUTNIA, który w 2012 roku w Muzeum Archeologicznym w Biskupinie przy asyście pracowników PMA w Warszawie i AGH w Krakowie przeprowadził

publicznie pełną udaną próbę rekonstrukcyjną procesu dymarskiego (z użyciem dmuchu naturalnego) z takim właśnie efektem finalnym. Na ścianach szybu otrzymano zawisłą łupę, bogatą w gąbczaste żelazo i wyraźnie oddzieloną od kotlinki i gromadzonego w niej żużla. (por. www.hutnia.pl)

S.Orzechowski, str. 81

„Musimy przyznać z pokorą, że nasza teoretyczna wiedza nie idzie w parze z praktyką i prawdopodobnie nigdy nie osiągniemy biegłości, z jaką prowadzili ten proces prądziejowi hutnicy. Prowadzone eksperymenty przynajmniej teoretycznie przybliżają nas jednak do tego celu, a bez ich kontynuacji trudno wyobrazić sobie dalszy postęp w tym zakresie.”

Nie znane są żadne prace i publikacje S.Orzechowskiego związane z rekonstrukcją procesu zgodną z proponowanym przez autora reżimem technologicznym. Odnosi się to do wszystkich etapów rekonstrukcji w jakich udział bierze S.Orzechowski. Rekonstruowane przez niego piece mają różną budowę szybu, dmuch i wsad od tych, które proponuje w swoich teoretycznych rozważaniach. (por. rekonstrukcje w ramach „Dymarek Świętokrzyskich”)

S.Orzechowski, str. 95

„Przytoczone uwagi nie wyczerpują oczywiście wszystkich kontrowersji dotyczących nazewnictwa używanego przy opisie interesujących nas obiektów. Do pewnego stopnia porządkują jednak istniejące pojęcia i eliminują zwroty nieodpowiednie lub mylące.”

Wniosek S.Orzechowskiego jest mylny, a nawet mylący.

JÄMTLAND

S.Orzechowski str. 280

„Stanowiska hutnicze koncentrują się w pasie o długości ponad 150 km w pobliżu szwedzkiej granicy, stanowiąc naturalną kontynuację drugiego skandynawskiego regionu hutniczego w szwedzkim regionie Jämtland na południu Laponii. Odkryto tutaj ok. 730 stanowisk dymarskich, przy czym trudno określić, jaką część tej produkcji można łączyć z okresem rzymskim. Wiemy tylko, że jej apogeum przypada dopiero na okres wędrówek ludów (G. Magnusson 1986; 1994). Ślady hutnictwa znane są również z południowo-wschodniej części kraju, z regionu Småland.

S.Orzechowski str. 289

„Poza obszarem kultury przeworskiej wyróżniają się jeszcze dwa regiony hutnicze – jeden w Niemczech (północno-zachodnia Meklemburgia, Dolne i Górne Łużyce, Szlezwik-Holsztyn), drugi w Danii (jutlandia Południowa). Poza tym na większą skalę produkowano żelazo także w Norwegii (region Trondelag) i Szwecji (region Jämtland w południowej Laponii). Na wschodzie Europy na uwagę zasługują tylko skupiska stanowisk hutniczych w rejonie Żytomierza i Humania na Ukrainie.”

Jämtland to środkowo-zachodnia część Szwecji i południowo-zachodnia część Norlandu. Leży przy granicy z Norwegią. Lapland zwany również Szwedzką Laponią to kraina historyczna leżąca na północy Szwecji. Właściwa Laponia leży w Finlandii.

PODSUMOWANIE

Z niepokojem spoglądam na stan i przyszłość badań naukowych nad starożytnym hutnictwem świętokrzyskim, których niekwestionowanym liderem jest dr Szymon Orzechowski. „Region żelaza” to najnowsza i najobszerniejsza w historii polskiej nauki pozycja o hutnictwie kultury przeworskiej, będąca habilitacją i podsumowaniem kilkudziesięciu lat zawodowej pracy dr. S.Orzechowskiego i zespołu archeologów skupionych wokół niego. To wyjątkowo ważna i oczekiwana przez środowisko naukowe monografia. Jej treść pozostawia jednak wiele do życzenia, szczególnie w sferze nauk ścisłych i geologii. Razi licznymi, kontrastowymi wręcz niekonsekwencjami i błędami w analizie śladów archeologicznych, odnoszących się szczególnie do bazy surowcowej starożytnego hutnictwa świętokrzyskiego. Klóci się ze wszystkimi znanymi metodami badań naukowych. Pozostawiona bez rewizji i niezbędnej korekty wywrze negatywny wpływ na ogólny stan wiedzy o starożytnej metalurgii żelaza Gór Świętokrzyskich.

Mój głos, który jest przejawem krytycznego racjonalizmu, kieruję do osób, które cenią sobie nauki ścisłe jako fundament edukacji i czują potrzebę umacniania nimi badań naukowych z dziedzin humanistycznych.

Kielce, 17 marca 2014 r.

Marcin Marciniowski

LITERATURA

Agricolae G. 1556 [2000] De re metalika libri XII, Basileae. Przekład polski z języka czeskiego K. Kurkova, Jelenia Góra.

Bakoń A. 1994 Żelazo, w: Encyklopedia surowców mineralnych, A. Bolewski (red.), Kraków, 382, 393.

Bielenin K.

1. 1960a Magnes na usługach archeologa, ZOW 26/1, 24-27.
2. 1966 Badania nad starożytnym hutnictwem świętokrzyskim przeprowadzone w 1964 r., MA 7, 159-177.
- 3.
4. 1973 Dymarski piec szybowy zagłębiony (typu kotlinkowego) w Europie starożytnej, MA 14, 5-101.
5. 1974 Starożytne górnictwo i hutnictwo żelaza w Górach Świętokrzyskich, Warszawa-Kraków.
6. 1983 b Żelazo, w: Człowiek i środowisko w pradziejach, J.K. Kozłowski, S.K. Kozłowski (red.). Warszawa, 153-168.
7. 1986 Rola wywiadu ustnego w inwentaryzacji archeologicznej stanowisk dymarskich, MA 23, 283-299.
8. 1992 Starożytne górnictwo i hutnictwo żelaza w Górach Świętokrzyskich, wyd. 2, Kielce.
9. 1998-1999 Einige Bemerkungen zu den Rennofenschlacken der Schlackengrubenöfen, w: „...und sie formten das Etsen. "Ur-, fruhgeschichtliche und mittelalterliche Eisengewinnung und -verarbeitung. Internationales OGUF-Symposium, Linz-Freinberg, 27.-30.10.1998, „Archaeologia Austriaca" 82-83, 523-528.
10. 2002 Kilka dalszych uwag dotyczących starożytnego hutnictwa świętokrzyskiego, w: Hutnictwo..., 11-25.
11. 2006 Podsumowanie 50-lecia badań nad starożytnym hutnictwem świętokrzyskim, w: 50 lat badań..., 13-31.

Bielenin K., Dąbrowski D., Orzechowski S., Suliga I. 2004 Górnictwo-hutnicze tradycje rejonu Tychowa. Materiały z konferencji, I. Suliga (red.), Starachowice, 59-81.

Bielenin K., Suliga I. 2008 The ancient slag-pil furnace and the reduction process in the light of a new archaeological concept and metallurgical research, „Metallurgy and Foundry Engineering" 34/1, 53-78.

Czarnocki J., 1950 Geologia regionu łysogórskiego w związku z zagadnieniem złoża rud żelaza w Rudkach, Warszawa, Prace Państwowego Instytutu Geologicznego I.

Fluzin P., 1994 Interpretation des eludes metallographiques des scories: recherche d'elements discriminatoire, w: La siderurgie..., 24-26.

Holewiński S. 1956 Wstępne badania starożytnych żużli hutniczych skupionych na niektórych terenach Polski, „Archiwum Hutnictwa" 1/3, 251-282.

Jaskólski S., Poborski C., Goerlich E., 1953 Złoże pirytu i rud żelaznych kopalni „Staszic” w Górach Świętokrzyskich, Warszawa,

Karbowniczek M. 2006 Teoretyczne podstawy procesu metalurgicznego w starożytnych piecach dymarskich, w: 50 lat badań..., 153-161.

Karbowniczek M., Suliga I. 2002 Sprawozdanie z doświadczalnego procesu dymarskiego „Dymarki 2000” w Nowej Słupi, w: Hutnictwo..., 191-197.

Kowalczyk J. et al. 1977 Badania geofizyczne i geologiczne na stanowiskach archeologicznych związanych ze starożytnym hutnictwem żelaza na Mazowszu. Cz. 2. Badania geologiczne. Osada rzymska Biskupice 1977 rok, Kraków, archiwum MSHM (mps).

Mazanek T., Mamro K. 1969 Podstawy teoretyczne metalurgii żelaza, Katowice, 171

Orzechowski S.

1. 1994 La siderurgie ancienne dans les Montagnes Sainte-Croix. Contexte naturel et humaine, w: La siderurgie..., 351-361.
2. 2002 Zaplecze osadnicze starożytnego okręgu hutniczego w Górach Świętokrzyskich i jego relacje ze strefą produkcyjną, w: Hutnictwo..., 27-43.

3. 2003 Rudki, w: Reallexikon der Germanischen Altertumskunde 25, R. Muller (red.), Berlin-New York, 406-409.
4. 2007 Zaplecze osadnicze i podstawy surowcowe starożytnego hutnictwa świętokrzyskiego, Kielce.
5. 2011 The canal-pit and its role in the bloomery process: the example of the Przeworsk culture furnaces in the Polish territories, w: The archaeometallurgy of iron. Recent developments In archaeological and scientific research, I. Hošek, H. Cleere, L. Mihok (red.), Praha, 41-54.
6. 2013 Region żelaza. Centra hutnicze kultury przeworskiej., Kielce

Pazda S. 1994 Brzeski rejon starożytnej metalurgii żelaza (IV-V w. n.e.), St.Arch. 25/1595.

Piaskowski J.

1. 1960a Sprawozdanie z badań rudy, żużla i fragmentów łupek z Podchelmia, powiat Kielce, Gardzienic, powiat Lipsko, oraz Jeleniowa i Starej Słupi, powiat Opatów, KHKM 8/4, 573-581.
2. 1963b Problem metalu świętokrzyskiego. Cechy charakterystyczne wyrobów żelaznych produkowanych przez starożytnych hutników w Górach Świętokrzyskich w okresie wpływów rzymskich (1-IV w. n.e.), SDGiH 6,9-85.

Polański A. 1955 Żelazo na ziemi i we wszechświecie. Warszawa.

Ploquin A. 1998 Les etudes chimiques, w: K. Bielenin, M. Mangin, S. Orzechowski, La siderurgie ancienne et Vexploitation miniere dans les Montagnes Sainte-Croix (Petite Pologne). Part III. Archeometrie et histoire: les Montagnes Sainte-Croix et les regions productives europeennes (fin de l'Age de Per - debut du Moyen Age), DHA 23/1, 158-164.

Radwan M.

1. 1958 Istota procesów metalurgicznych, a poglądy niektórych archeologów, KHKM 6/3,414-428.
2. 1963a Rudy, kuźnice i huty żelaza w Polsce, Warszawa.
3. 1966 Starożytne hutnictwo świętokrzyskie. Metody badań i wyniki, „Zeszyty Naukowe AGH w Krakowie” 131, Rozprawy, z. 57, 7-48.

Rauhut L. 1957 Studia i materiały do historii starożytnego i wczesnośredniowiecznego hutnictwa żelaza w Polsce, SDGiH 1,183-293.

Różdzieński W. 1612 (1948) Officina Ferraria albo huta y warsztat z kuźniami szlachtetnego dzieła żelaznego. Biblioteka Pisarzy Śląskich, seria II. 2, Katowice - Wrocław.

Różański W., Słomska I. 1974 Przydatność węgla drzewnych do starożytnego wytopu żelaza w świetle badań nad ich reaktywnością, KHNT 19/4, 729-736.

Sedlak W. 1960 Występowanie rud żelaza w kambrze Gór Świętokrzyskich, PG 8/8, 433-435.

Serneels V. 1993 Archeometrie des scories de jer. Recherches sur la siderurgie ancienne en Suisse occidentale, Cahiers d'Archeologie Romand, Lausanne.

Woyda S.

1. 1986 Głos w dyskusji, w: Stan i potrzeby..., 170.
2. 2002a Mazowieckie centrum metalurgiczne z młodszego okresu przedrzymskiego i okresu wpływów rzymskich, w: Hutnictwo..., 121-154.
3. 2005 Równina Błońska u schyłku doby starożytnej. Centrum metalurgiczne, w: Problemy..., 129-166.

Zimny J. 1965 Świętokrzyskie starożytne hutnictwo żelaza, „Hutnik” 32/3,69-76.