

A COMMENT TO Z. SUDGUTOWSKA'S PAPER

ON THE MAIN CHARACTERISTICS DISTINGUISHING THE PREHISTORIC CULTURE

Summary

The author defends his views and answers to the criticism of Z. Sudgutowska who attempts to prove that the present state of research gives no ground for distinguishing the Prehistoric Culture in the Late Palaeolithic in north-eastern Poland, Lithuania and Byelorussia.

In the paper discussed are the differences between the basic methodological concepts of Z. Sudgutowska and the author. The former views an opinion that the only one which can be used in an analysis of a culture is a full investigation and rich assemblage of their artefacts and the only method – the statistical testing. K. Szymczak thinks that an analysis of diagnostic artefacts, not necessarily of those coming from assemblages, is a more reliable method.

Some problems of the interpretation and a proper presentation of facts and views contained in the discussed and cited work by Z. Sudgutowska are explained: the value of the Lithuanian sites investigated by W.K. Szymczak, the character of the 1967 work by Szymczak to report read as a scientific system and not a monographic study; the material bases for distinguishing the Prehistoric Culture.

The following detailed comments are mentioned: the occurrence of changed orientation axes in the assemblages of the Lyngby and Prehistoric Cultures, the distinct morphological differences between the blades of the above cultures, an illustration of the morphological and metric differences between the Lyngby and Prehistoric leaf-shaped points, a problem of the availability and quality of flint from north-eastern Poland, Lithuania and Byelorussia, a problem of the location of sites in the river and lake valleys, particular of the flint belonging to the Prehistoric Culture, the regional and chronological ranges of the culture.

K. Szymczak explains his views on a group of assemblages and specimens found in the north-eastern regions and compared by many researchers to the specimens of the Abschlagung Culture. In conclusion the author does not share the views of Z. Sudgutowska that separation of the Prehistoric Culture flint from the other ones flint is justification.

Author's address:

Dr Karol Szymczak
Instytut Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego
ul. Dobra 1, Wągrów 07-00
02-080 Warszawa

JERZY PIASKOWSKI

W SPRAWIE UOGÓLNIENI WYNIKÓW ANALIZ METALIZNAWCZYCH
(UWAGI NAD KSIĄŻKĄ H. MAMZERA, „STUDIA NAD METALURGIĄ ŻELAZA
NA TERENIE PÓŁNOCNO-WSCHODNIEJ BUŁGARII WE WCZESNYM ŚREDNIOWIECZU”,
WROCŁAW-WARSZAWA-KRAKÓW-GDAŃSK-LÓDŹ 1988)

Rozwinięte w Polsce – a także w niektórych innych krajach – badania metaloznawcze starożytnych i wczesnośredniowiecznych materiałów żelaznych dostarczyły już wielu informacji, które mogą być wykorzystane w opracowaniach archeologicznych. Jest jednak wiele problemów, które powinny być przedtem – dla uniknięcia niepotrzebnych błędów i pomyłek – dokładnie rozpatrzone i przedyskutowane.

Okazją do rozpoczęcia takich dyskusji jest ostatnio opublikowana książka H. Mamzera (1988), w której autor podjął studia nad metalurgią żelaza na terenie północno-wschodniej Bułgarii we wczesnym średniowieczu. W pracy tej ujawniły się podstawowe problemy, które wymagają dyskusji. Wypowiedź moja ma na

celu nie tylko skrytykowanie błędów, jakie znalazły się w książce H. Mamzera tamując ich przenikanie do dalszych opracowań archeologicznych, posłuży ona także autorom, którzy będą chcieli podjąć się pełniejszego wykorzystania analiz metaloznawczych.

1. W pracach mających na celu wykorzystanie danych metalurgicznych do archeologicznych uogólnień pierwszą trudnością dla archeologa jest zebranie tych danych, często publikowanych w wydawnictwach technicznych lub poświęconych historii techniki. Jak trudne to zadanie przekonuje właśnie książka H. Mamzera. W rozdz. I, „W poszukiwaniu tradycji technicznych starożytności” zestawiał on tylko dane o kilku miejscach dawnej eksploatacji rud żelaza w Bułgarii, magnetytu i hematytu (s. 15)^{*} oraz o paru znaleziskach pozostałości pieców dymarskich – tych ostatnich w Tracji (s.18) – i narzędzi żelaznych (s. 16-20).

Pewne wątpliwości budzą niektóre przytoczone rekonstrukcje pieców hutniczych, np. z miejscowości Leskowo i Popovjane (s.17), podane za pracami G. Konjarova i D. Mitovej-Džonovej (jest to przecież tzw. dymarka niska, jaką m. in. opisał w XVI w. G. Agricola), niejasna jest sprawa doprowadzenia dmuchu oraz odprowadzania żużla. Proces metalurgiczny wymagał, aby stopiona ruda przez pewien czas zatrzymała się w kotlinie pieca, umożliwiając redukcję (częściową) i uformowanie się łupki. Tymczasem w takich piecach, a zwłaszcza w drugim z opisanych przez H. Mamzera, stopiona ruda (żużel) wypływała bez ograniczeń zaraz po stopieniu.

O publikacjach, poświęconych technologii plemion „barbarzyńskich”, zanim przemieściły się na Bałkany, H. Mamzer nie wspomina w ogóle, ograniczając się do wzmianki, że poziom technologii Scytów był „wyjątkowo wysoki” (s. 19). Wysuwa od razu przypuszczenie, że „zasadniczą rolę na początkach wczesnego średniowiecza wśród ludności zasiedlającej tereny naddunajskie, odgrywały tradycje techniczne, wypracowane na obszarach macierzystych w okresie poprzedzającym migrację” (s. 24). O tym, jakie były te „tradycje techniczne”, a nawet gdzie znajdowały się owe „obszary macierzyste”, H. Mamzer nie pisze ani słowa.

Jednak, jeśli przyjmiemy, że obszarami tymi były ziemie Ukrainy, wówczas istnieją analizy metaloznawcze, opublikowane przez badaczy radzieckich. H. Mamzer wymienił je – chociaż z pewnymi brakami – w zamieszczonym na końcu swej pracy „Spisie cytowanej literatury” (chodzi tu o artykuły V. D. Gopaka, P. I. Chavluka, D. B. Selova, B. A. Šramki, L. A. Solnceva, L. D. Fomina), jednak wcale publikacji tych nie wykorzystał. Nie uwzględnił nadto pracy M. M. Tolmacewej (1982) oraz m. in. szeregu moich artykułów (J. Piaskowski 1967; 1973a; 1974a; 1982; 1984).

2. Przy wykorzystaniu badań materiałoznawczych nie można pominąć ogólnego opisu procesów technologicznych. W przypadku książki H. Mamzera było to nawet konieczne i w rozdz. II podjął się opracowania tego tematu. Niestety, nie wykorzystał tu odpowiednich opracowań procesów technologicznych, sięgnął tylko do kilku prac analitycznych, na podstawie których trudno było wyprowadzić odpowiednie uogólnienia. Stąd w opisie „Technologii wytopu” (s. 16-61) wywody jego są dość zawile i niejasne (np. odnośnie wpływu temperatury na przebieg procesu dymarskiego), ujmują zjawisko wytopu żelaza w kategoriach równań chemicznych, reprezentujących poziom chemii szkoły średniej. Pomiął przy tym najważniejsze procesy, a mianowicie spalanie i redukcję (w oparciu o krzywą Boudouarda), jak również rolę doprowadzenia dmuchu (czy na terenie Bułgarii w omawianym okresie nie stosowano glinianych dysz?) i znaczenie temperatury w procesie dymarskim.

Przystępny opis procesu dymarskiego opublikował M. Radwan (1963, s. 62-68).

Rozpatrując proces wytopu żelaza H. Mamzer uznał (s. 29) za moim opracowaniem (J. Piaskowski 1972), że w dawnych wiekach stosowano prymitywny wytop w ogniskach dymarskich. Zasluguje to na podkreślenie, gdyż dotąd polscy archeolodzy koncentrowali swą uwagę tylko na wytopie żelaza w piecach naziemnych lub zagłębionych. Pozostałościami wytopu w ogniskach były fragmenty żużla, określane często przez polskich i zagranicznych badaczy jako „żużel kowalski”.

Nie rozwijając tu dalej argumentacji przeciw istnieniu „żużla kowalskiego” (o czym można przekonać się poprostu zaglądając do kuźni) warto wspomnieć, że pozostałości wczesnośredniowiecznego pieca, znalezione w Haithabu, które R. Thomsen (1971, s. 106) uznał za kuźnię, są prawie identyczne z opisaną przez J. François (1843) dymarką korsykańską i dymarką katalońską; obie są udoskonalonym ogniskiem, służącym do wytopu żelaza sposobem dymarskim (J. Piaskowski 1983, s. 60).

3. W części poświęconej „Technologii wytopu” H. Mamzer zamieścił wyniki analiz żużla dymarskiego (tabele I-VI, s. 47-59), wcale ich jednak nie wykorzystał w opracowaniu. Nie dokonał nawet krytycznej oceny tych wyników, ani klasyfikacji żużli, w czym mogła mu być pomocna jedna z moich prac (J. Piaskowski 1966).

^{*}Zamieszczone w nawiasach strony bez podania źródła odnoszą się do pracy H. Mamzera 1988.

Tymczasem pewne wątpliwości budzą wyniki analiz żużla ze Styrmen, a konkretnie niezwykle wysoka zawartość CaO (dochodząca do 20,31 i 25,60%), wykazana przez jedno z laboratoriów, podczas gdy w drugim nie znaleziono więcej niż 5,02% CaO. Np. we wszystkich trzech pracach z tego pierwszego laboratorium, jakie znam, wystąpiły „niespotykane” wyniki, a w jednym przypadku, powtarzając analizę okazu, stwierdziłem ewidentny błąd analizy tego laboratorium.

Sprawa tych analiz jest o tyle istotna, że od pewnego czasu podaje się w naszej literaturze archeologicznej (S. Woyda 1977, s. 482), że w starożytności lub we wczesnym średniowieczu dodawano do procesu dymarskiego wapno (lub kamień wapienny) dla ożużlenia skały płonnej w rudzie, czy – może – odfosforzenia. H. Mamzer wprawdzie wyraźnie stwierdza (w przypadku żużla z Odercy), że wysoka zawartość CaO, przekraczająca 5% jest wynikiem „surowca eksploatowanego do wytopu” (s. 46), w czym mógłby się utwierdzić sięgając do mojej pracy (J. Piaskowski 1981a), jednak kilka stron dalej (s. 53) wypowiada się za możliwością stosowania wspomnianego dodatku (topnika), powołując się na R. Pleinera (1958), który znalazł w żużlu 5,69% CaO.

Podając wyniki analiz T. Nikolova i K. Alipiejev trzeba było zwrócić uwagę na niebywałą czystość rudy, zawierającej ponad 95% Fe_2O_3 (a ile FeO ?). Jeśli nawet taki czysty tlenek żelaza udało się znaleźć (co jest wielce nieprawdopodobne), to w jaki sposób, przetwarzając tę rudę zawierającą zaledwie 0,35% Al_2O_3 , 0,32% CaO i 2,34% SiO_2 , uzyskano w żużlu aż 5,04% Al_2O_3 (ponad 14 razy więcej), 8,9% CaO (28 razy więcej) i 23,0% SiO_2 (10 razy więcej)?

W referowaniu wyników analiz żużla są także i nieścisłości. Przy omawianiu zawartości wanadu i tytanu w próbkach z Odercy (s. 46–47) H. Mamzer pisze, że pierwiastki te występowały zarówno w żużlach wczesnobizantyjskich (IV–VII w.), jak i w wczesnośredniowiecznych (IX–X/XI w.). Tymczasem w tabeli II (s. 48), gdzie analizy te zestawiono, widoczne jest, że w żużlach wczesnobizantyjskich wogóle nie występuje TiO_2 , zaś z dwóch analizowanych próbek wczesnośredniowiecznych w jednej 44/70 stwierdzono 0,10% tego składnika, a w drugiej 81/72 – jej brak.

4. Jeszcze poważniejsze są chyba braki przy opisie „Technologii kowalstwa” (s. 61–94). H. Mamzer ograniczył się tylko do dość zawilego wykładu teorii obróbki cieplnej, pomijając wszakże najważniejszą jej podstawę, jaką jest tu występowanie allotropowych odmian żelaza (α Fe i γ Fe). Nie pisze nadto nic o innych technikach kowalskich, jak zgrzewania żelaza ze stalą, nawęglanie wtórne czyli cementacja, czy nawet przeróbka plastyczna, ani też o różnych sposobach obróbki cieplnej stali. A przecież w krajowej literaturze mógłby znaleźć zebrane wiadomości, dotyczące tych technik.

Podstawą studiów H. Mamzera nad technologią kowalstwa są wyniki analiz metaloznawczych i zestawienia tablicowe (tabele VII–XV). I tu jednak występują trudności z używanymi pojęciami, z brakiem ich jasnego, jednoznacznego określenia. Czy jest (ile zawiera węgla) żelazo i stal niskowęglowa, stal półtwarda (czy wśród okazów Styrmen z tabeli X stali twardej nie było?) i in. Co to jest „żelazo nawęglone” wymienione w tabelach VII, VIII, X, XII, XIII, XV (czy wśród okazów z Pliski, tabela XIV nie występuje?), czy chodzi tu o nawęglenie pierwotne, czy też wtórne (cementacja)? A w kolumnach dotyczących zgrzewania (tabela XII) – co to jest „twardsza stal” (od czego?).

Co to jest „miękkie żelazo” (tabele X, XII) i czym jest „metal miękki” (tabele IX, XI i ryc. 19) i jaki jest ich stosunek do „miękkiego żelaza” oraz „niskowęglowej stali” (tabele XIII–XV)? Co to jest „zgrzewanie stali niskowęglowej” (tabele X, XII), z czym była ona zgrzewana i w jakim celu? To samo dotyczy wyodrębnionego w tych tabelach „zgrzewania żelaza”. Przecież trzeba stosować jednolite i ściśle zdefiniowane pojęcia, co umożliwi porównanie i uogólnienie danych.

5. Przystępując do uogólnień wyników analiz metaloznawczych trzeba dokonać oceny jakości wytapianego metalu. I ten temat musiał podjąć H. Mamzer, niestety jednak nie definiując dokładnie używanych pojęć technicznych. Można się tylko domyślać z różnych sformułowań, że – jego zdaniem – dobry metal to metal silnie nawęglony, tj. wysokowęglowa (twarda) stal, zaś gorszy lub zły, to taki, który zawiera mało węgla (niskowęglowa, czyli miękka stal i żelazo).

Przyjęcie tego kryterium (zawartość węgla w żeliwie) do oceny jakości metalu, jest jednak całkowicie chybione. Zawartość węgla nie może być takim miernikiem, gdyż dla różnych przeznaczeń – „optymalna” zawartość węgla jest różna.

Na przykład, narzędzia tnące, jak noże, nożyce, dłuta powinny być wykonane z twardej, tj. wysokowęglowej stali (zawierającej 0,7–0,8%) i nóż wykonany z takiej stali będzie reprezentował „wyższą jakość”, zaś nóż wykuty z żelaza – „niższą jakość”. Natomiast blacha i wyroby z blachy zrobione z żelaza będą lepsze („wyższej jakości”) aniżeli wykonane ze stali (jeśli nie jest od nich wymagana szczególnie wysoka odporność na ścieranie).

W oparciu o swoje kryteria oceny jakości żelaza i stali (zawartość węgla w metalu) H. Mamzer utrzymuje – nie wiadomo na jakiej podstawie – że żelazo (stal) wytopione w prymitywnym ognisku wykazywało „wy-

ższą jakość” aniżeli metal wytopiony w dymarkach szybowych (s. 52, 61, 95 itd.). Do takiego twierdzenia brak podstaw.

6. Rozwijając swoją koncepcję oceny metalu H. Mamzer dochodzi dalej do wniosku, że jeszcze lepszym metalem niż stal twarda (wysokowęglowa) jest niejednorodna, tj. metal o nierównomiernym nawęgleniu (s. 81); powołuje się tu na analogię, jaką mają być wyroby dziwerowane (s.80), nie zwracając uwagi na to, że często warstewki „dziweru” były bardzo cienkie i nie mogły mieć wpływu na jakość całego przedmiotu. Przedmiot taki (miecz, nóż, grot włóczni, itp.) posiadał zawsze ostrza z równomiernie nawęglonej twardej stali (J. Piaskowski 1960a).

Oczywiście rozłożenie węgla ma istotny wpływ na jakość stali, jednak całkiem przeciwny, aniżeli sądzi H. Mamzer.

Bo co to znaczy: żelazo czy stal „o nierównomiernym nawęgleniu”? To znaczy, że zawartość węgla w metalu jest różna, a rozkład nawęglenia jest przypadkowy. Zdarzało się wprawdzie, że niektórzy hutnicy, np. bałtyjscy czy słowiańscy w pewnych przypadkach, np. przy wyrobie toporów przekuwając łupkę z części nawęglonej, kształtowali ostrze (J. Piaskowski 1981b, s.38). W starożytności zjawisko to było zwykle nieopanowane przez kowalów i zdarzało się, na przykład, że ostrze noża zawierało mniej węgla (było więc miękkie), aniżeli grzbiet. Często także metal silniej nawęglony znajdował się w środku przedmiotu, zaś powierzchnia jego była miękka.

Dlatego stal (czy żelazo) nierównomiernie nawęglone było metalem nie lepszym – jak sądzi H. Mamzer – lecz gorszym od stali o równomiernym nawęgleniu, gdyż wtedy tylko można uzyskać jednorodne właściwości metalu (narzędzia).

Dowodzi tego zresztą i historia – żelazo czy stal o nierównomiernym nawęgleniu, gdy tylko technika wytopu osiągnęła odpowiedni poziom, zostało całkowicie wyeliminowane przez metal o różnym, lecz zawsze o równomiernym rozłożeniu węgla.

Konsekwencją przyjętej przez H. Mamzera tezy jest uznanie za najlepszy metal „charakteryzujący się budową warstwową o różnym stopniu twardości poszczególnych warstw” (s. 81), czyli – stal o strukturze „pasmowatej”.

Niezależnie jednak od tego czy uznamy tę strukturę za wynik segregacji fosforu (jak utrzymuję zgodnie z podręcznikami metaloznawstwa), czy też za wynik zgrzewania małych kawałeczków metalu o różnej zawartości węgla (jak sądzi H. Mamzer za R. Pleinerem), to taka stal nie jest bynajmniej metalem o najwyższej jakości. Przeciwnie, dzisiejsze normy przemysłowe (np. polska norma PN-63-04504) oraz wszystkie atlasy i podręczniki metalografii uznają taką strukturę za niedopuszczalną i dyskwalifikują stal o takiej strukturze.

Tak więc zawartość węgla nie może służyć za kryterium oceny jakości żelaza i stali, nie może nim być także rozłożenie węgla w metalu w sensie przyjętym przez H. Mamzera. Przeciwnie, nierównomierne, przypadkowe rozłożenie węgla, a także struktura „pasmowata” w stali są wadą metalu.

7. Podstawą oceny jakości żelaza lub stali nie jest zawartość i rozłożenie węgla – jak sądzi H. Mamzer – lecz zawartość domieszek, które w wyraźny sposób oddziałują na właściwości metalu.

Otóż, jak wiadomo hutnikom od wielu wieków, domieszką taką jest przede wszystkim fosfor, powodujący kruchość na zimno oraz siarka, będąca przyczyną kruchości na gorąco. Dlatego we wszystkich normach przemysłowych ograniczono maksymalną zawartość tych domieszek, np. w stali zwykłej (norma PN-72/H-84020) do 0,07% P i do 0,06% S, a w stalach wyższej jakości (PN-75/H-84019) do 0,04% P i do 0,04% S lub nawet mniej.

W żelazie dymarskim zawartość siarki jest prawie zawsze bardzo niska (ok. 0,01% S) i domieszkę tę można pominąć w ocenie jakości tego żelaza, ale zawartość fosforu w metalu wytopionym z wysokofosforowej rudy (darniowej, bagiennej, itp.) wielokrotnie przekracza podane w normach granice, sięgając niekiedy nawet do 1,0% P.

O roli fosforu w starożytnych i wczesnośredniowiecznych wyrobach żelaznych pisałem w wielu opracowaniach, nawet specjalnie poświęconych temu zagadnieniu, w których – obok wyników analiz metaloznawczych – uwzględniłem dawne traktaty metalurgiczne i inne źródła pisane (J. Piaskowski 1973b).

Ostatnio wykryłem i to właśnie w starożytnych i wczesnośredniowiecznych wyrobach żelaznych z Bułgarii (Krivina-Iatrus), że w żelazie dymarskim występuje niekiedy druga jeszcze szkodliwa domieszka, posiadająca taki sam wpływ, a nawet silniejszy niż fosfor – jest nią arsen (J. Piaskowski 1982).

Inne domieszki występują w żelazie i stali, wytopionych sposobem dymarskim, w ilościach śladowych i nie mają wyraźniejszego wpływu na właściwości metalu.

Przedstawione tu wywody nad oceną jakości dawnego żelaza i stali oraz kryteria takiej oceny nie są bynajmniej nowością, prezentowałem w wielu publikacjach (J. Piaskowski 1986; 1987), ale i one nie zostały uwzględnione przez H. Mamzera.

8. Należy jeszcze dodać, że H. Mamzer wprowadził do swej pracy inne jeszcze własne pojęcie, a mianowicie „metalu o twardości pośredniej” (s. 82). I tu nie jest precyzyjny w definicji tego kreślenia, nie wiadomo więc jakie to twardości ograniczają – od dołu i od góry – przynależność metalu do tej grupy.

Z tekstu wynika, że przedmioty wykonane „z metalu o twardości pośredniej” są to wyroby wykonane ze stali, nie poddane obróbce cieplnej, jako, że wyłączone zostały okazy wykute z miękkiego żelaza oraz przedmioty (narzędzia) stalowe po obróbce cieplnej (ściśle: hartowaniu i – prawdopodobnie – ulepszeniu cieplnemu).

Zestawienie tablicowe (tabela XI) oraz wykresne (ryc. 19): liczne przypadkowe „skoki” wykazują brak jakiegś sensownej korelacji. H. Mamzer na kilku stronach (s. 84-89) omawia w sposób chaotyczny i zawiły udziały przedmiotów wykonanych „z metalu o twardości pośredniej”, suponuje, m. in. „że oceny bywają niekieształcone przez zniszczenie śladów nawęglania wtórnego i obróbki cieplnej przez zużycie, korozję lub wyżarzenie” (s. 84), „przez wybór przedmiotów do badań metaloznawczych” (s. 85) i in. I koniec końców, do żadnych wniosków nie dochodzi i wogóle nie wiadomo, po co wprowadził pojęcie „metalu o pośredniej twardości”, co on właściwie reprezentuje (postęp techniczny, czy cofnięcie)?

To fiasko nie jest zaskoczeniem. Wyodrębniony przez H. Mamzera zbiór zawiera przypadkowo wszystkie przedmioty (a więc także narzędzia rzemieślnicze i przedmioty codziennego użytku, jak okucia i gwoździe), wykonane ze stali o różnej zawartości węgla (a więc ze stali miękkiej, półtwardej i twardej) i o różnym rozłożeniu tego składnika, jeśli nie były poddane utwardzającej obróbce cieplnej (mogły być natomiast poddane wyżarzaniu zmiękczającemu). I niezależnie czy wybór materiału przez kowala był świadomy i prawidłowy, czy też wynikał z przypadku (np. gdy w pewnym ośrodku wytapiano tylko stal). Dochodzi do tego również wpływ funkcji przedmiotu i wybór do badań metaloznawczych. W sumie, jest to różnorodna i przypadkowa „mieszanka”, która o niczym nie może świadczyć, ani nie reprezentować.

9. Dalszym problemem, jaki po ocenie jakości metalu trzeba rozwiązać przy uogólnieniach wyników analiz metaloznawczych jest identyfikacja technologii kowalstwa. H. Mamzer pomijając inne techniki stosowane przez starożytnych i wczesnośredniowiecznych kowali, zajął się tylko zgrzewaniem, a ściślej – wyróżnił tylko zgrzewanie dwuwarstwowe (nakładka stalowa na grzbietowej części z żelaza) i trójwarstwowe (wkładka stalowa pomiędzy dwoma warstwami z żelaza), zaś – najwidoczniej – inne techniki ujął w jednej tylko grupie „zgrzewanie wielowarstwowe”.

Tymczasem jednak tych innych technik jest bardzo wiele i należało je wyszczególnić, np. w oparciu o moją klasyfikację (J. Piaskowski 1974b), opracowaną wprawdzie dla noży, można ją jednak zastosować i dla innych narzędzi tnących (nożyce, siekiery, kosy, dłuta, itd.). Te techniki są liczne i zróżnicowane, dostarczają ciekawych wiadomości o umiejętnościach dawnych kowali (np. stosowanie wkładek z żelaza średniofosforowego).

Tu jednak stajemy przed niezwykle ważnym zagadnieniem, jakim jest problem identyfikacji techniki zgrzewania (a także innych technik, jak nawęglanie wtórne, czyli cementacja). H. Mamzer był zorientowany w tym problemie, pisał o nim na s. 64 wskazując na rozbieżności oceny technologii „według J. Piaskowskiego” i „według R. Pleinera”. Ale nie określił na czym polega ta różnica, nie zauważył, że chodzi tu nie o poglądy różnych badaczy na pewien temat, ale o pewne odmienne postawy naukowe.

„Według J. Piaskowskiego” oznacza to, że ocena technologii opiera się na pewnych określonych i udokumentowanych zjawiskach struktury metalu jako obiektywnych kryteriach, które są podstawą identyfikacji technologii, m. in. zgrzewania kowalskiego i nawęglania (J. Piaskowski 1972), zaś „według R. Pleinera” to – w zasadzie - pozostawienie tej decyzji wyłącznie do subiektywnych przypuszczeń badacza, bardzo często słabo orientującego się w strukturach występujących w starożytnych i wczesnośredniowiecznych wyrobach z żelaza dymarskiego. Dyskusja moja z R. Pleinerem była opublikowana w kraju.

Te obiektywne kryteria identyfikacji procesów technologicznych zostały zreferowane przeze mnie na specjalistycznym międzynarodowym Sympozjum, zorganizowanym przez Komisję Starożytnej Metalurgii Żelaza UISPP w Belfaście w 1984 roku (z udziałem R. Pleinera) i żadne z tych kryteriów nie zostało zakwestionowane (J. Piaskowski 1984).

H. Mamzer wiedział więc, że określone przez R. Pleinera (a także niektórych radzieckich badaczy) zgrzewanie żelaza i stali i „pakietowanie” uważam w większości przypadków za strukturę pasmowatą, dobrze znaną ze współczesnych podręczników i atlasów metalograficznych, a także norm technicznych, jako powstającą nie w wyniku zgrzewania małych kawałeczków żelaza i stali, lecz segregacji fosforu (i węgla).

Po zreferowaniu obu przeciwnych stanowisk H. Mamzer wypowiedział się (nie podając powodu) za oceną R. Pleinera uznając, że struktura pasmowata w żelazie i stali powstaje „w wyniku wielokrotnego zgrzania i przekuwania w trakcie przeróbki plastycznej, a także w drodze łączenia niewielkich kawałków metalu” (s. 64-65). Nic więc dziwnego, że w zestawieniach tabelarycznych występują niezgodności jako, że H. Mamzer

najwidoczniej akceptuje zarówno „pakiety” R. Pleinera, jak i występowanie struktury pasmowatej. Jak wynika z tabeli XII, przedstawiającej wyniki analiz przedmiotów żelaznych ze Styrmien w oparciu o pracę Z. Głowackiego i H. Przygodzkiej, na stanowisku tym nie występują wcale okazy o strukturze pasmowatej (lecz m. in. wykazujące „zgrzewanie wielowarstwowe”), zaś wśród przedmiotów z Odery (na podstawie badań samego Z. Głowackiego), zestawionych w tabeli XIII – i wśród okazów z Pliski (wg M. M. Tolmacewej) – znajduje się (tabela XIV) metal o budowie pasmowatej i to nawet w dwóch odmianach jako „metal miękki” i „metal o różnym stopniu twardości”. Podobnie wśród przedmiotów z Koprinki (wg R. Ruseva), w tabeli XV występuje także – obok zgrzewania 2- i 3-warstwowego – „metal o budowie pasmowej o różnym stopniu twardości”.

Jeśli porównamy wszystkie te wyniki i udziały zbadanych przedmiotów zgrzewanych (tab. 1), wówczas okaże się, że w Styrmien – gdzie nie zidentyfikowano metalu o budowie pasmowej – udział przedmiotów zgrzewanych (41,8%) jest 2 do 10 razy większy aniżeli w okazach z pozostałych stanowisk, w których występuje metal o strukturze pasmowej, wówczas stwierdzimy, że udziały te dla wszystkich czterech rozpatrywanych stanowisk archeologicznych są prawie równe, gdyż mieszczą się w granicach 38,1-50,0%, dość wąskich

Tabela 1. Porównanie udziałów procentowych przedmiotów zgrzewanych oraz wykonanych z metalu o strukturze pasmowatej

Table 1. Comparison of percentage shares of the fire-welded objects and metal band structure objects

Stanowisko (datowanie)	Ilość zbadanych okazów	Udział procentowy			Autorzy cytowani przez H. Mamzera
		Przedmioty zgrzewane (2 lub 3 warstwy)	Przedmioty z metalu o strukturze pasmowatej	Przedmioty zgrzewane i z metalu o strukturze pasmowatej	
Styrmien (IX-X w.)	151	41,8?	?	41,8	Z. Głowacki, H. Przygodzka 1979
Odery: IV-VI w. IX-X w. Łącznie	(11) 49 50	0 4,1 3,3	(72,7) 40,8 46,7	(72,7) 44,9 50,0	Z. Głowacki 1975
Pliska (IX/X-X/XI w.)	42	14,3	23,8	38,1	M.M. Tolmaceva 1983
Koprinka (XII-XIV w.)	28	21,4	17,8	39,2	B. Rusev 1961

jeśli uwzględni się niewielkie ilości zbadanych okazów z Odery (wynik tylko dla przedmiotów z IV-VI w. z tej miejscowości nie może być brany pod uwagę).

Oczywiście, podane w tabeli 1 zestawienie nie stanowi dowodu, że w badaniach materiałów ze Styrmien Z. Głowackiego i H. Przygodzkiej przedmioty o strukturze pasmowej zostały „zakwalifikowane” jako wyrobki zgrzewane; w każdym razie zastanawiająca jest ta rozbieżność tych badań z pracami M.M. Tolmacewej i R. Ruseva, a nawet z przeprowadzonymi przez samego Z. Głowackiego badaniami okazów z Odery. Warto byłoby też sprawdzić, jakie były w tych pracach kryteria identyfikacji zgrzewania.

Ale wszystko to jest niepotrzebne, gdyż w podpisie pod ryc. 18, zawierającą przykłady struktur metalu w przedmiotach żelaznych ze Styrmien czytamy – i to w trzech przypadkach – że struktury te pochodzą z przedmiotów wykutych z metalu o strukturze pasmowej: „1 – struktura pasmowa przecinaka, 2 – struktura pasmowa styku, 3 – strefa zgrzania metalu o budowie pasmowej...” s. 67. Widoczne jest więc, że w przedmiotach żelaznych ze Styrmien w rzeczywistości występował metal o strukturze pasmowatej. Czyli, że zestawienie wyników badań przez H. Mamzera w tabeli X jest poprostu niecisłe.

10. Dalsza część książki H. Mamzera, rozpoczynająca się na s. 94 ma stanowić uogólnienie studiów nad bułgarską metalurgią żelaza. Po dłuższym i niezbyt przejrzystym wywodzie H. Mamzer stwierdza, że „brak ...

oczekiwanych innowacji oraz zmiany w technice i spadek produkcji... nie były wynikiem ograniczeń stanu technologii, lecz stanowiły odbicie zmian w sposobach organizacji ówczesnej działalności wytwórczej" (s. 102). Wniosek ten może być i słuszny, jednak nie wynika on wcale ze studiów H. Mamzera nad metalurgią.

W rozważaniach ogólnych nad metalurgią H. Mamzer pominął także dwa zasadnicze problemy.

Pierwszy – to zróżnicowanie technologii wytopu i przeróbki żelaza, a także jakości wytapianego metalu u poszczególnych plemion. Różnice technologiczne występują wyraźnie na ziemiach Polski w starożytności, co opisane zostało w kilku moich publikacjach, które ostatnio zostały podsumowane (J. Piaskowski 1986). Można przypuszczać, że podobnie zróżnicowana była technologia i uzyskiwany metal na Bałkanach, jak również na terenach macierzystych u plemion przed ich przybyciem na ziemię Bułgarii.

Drugi – to istnienie, przynajmniej w starożytności, na terenie imperium rzymskiego dużych, wyspecjalizowanych ośrodków hutniczych, produkujących w przeważającej części na „eksport” na rozległe tereny (np. części uzbrojenia, m. in. miecze) oraz małych, lokalnych ośrodków, gdzie dorywczo, na niewielką skalę wytapiano żelazo dla zaspokojenia potrzeb miejscowej ludności. Można oczekiwać, że inna była tam technologia i inny rodzaj metalu (w każdym razie – uzależniony od miejscowej rudy żelaza).

H. Mamzer w swej książce nie widzi tych różnic i traktuje jako jednolitą całość: hutnictwo na terenie Bułgarii, zarówno we wczesnym średniowieczu, jak i w starożytności, a także plemion, które znalazły się tam w wyniku migracji przed ich wędrówką na Bałkany. Sugeruje nawet, że odmienne techniki w starożytności „wynikały ze zróżnicowania kulturowego starożytnego barbaricum na dwie ... strefy: zachodnią (celtycką) i wschodnią (scytyjską)". Tego rodzaju podział nie znalazł jeszcze uzasadnienia w wynikach analiz metaloznawczych.

11. W studiach nad metalurgią żelaza, jak to uczynił H. Mamzer, nie można ograniczyć się tylko do omówienia stosowanych technik, pomijając zupełnie człowieka, a konkretnie hutnika i kowala (czy hutnika-kowala).

Przykładowo: co oznacza, że starożytny czy wczesnośredniowieczny kowal stosował zgrzewanie żelaza i stali? Oczywiście to, że potrafił on połączyć ze sobą dwa lub więcej kawałków żelaza i stali określoną metodą zgrzewania kowalskiego. Ale nie tylko – on musiał również rozróżnić żelazo od stali, mieć świadomość ich odrębnych właściwości, a jeśli sam był hutnikiem i wytapiał te metale, musiał opanować proces nawęglania w dymarce tak, aby uzyskać równomiernie nawęglony metal – silnie (stal) lub prawie nie nawęglony (żelazo).

12. Na początku rozdz. III H. Mamzer autorytatywnie pisze i powtarza to w „Uwagach końcowych” (s. 172), że „w wyniku przeprowadzonych obserwacji stwierdzić możemy brak bezpośrednich rozwiązań technologii z początków wczesnego średniowiecza do tradycji kulturowych świata starożytnego na obszarach Półwyspu Bałkańskiego” i dodaje, że „odmienne również były techniki społeczeństw barbarzyńskich w okresie poprzedzającym migrację”, techniki plemion, które zasiedliły ziemię Bułgarii, „ukształtowane zostały na terenach macierzystych” (s. 95).

Ale przecież wiadomości o metalu i technologii żelaza na terenie Bułgarii we wczesnym średniowieczu, zestawione przez H. Mamzera są bardzo wątpliwe (jeśli nie całkowicie błędne), zaś książka jego nie zawiera żadnych konkretnych wiadomości o metalurgii żelaza plemion przed ich migracją, ani też o metalurgii żelaza na Bałkanach przed wędrówkami ludów (zob. rozdz. I). Na jakich więc podstawach opierają się cytowane „stwierdzenia” H. Mamzera?

Wszystkie dane metalurgiczne, jakie wykorzystał H. Mamzer w swych dalszych rozważaniach społeczno-gospodarczych (wymienił je, streszczając na s. 96-97), sprowadzają się tylko do stwierdzenia, że w Bułgarii „począwszy od około VI w. do co najmniej IX w. mamy do czynienia z produkcją żelaza opartą na niezmięnionej zasadniczo technice”, polegającej na wytopie w prymitywnych ogniskach, że około IX w. wprowadzono doskonalsze piece o znacznej już mocy przerobowej, wielokrotnie wykorzystywane (nb. ogniska również można było budować w tym samym miejscu) i że na początku średniowiecza nastąpił spadek – w stosunku do starożytności – produkcji żelaza.

13. W dalszych rozważaniach H. Mamzera na tematy społeczno-gospodarcze (rozdz. III) nie ma już ani śladu po danych metalurgicznych, analizach żużla, badaniach metaloznawczych, itd. zebranych i omówionych w rozdz. II. Dane te nie zostały więc zupełnie uwzględnione w rozważaniach społeczno-gospodarczych.

H. Mamzer stwierdza, że wzrost produkcji żelaza około przełomu VIII/IX w. wynikał z rozwoju społecznego, tj. ze zmian w stratyfikacji ówczesnego społeczeństwa, co jest możliwe, ale nie wynika ze studiów nad metalurgią.

Podobnie w ostatniej części rozdz. III „Centralizacja produkcji” (s. 148-155) podstawą rozważań nie są jakieś dane technologiczne (metalurgiczne), jak np. rozwój produkcji w określonych ośrodkach hutniczych,

lecz ogólne przesłanki archeologiczne i historyczne. Z postępującą ogólną centralizacją łączy H. Mamzer rozwój produkcji hutniczej i podjęcie eksploatacji trudnotopliwych gatunków rud, eksploatowanych uprzednio w starożytności (s. 155). Jakże to były rudy i gdzie podjęto ich eksploatację (poza Pliską), nie podaje.

W świetle przedstawionych tu uwag krytycznych wynika, że H. Mamzer nie osiągnął celu, jaki stawia tytuł książki. *Studia metalurgiczne*, zawarte w rozdz. II, w ogóle nie zostały wykorzystane w rozważaniach ogólnych (rozdz. III) i właściwie treści książki bardziej odpowiadałby tytuł „Stosunki społeczno-gospodarcze średniowiecznej Bułgarii na podstawie znalezisk archeologicznych i źródeł pisanych”.

Studia nad rozwojem technologii żelaza stanowią napewno bardzo cenny materiał do badań nad stosunkami społeczno-gospodarczymi w okresach wędrówek ludów. Na przykład, zmiany technologiczne, jakie nastąpiły na ziemiach Polski były tematem szeregu moich prac (J. Piaskowski 1986).

Zastosowane w tych publikacjach metody mogłyby dopomóc H. Mamzerowi w jego studiach nad stosunkami społeczno-gospodarczymi we wczesnośredniowiecznej Bułgarii.

14. Na zakończenie kilka uwag pod adresem tłumacza angielskiego streszczenia (s. 191-204), w którym znalazło się kilka błędów. Fatalną pomyłką jest wzmianka o uzyskiwaniu struktur hartowania w wyniku „from cooling of the metal in temperatures above 0.35 °C” („z chłodzenia metalu w temperaturach powyżej 0,35 °C!”). Ponadto, „foundry” – to jest odlewnia, a nie huta (w tym czasie nie topiono i nie odlewano żelaza), zamiast „ferrite iron” powinno być „ferritic iron”, zamiast „carbonized” i „carbonization” – „carburiized” i „carburiization” lub – jeśli chodzi o nawęglenie wtórne – „cementation”.

WYKAZ CYTOWANEJ LITERATURY

Wykaz skrótów

- „AAC” – „Acta Archaeologica Carpathica”, Kraków
 „APolona” – „Archaeologia Polona”, Wrocław – Warszawa – Kraków - Gdańsk – Łódź
 „APolski” – „Archeologia Polski”, Wrocław – Warszawa - Kraków - Gdańsk - Łódź
 „Kw. HKM” – „Kwartalnik Historii Kultury Materialnej”, Warszawa
 „MA” – „Materiały Archeologiczne”, Kraków
 „WA” – „Wiadomości Archeologiczne”, Warszawa
 „ZOW” – „Z otchłani wieków”, Wrocław – Poznań - Warszawa

LITERATURA

- J. François
 1843 *Recherches sur le gissement et le traitement direct de mineraux de fer dans les Pyrénées*. Paris
- H. Mamzer
 1988 *Studia nad metalurgią żelaza na terenie północno-wschodniej Bułgarii we wczesnym średniowieczu*. Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk-Łódź
- J. Piaskowski
 1960 *Technika gdańskiego hutnictwa i kowalstwa żelaznego w X-XIV wieku na podstawie badań metaloznawczych*. Gdańskie Tow. Naukowe. Prace Komisji Archeologicznej Nr 2, s. 5-172
 1966 *Klasyfikacja dawnego żużla dymarskiego występującego na ziemiach Polski w świetle statystycznej analizy składu chemicznego*. „Kw. HKM” t. 14, z. 2, s. 335-356
 1967 *Metaloznawcze badania starożytnych przedmiotów żelaznych z dorzecza Prypeci, Dniestru i Bugu*. „MA” t. 8, s. 197-214
 1972 *Kryteria określania technologii wyrobów z żelaza dymarskiego*. „APolski” t. 17, z. 1, s. 7-45
 1973a *Examenul metalografic al unor obiecte antice de fier de la Poiana și Popești din epoca Latene*. „Materiale și cercetări Archeologice” t. 10, s. 87-95
 1973b *Zależność pomiędzy zawartością fosforu w rudzie lub żużlu i w żelazie dymarskim*. „Studia i Materiały z Dziejów Nauki Polskiej”, Seria d, t. 7, s. 39-69
 1974a *Metallkundliche Untersuchungen an Eisengeräten aus dem Gräberfeld von Koernye*. „Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae”, t. 26, s. 119-130

- 1974b *Untersuchungen der frömmittelalterlichen Eisen- und Stahltechnologie der Slaven in den Gebieten zwischen Weichsel und Oder*. „APolona”, t.15, s. 67-96
- 1981a *Hipotetyczne wyprowadzenie cech żelaza wytapianego w starożytnym ośrodku mazowieckim i ocena tego ośrodka*. „Kw. HKM t. 29 z. 4 s. 433-450
- 1981b *Technologia żelaza plemion bałtyjskich u schyłku czasów starożytnych i w początku wczesnego średniowiecza*. „Rocznik Białostocki” t. 15, s. 11-42
- 1982 *Występowanie arsenu w starożytnych i wczesnośredniowiecznych przedmiotach z żelaza dy-marskiego*. „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki” t. 27, z. 2, s. 397-410
- 1983 *Metallographische Untersuchungen zur Eisen- und Stahltechnologie von Haithabu*. „Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu. Archäometrische Untersuchungen”, Bericht 18, s. 45-62
- 1984 *Proposal for a standardization of the criteria for determination technological processes in early iron and steel metallurgy*, [w:] *The crafts of the blacksmith*, Belfast, s. 157-168
- 1986 *Charakterystyka ośrodków hutnictwa żelaza na ziemiach Polski w starożytności i we wczesnym średniowieczu*. „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki”, t. 31, t. 2, s. 523-542
- 1987 *Wpływ rodzajów rud żelaza na jakość produkowanego metalu na ziemiach polskich w starożytności i średniowieczu*. „Wiadomości Hutnicze” t. 43, nr 4, s. 268-273
- R. Pleiner
1958 *Základy slovanského železářského hutnictví v českých zemích*, Praha
- M. Radwan
1963 *Rudy, kuźnice i buty żelaza w Polsce*, Warszawa
- R. Thomsen
1971 *Essestein und Ausbeizschlacken aus Haithabu. Zur Technik des wikingerzeitlichen Schmiedens*. „Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu” z. 8, s. 100-109
- M. M. Tolmaceva
1982 *Technika metalličeskogo proizvodstva v Vostočnoj Bolgarii v X-XIII vv. po danym metalografii* [w:] „*Estesvennoje nauki i archeologia v uzučenii drevnich proizvodstv*”, Moskva
- S. Woyda
1977 *Mazowiecki ośrodek hutnictwa starożytnego I wiek p.n.e. – IV wiek n.e.*, „Kw. HKM”, t. 25, z. 4, s. 471-488

JERZY PIASKOWSKI

ON GENERALIZATIONS OF THE RESULTS OF METALLOGRAPHIC, ANALYSES
(SOME REMARKS ON THE STUDY BY H. MAMZER „STUDIA NAD METALURGIĄ ŻELAZA
NA TERENIE PÓŁNOCNO-WSCHODNIEJ BUŁGARII WE WCZESNYM ŚREDNIOWIECZU”
[STUDIES ON THE IRON METALLURGY IN THE TERRITORIES OF NORTH-EASTERN BULGARIA
IN THE EARLY MIDDLE AGES]), WROCŁAW 1988.

Summary

The study by H. Mamzer presents an occasion for a discussion of the problem of utilization of the results of archaeometallurgical research in archaeological studies.

An archaeologist is faced with considerable difficulties when he sets to collect studies on metallurgy dispersed in numerous books and technological journals or those with the history of technology. In the study of H. Mamzer many such papers have been omitted even those published in Poland. Other works have been cited in the list of bibliography but not mentioned in the discussion of the problem.

To outline the early technological processes presents for an archaeologist a difficulty. Therefore a description of the „smelting technology” (pp. 26-61) is intricate and unclear in addition to the neglect of the most important processes like coal combustion and iron reduction (Boudouard's curve), supply of blowed air and the role of temperature in the smelting process.

The description of the „technology of smithery” contains still greater shortcomings (pp. 61-94). H. Mamzer reduced his description to a complicated presentation of the theory of heat treatment omitting its fundamental element, that is, iron allotropic varieties (α -Fe and γ -Fe). He did not other smithing technologies like

welding iron and steel, secondary carburization (cementation), forging and other means of heat treatment used in practice. And yet one can find the information on these technologies in the Polish literature of the subject.

A critical estimation of the results of archaeo-metallurgical analyses is also a problem for an archaeologist because it requires a great deal of knowledge from other fields. The results of the ore analyses published by T. Nikolov and K. Alipeva should have been critically approached.

In H. Mamzer's study there are also some inaccuracies in the presentation of the results of some examinations. For instance, the results of analyses of the vanadium and titanium content in the samples of slag from Odcercy (pp. 46-47) as well as of the research on the structure of iron artefacts from Styrmen (p. 67).

Some terms used by H. Mamzer and pertaining to kinds and characteristics of metal are unclear: e. g. low-carbon steel, semi-hard carburized iron, harder steel, soft metal. The concept of „semi-hard metal” introduced by him has not led to any conclusions and it is unclear what this concept was aimed at.

Adoption of carbon content in metals by H. Mamzer as a basis for estimation of their quality is a mistake. Mamzer believes that an iron alloy is the better the more carbon it contains. Therefore he admitted that primarily carburized iron is the best material. It is known that the quality of iron or steel does not depend on carbon content, the latter being connected with the purpose of a product. For instance, the best cutting tools are made of hard steel, but the sheet or ferrules usually of non carburized iron. The quality of iron or steel depends on the contents of other components, apart from carbon, primarily on phosphorous and arsenic (J. Piaskowski 1973, 1982). Moreover, steel must evenly carburized although there are few exceptions.

H. Mamzer repeatedly claims that iron smelted in primitive fires shows a better quality than the iron obtained from furnaces but he did not give reasons for this (pp. 52, 51, 95, etc).

In studies on the ancient and early-medieval metallurgy the differences in the smithery techniques employed by various tribes should be taken into consideration. This appeared unattainable since H. Mamzer did not critically assess the results of metallurgical analyses of ancient iron artefacts. He knew that R. Pleiner's identification of technologies differed from mine but he did not explain what was the ground of this difference.

An identification of the technology „after J. Piaskowski” is based on some defined and documented characteristics of metal structure which are treated like objective criteria (J. Piaskowski 1972, 1984). On the other hand, an estimation „after R. Pleiner” is based on subjective judgements of the investigator who often has a poor knowledge of the structures of ancient and early-medieval iron and steel.

After presenting these two differences H. Mamzer based himself on R. Pleiner's view and came to the conclusion that band structure was obtained as „a result of repeated welding and reforging and of connecting of small metal pieces” (pp. 64-65), while every textbook on iron metallurgy describes band structure as a result of phosphorus segregation (therefore of carbon segregation too) in steel after forging.

Taking all this into consideration it is impossible to find whether the technologies of production of iron objects found in various sites in Bulgaria differed or not, all the more so that the summary made by H. Mamzer contains errors.

H. Mamzer claims that there is no „direct relationship between technologies of the early Middle Ages and the cultural traditions of ancient world in the territories of the Balkan Peninsula” (p. 95) and the tribes which settled in Bulgaria „had been culturally shed in their motherland” (p. 95). However, this judgement has not been justified in the book. The author has not discussed any substantial knowledge of the iron technologies used by the tribes before their migrations (he has not even mentioned the territory they arrived from) or iron technologies used in the Balkans before their arrival.

The attempt to employ the results of archaeo-metallurgical research in studies on the development of iron metallurgy and the social and economic relations has not been successful. The mistakes and shortcomings rendered impossible for H. Mamzer to utilize these results in his general considerations (pp. 95-180) therefore he was only able to base himself on archaeological observations and historical data.

Author's address:

Prof. dr hab. Jerzy Piaskowski
Instytut Odlewnictwa
ul. Zakopiańska 73
30-418 Kraków

The first step in the process of physical fitness is the assessment of the individual's current level of fitness. This is done through a variety of tests, including heart rate, blood pressure, and body composition. Once the current level is established, the next step is to set realistic goals for improvement. These goals should be based on the individual's age, sex, and overall health. The final step is to develop a plan of action that includes regular exercise, proper nutrition, and adequate rest. This plan should be followed consistently to achieve the desired level of fitness.

Physical fitness is a state of well-being that allows an individual to perform daily activities with ease and to enjoy a variety of recreational activities. It is achieved through a combination of regular exercise, proper nutrition, and adequate rest. The benefits of physical fitness are numerous, including improved cardiovascular health, increased energy, and a reduced risk of chronic diseases. Therefore, it is essential for everyone to strive for a higher level of physical fitness.

There are many ways to improve physical fitness, and the best way for an individual is the one that they can stick to. For some, this may mean joining a gym and following a structured workout routine. For others, it may mean participating in group activities like hiking or swimming. The key is to find a form of exercise that is enjoyable and can be done regularly. Additionally, a healthy diet and sufficient sleep are crucial for maintaining and improving physical fitness.

Physical fitness is not just about looking good; it's about feeling good. It's about having the energy to get through the day and the strength to handle life's challenges. By taking the time to invest in your physical health, you are investing in your overall well-being and quality of life. So, take the first step today and start your journey towards a healthier, more active lifestyle.