

ELŻBIETA M. NOSEK, JANUSZ STĘPIŃSKI

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Badania metaloznawcze poznańskiego miecza św. Piotra z Muzeum Archidiecezjalnego w Poznaniu

A Metallurgical Study of the Poznań Sword of St. Peter from the Archdiocesan Museum in Poznań

Z inicjatywy Dyrekcji Muzeum Archidiecezjalnego w Poznaniu z końcem 2009 roku poznański miecz św. Piotra, o nr. inw. MAdP 6606, poddano badaniom metaloznawczym (ryc. 1a). Celem badań było: określenie technologii wykonania głowni, przeprowadzenie analizy składu chemicznego metalu głowni oraz uściślenie wieku i proveniencji miecza.

I. METODY BADAŃ

Ponieważ głownia poznańskiego miecza św. Piotra jest jednosieczna do badań metaloznawczych pobrano dwie próbki. Jedną z ostrza a drugą z grzbietu głowni, dzięki czemu cały przekrój poprzeczny miecza był reprezentowany w badaniach. Pobrane próbki zatopiono następnie w żywicy epoksydowej i poddano szlifowaniu oraz polerowaniu, z wykorzystaniem past diamentowych. Użyte w ten sposób zgłady metalograficzne wytrawiono za pierwszym razem odczynnikami Oberhoffer'a, pokazującym rozmieszczenie fosforu na badanych próbkach. Po następnych polerowaniach zgłady trawiono 4% nitalem, ujawniającym mikrostrukturę próbek. Obserwacje makro- i mikrostruktury próbek przeprowadzono przy użyciu mikroskopu optycznego Leica DMLM. Zawartość węgla w badanych próbkach oceniono w przybliżeniu w oparciu o obserwacje mikroskopowe. Pomiar twardości metalu próbek wykonano metodą Vickersa przy obciążeniu 10 kg, każdy wynik jest średnią z kilku pomiarów. Analizę składu chemicznego metalu głowni przeprowadzono na próbce z grzbietu miecza metodą fluorescencji rentgenowskiej typu EDXRF, korzystając ze spektro-

metru firmy Philips. Ponadto na badanych próbkach dokonano jakościowej analizy wtrąceń żużla, wykorzystując do tego celu mikroskop skaningowy, Stereoscan 120 firmy Cambridge wyposażony w mikroanalizator rentgenowski typu EDS.

Uzyskane wyniki badań przedstawiono na rycinach od 1 do 16, w tabeli 1 oraz omówiono w dalszej części pracy.

II. BADANIA METALOZNAWCZE MIECZA W STANIE ZACHOWANYM

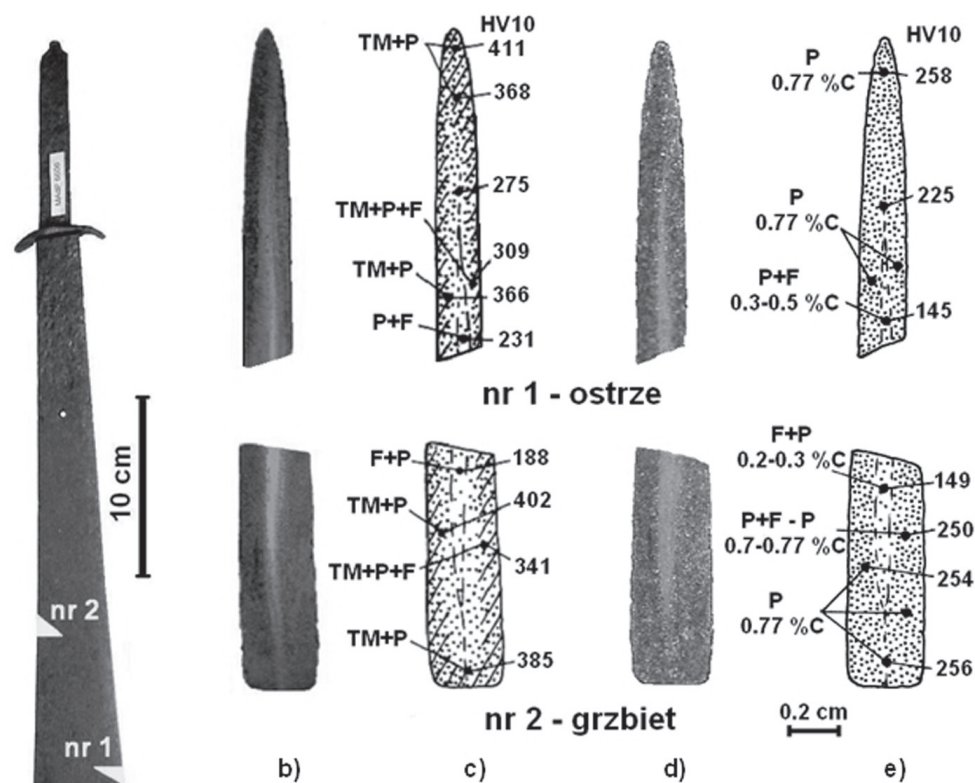
Próbki do badań metaloznawczych, w kształcie klina, pobrane zostały z obszaru środkowego głowni w miejscach pokazanych na ryc. 1a. Próbka nr 1 pochodziła z ostrza miecza, a próbka nr 2 z grzbietu.

Wytrawienie badanych próbek nitałem (ryc. 1b) jak i odczynnikiem Oberhoffer'a (ryc. 1d) ujawniło ich warstwową budowę. Szczegółowe obserwacje makroskopowe pozwoliły stwierdzić, iż głownia miecza składa się z trzech warstw (pasm) materiału. Ciemniejsze warstwy zewnętrzne (nakładki) otaczają jaśniejszą warstwę środkową (rdzeń) oraz zbiegają się w ostrzu i grzbiecie głowni. Odczynnik Oberhoffer'a wykazał ponadto, że rdzeń głowni jest wzbogacony w fosfor (ryc. 1d).

Schematyczne przedstawienie rozmieszczenia składników strukturalnych i pomiarów twardości (HV10) na przekroju próbek nr 1 oraz nr 2 w stanie zachowanym przedstawia ryc. 1c.

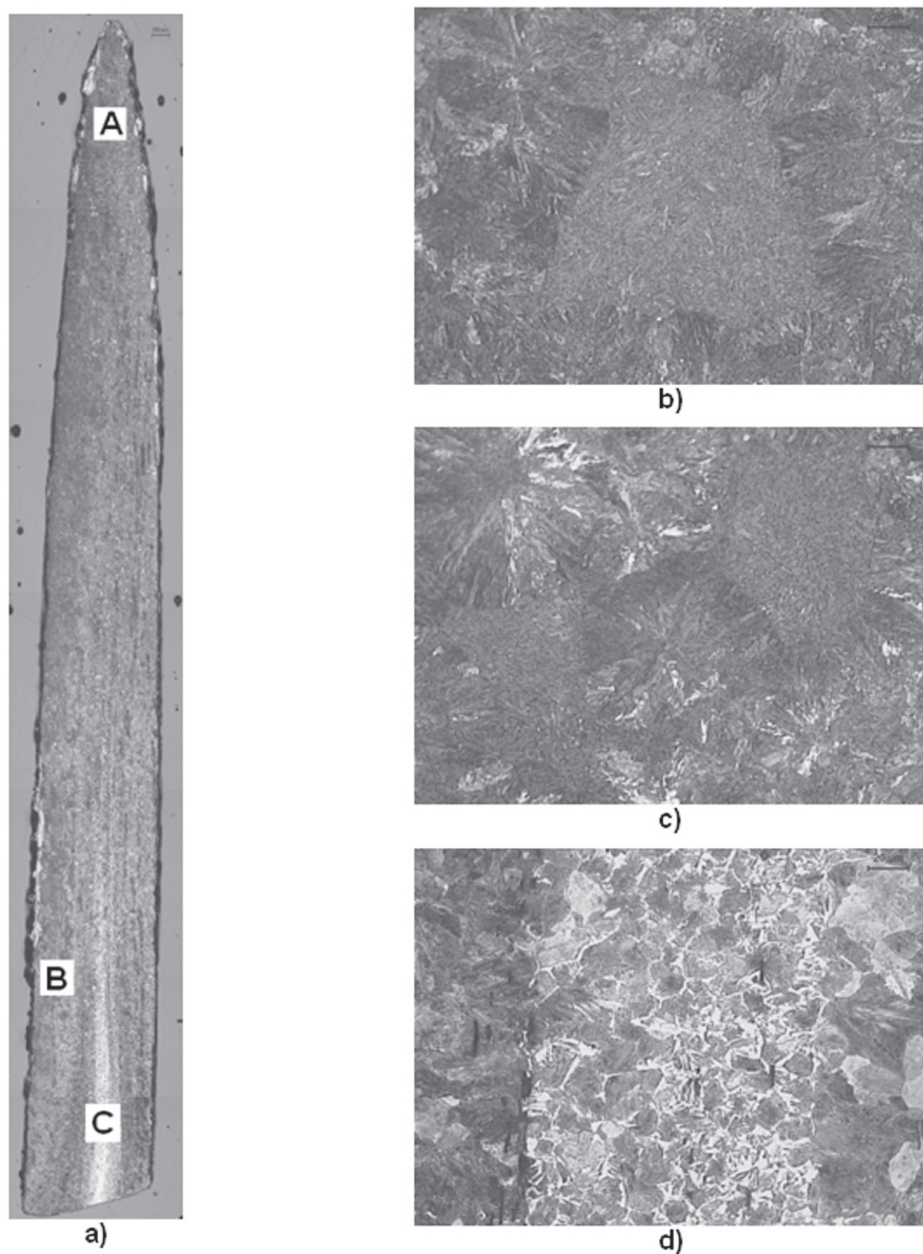
Mikrostruktura obserwowana na próbce nr 1 (ryc. 2a) w ostrzu i nakładkach głowni składa się: z martenzytu odpuszczonego, bardzo zwartego perlitu oraz lokalnie widocznych niewielkich ilości ferrytu (ryc. 2b-c). Natomiast w rdzeniu głowni, na próbce nr 1, występuje mikrostruktura perlityczno-ferrytyczna (ryc. 2d). Zmianom mikrostruktury na przekroju próbki nr 1 odpowiada również zróżnicowana twardość. Twardość zmierzona w pobliżu krawędzi tnącej ostrza wynosi 368-411 HV10, w nakładkach ostrza kształtuje się na poziomie 309-366 HV10, a w rdzeniu ostrza osiąga wartości 231-275 HV10.

Mikrostruktura występująca na próbce nr 2, w nakładkach łączących się w grzbiecie miecza (ryc. 3), składa się również: z martenzytu odpuszczonego, bardzo zwartego perlitu oraz lokalnie widocznych śladowych ilości ferrytu (ryc. 3d oraz 3f). Z kolei rdzeń próbki nr 2, ma mikrostrukturę ferrytyczno-perlityczną (ryc. 3b), przechodzącą miejscami w perlityczno-ferrytyczną. Pomiar twardości na próbce nr 2 wykazują również związek ze zmianami mikrostruktury i tak: twardość zmierzona w pobliżu grzbietu głowni wynosi 385 HV10, w nakładkach grzbietowych kształtuje się w zakresie 341-402 HV10, a w rdzeniu grzbietu osiąga wartość 188 HV10.



Ryc. 1. Wygląd poznańskiego miecza św. Piotra z Muzeum Archidiecezjalnego w Poznaniu (nr inw. MAdP 6606) w stanie zachowanym oraz obrazy makroskopowe poprzecznych przekrojów próbek, po trawieniu różnymi odczynnikami:

- a – miejsca pobrania próbek do badań metaloznawczych: próbka nr 1 pobrana została z ostrza, a próbka nr 2 z grzbietu głowni;
- b – makroskopowe obrazy próbek nr 1 oraz nr 2 trawionych nitaliem;
- c – schematyczne przedstawienie rozmieszczenia składników strukturalnych i pomiarów twardości (HV10) na próbce nr 1 oraz nr 2 w stanie zachowanym (oznaczenia – TM-martenzyt odpuszczony, P-perlit, F-feryt, kropki obrazują obecność węgla a równoległe linie zabieg obróbki cieplnej);
- d – makroskopowe obrazy próbek nr 1 oraz nr 2 trawionych odczynnikiem Oberhoffera;
- e – schematyczne przedstawienie rozmieszczenia składników strukturalnych i pomiarów twardości (HV10) na próbce nr 1 oraz nr 2 po obróbce normalizującej (oznaczenia – P-perlit, F-feryt, kropki obrazują obecność węgla).



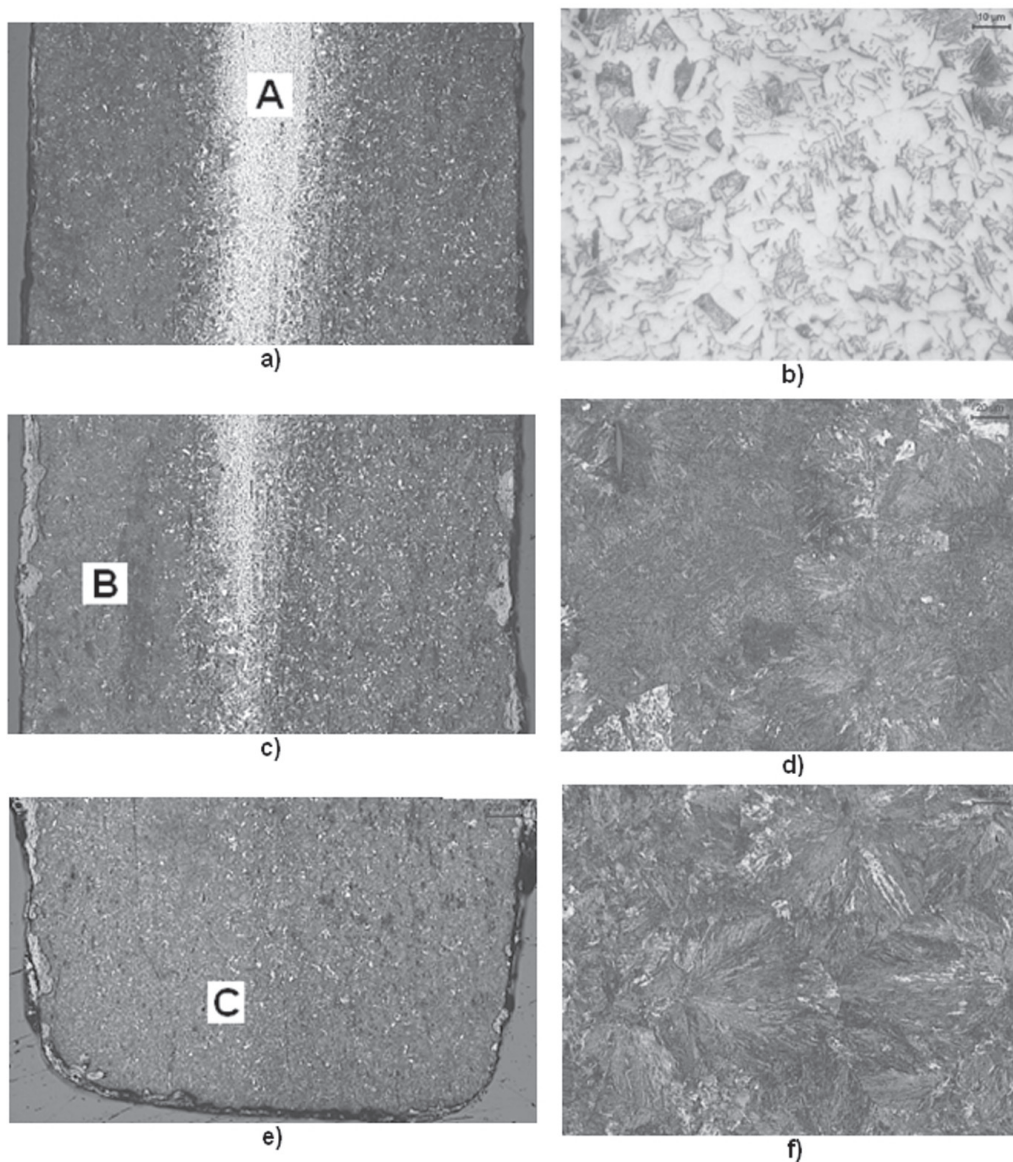
Ryc. 2. Zmiany mikrostruktury obserwowane na przekroju próbki nr 1 pobranej z ostrza poznańskiego miecza św. Piotra, w stanie zachowanym:

a – obraz mikrostruktury próbki nr 1 wraz z miejscami wykonania zdjęć (A, B i C);

b – mikrostruktura martenzytu odpuszczonego i perlitu przy krawędzi tnącej głowni w miejscu A;

c – mikrostruktura martenzytu odpuszczonego i perlitu w nakładce głowni z miejsca B;

d – mikrostruktura perlityczno-ferrytyczna w rdzeniu głowni w miejscu C.



Ryc. 3. Zmiany mikrostruktury obserwowane na przekroju próbki nr 2 pobranej z grzbietu poznańskiego miecza św. Piotra, w stanie zachowanym:

- a – obraz mikrostruktury w górnej części próbki nr 2, A – miejsce zdjęcia;
- b – mikrostruktura ferrytyczno-perlityczna w rdzeniu głowni, w miejscu A;
- c – obraz mikrostruktury w środkowej części próbki nr 2, B – miejsce zdjęcia;
- d – mikrostruktura martenzytu odpuszczonego i perlitu w nakładce głowni, w miejscu B;
- e – obraz mikrostruktury w dolnej części próbki nr 2, C – miejsce zdjęcia;
- f – mikrostruktura perlitu i martenzytu odpuszczonego przy powierzchni grzbietu w miejscu C.

Występowanie iglastych produktów rozpadu austenitu w ostrzu (ryc. 2b) i nakładkach (ryc. 2c oraz ryc. 3d) główni świadczy o zastosowaniu zabiegu obróbki cieplnej do wykonania miecza. Zabieg ten polegał najprawdopodobniej na nagraniu miecza do temperatury kucia, po czym zanurzeniu go w ośrodku chłodzącym i szybkim wyjęciu. Tak przeprowadzona obróbka cieplna spowodowała zahartowanie jedynie powierzchniowej warstwy głowni i zapewniła jej częściowe odpuśczenie ciepłem pozostałym w rdzeniu miecza. Gotowy miecz był dzięki temu odpowiednio twardy, a przy tym sprężysty i odporny na pękanie.

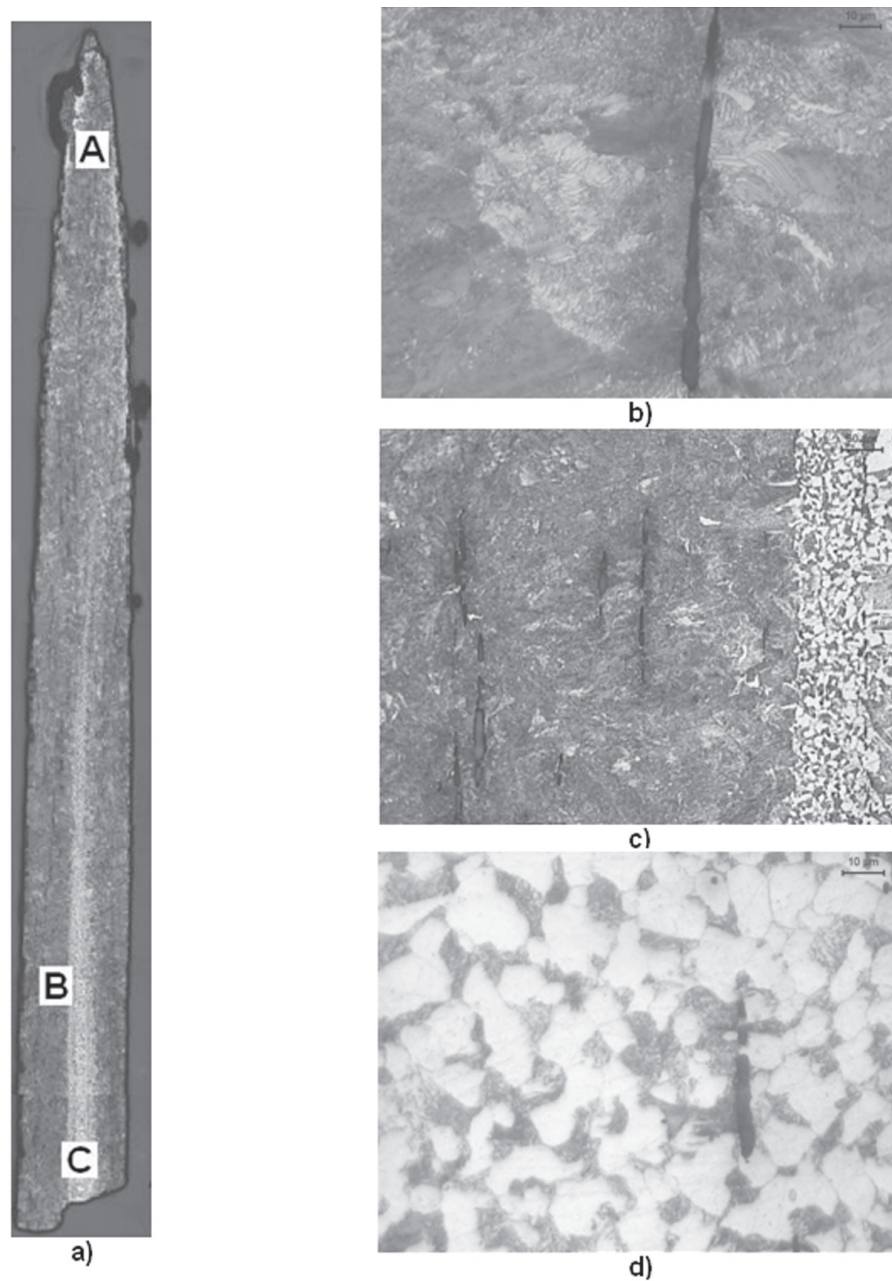
III. BADANIA METALOZNAWCZE MIECZA W STANIE NORMALIZOWANYM

W celu poznania wyjściowej mikrostruktury materiałów, z których został wykonany miecz, próbki nr 1 oraz nr 2 podano zbiegowi wyżarzania normalizującego. Wyżarzanie normalizujące przeprowadzono przy temperaturze 880°C, w piecu z atmosferą ochronną argonu, wygrzewając próbki przez 15 minut. Po zabiegu normalizacji tygiel ceramiczny z próbkami, umieszczonymi w żeliwnych wiórkach wyjęto, a następnie ochłodzono w spokojnym powietrzu do temperatury otoczenia.

Potem ponownie wykonano zglądy metalograficzne i ujawniono mikrostrukturę próbek normalizowanych, trawiąc je 4 % nitalem. Schematyczne przedstawienie rozmieszczenia składników strukturalnych i pomiarów twardości (HV10) na przekrojach próbek normalizowanych przedstawia ryc. 2e. Zmiany mikrostruktury na przekrojach próbek nr 1 oraz nr 2 po zbiegu normalizowana przedstawia ryc. 4a, ryc. 5a oraz ryc. 5c. Trójwarstwowa budowa miecza jest teraz jeszcze lepiej widoczna, a ponadto ujawniły się ślady zgrzeiny grzbietowej miecza (ryc. 5c).

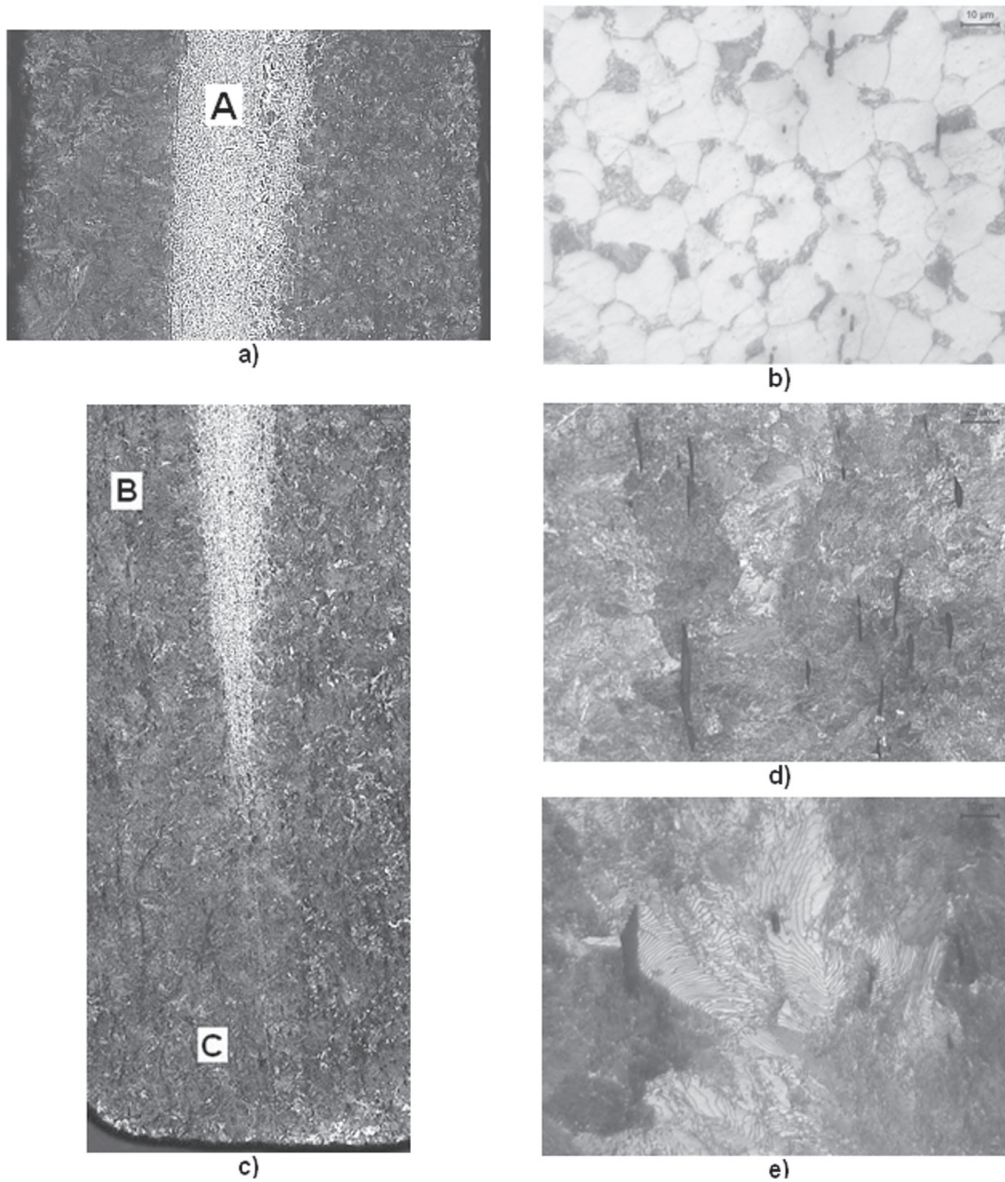
Mikrostrukturę obserwowaną na próbce nr 1, w ostrzu (ryc. 4b) i nakładkach ostrza (ryc. 4c) stanowi perlit, co odpowiada strukturze stali twardej o zawartości węgla ok. 0.77 % C. Zdecydowanie mniej węgla występuje w rdzeniu próbki nr 1. Mikrostruktura składa się tutaj z ferrytu i perlitu (ryc. 4d) i odpowiada strukturze stali półtwardej zawierającej 0.3-0.5 % C. Twardość zmierzona po normalizacji na próbce nr 1 w rdzeniu wynosi 145 HV10, a w ostrzu kształtuje się na poziomie 225-258 HV10.

Mikrostrukturę normalizowanej próbki nr 2, podobnie jak w przypadku próbki nr 1, w nakładkach łączących się w grzbiecie miecza stanowi perlit z lokalnie śladowymi ilościami ferrytu (ryc. 5d-e), co odpowiada strukturze stali twardej o zawartości węgla 0.7-0.77 % C. Natomiast w rdzeniu próbki nr 2 obserwuje się mikrostrukturę ferrytyczno-perlityczną (ryc. 5b), typową dla stali miękkiej (0.2-0.3 % C). Morfologia perlitu występującego w rdzeniu miecza charakteryzuje się



Ryc. 4. Zmiany mikrostruktury obserwowane na przekroju próbki nr 1 pobranej z ostrza poznańskiego miecza św. Piotra, po normalizowaniu:

- a – obraz mikrostruktury próbki nr 1 wraz z miejscami wykonania zdjęć (A, B i C);
- b – mikrostruktura perlitu przy krawędzi tnącej głowni w miejscu A;
- c – mikrostruktura perlitu w nakładce głowni łączącej się z rdzeniem w miejscu B;
- d – mikrostruktura ferrytyczno-perlityczna w rdzeniu głowni w miejscu C.



Ryc. 5. Zmiany mikrostruktury obserwowane na przekroju próbki nr 2 pobranej z grzbietu poznańskiego miecza św. Piotra, po normalizowaniu:

- a – obraz mikrostruktury w górnej części próbki nr 2, A – miejsce zdjęcia;
- b – mikrostruktura ferrytyczno-perlityczna w rdzeniu głowni w miejscu A;
- c – obraz mikrostruktury w dolnej części próbki nr 2, B oraz C – miejsca wykonania zdjęć;
- d – liczne wtrącenia żużla na tle perlitu w nakładce głowni w miejscu B;
- e – mikrostruktura perlitu przy powierzchni grzbietu głowni w miejscu C.

częściową degeneracją płytek cementytu (ryc. 4d oraz 5b), co ma zapewne związek z podwyższoną zawartością fosforu w tej części głowni. Twardość po normalizacji zmierzona na próbce nr 2, w obszarze odpowiadającym grzbietowi miecza, wynosi 256 HV10, w nakładkach tworzących powierzchnie płazów kształtuje się w zakresie 250-254 HV10, a w rdzeniu głowni osiąga wartość 149 HV10.

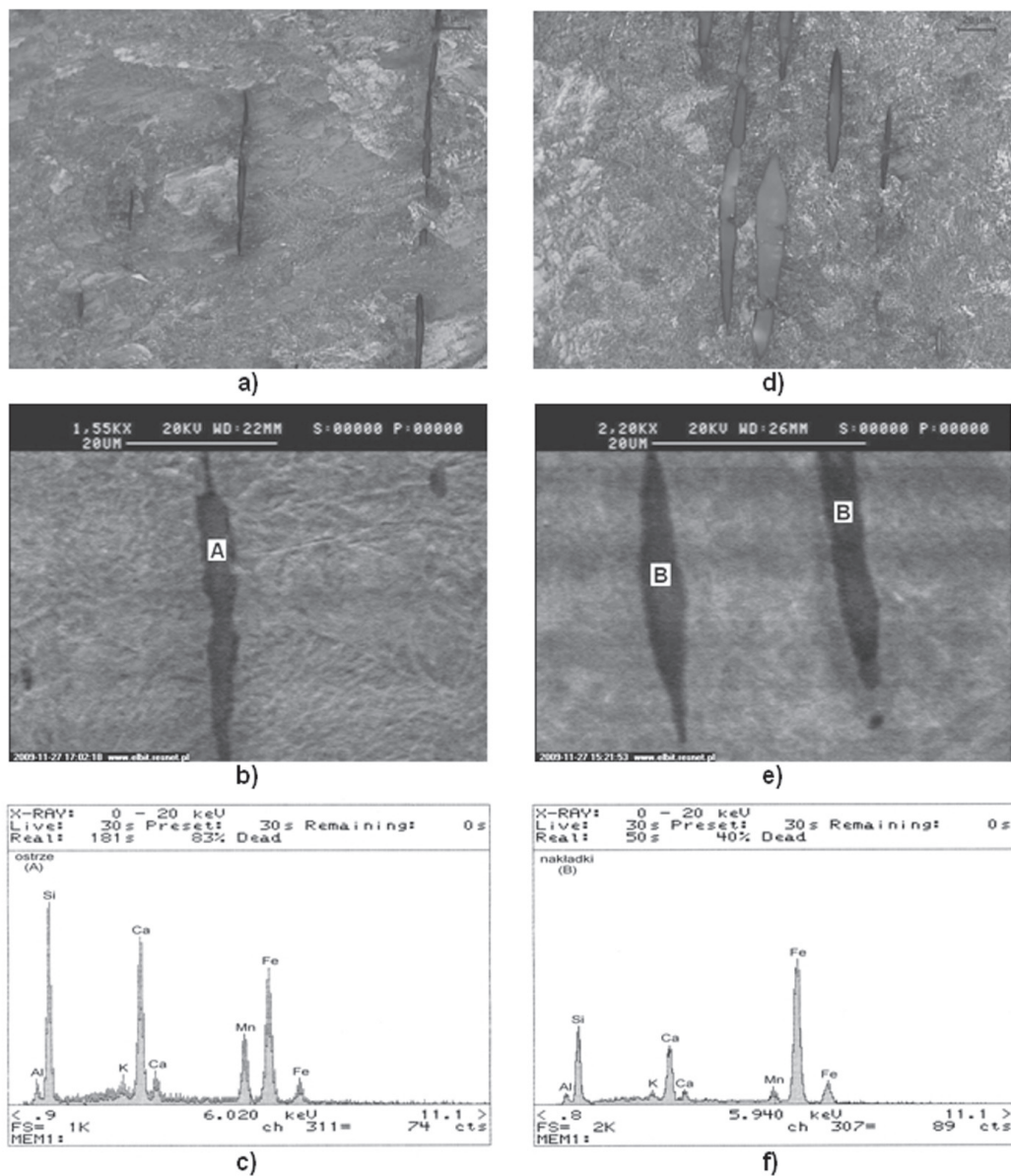
IV. ANALIZA WTRĄCENÍ ŻUŻLA

Obserwacje makro- i mikrostruktury pozwoliły podzielić występujące w próbkach żużle na dwa podstawowe typy: żużle wytopowe, pochodzące z procesu dymarkowego oraz żużle pochodzenia kowalskiego, tworzące się podczas zgrzewania. Pierwsze rozmieszczone są w materiale na ogół przypadkowo, a drugie zalegają w miejscach, gdzie dokonywano operacji łączenia odpowiednio dobranych kawałków materiału.

Omówienie analizy żużli rozpoczniemy od żużli wytopowych zalegających w ostrzu i nakładkach głowni. Przykład morfologii żużli wytopowych typowych dla ostrza ilustruje ryc. 6a, a jakościowa analiza ich składu chemicznego przedstawiona została na ryc. 6b-c. Żużle w ostrzu są dość liczne, przeważnie wydłużone i zawierają głównie takie pierwiastki jak: Fe, Si, Ca, Mn, K oraz Al. Żużle wytopowe występujące w nakładkach są na ogół bardziej wydłużone i lokalnie tworzą skupiska (ryc. 6d). Przykłady analizy składu chemicznego żużli wytopowych z nakładek przedstawiają ryc. 6e-f. Żużle wytopowe z nakładek nie odbiegają istotnie składem chemicznym od żużli wytopowych występujących w ostrzu miecza i podobnie jak one zawierają takie pierwiastki jak: Fe, Si, Ca, Mn, K oraz Al. Na podstawie przeprowadzonych analiz żużli wytopowych zalegających w ostrzu i nakładkach głowni, można stwierdzić, że ostrze jak i nakładki miecza uformowane zostały z tego samego materiału.

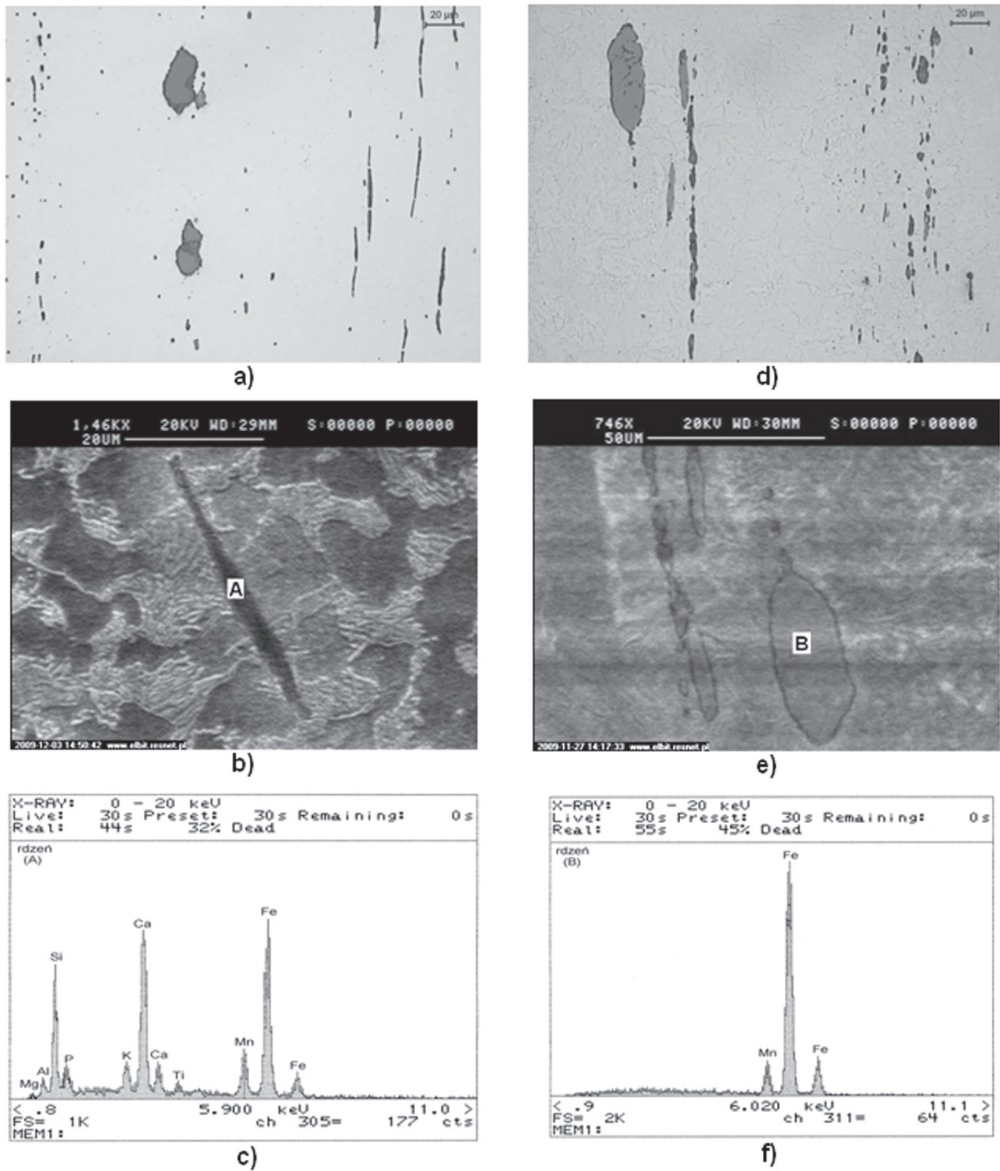
Nieco odmienną morfologię prezentują natomiast żużle wytopowe w rdzeniu głowni. Są one na ogół mniej wydłużone i częściej tworzą mniejsze lub większe skupiska (ryc. 7a oraz 7d), a ich skład chemiczny zmienia się lokalnie. Żużle wytopowe rdzenia najczęściej zawierają takie pierwiastki jak: Fe, Ca, Si, P, Mn, K i Al, choć zdarza się też, że w ich składzie pojawia się jeszcze Ti oraz Mg (ryc. 7b-c). Najbardziej charakterystycznymi żużłami wytopowymi w rdzeniu głowni są natomiast żużle o jasnym zabarwieniu, zróżnicowane, co do wielkości i kształtu (ryc. 7d) a zawierające tylko żelazo i mangan (ryc. 7e-f).

Z przedstawionej analizy żużli wytopowych rdzenia i nakładek głowni wynika, że różnią się one między sobą składem chemicznym. W żużłach rdzenia występował często fosfor oraz sporadycznie tytan i magnez, pierwiastki, których występowania nie stwierdzano w żużłach nakładek. Można więc z dużym praw-



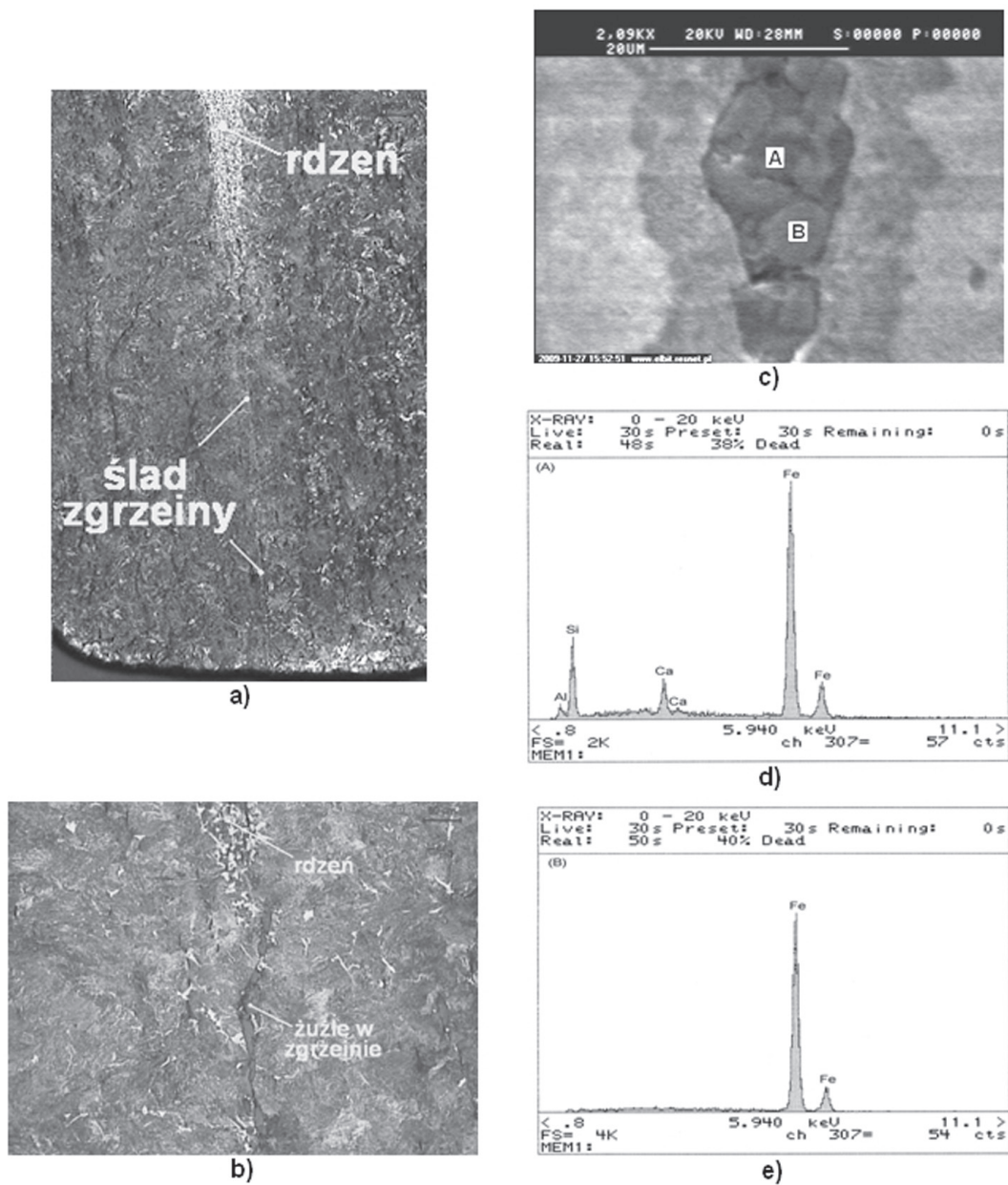
Ryc. 6. Analiza punktowa EDS wtrąceń żuźla występujących w ostrzu i nakładkach poznańskiego miecza św. Piotra:

- a – morfologia wtrąceń żuźla zalegających w ostrzu głównej;
- b – analizowane wtrącenie żuźla z ostrza głównej w punkcie A;
- c – widmo EDS z punktu A na ryc. 6b, widoczne są piki od: Si, Ca, Fe, Mn, K oraz Al;
- d – morfologia wtrąceń żuźla występujących w nakładkach głównej;
- e – analizowane wtrącenia żuźla z nakładek głównej w punktach B;
- f – widmo EDS z punktów B na ryc. 6e, widoczne są piki od: Fe, Si, Ca, Mn, K oraz Al.

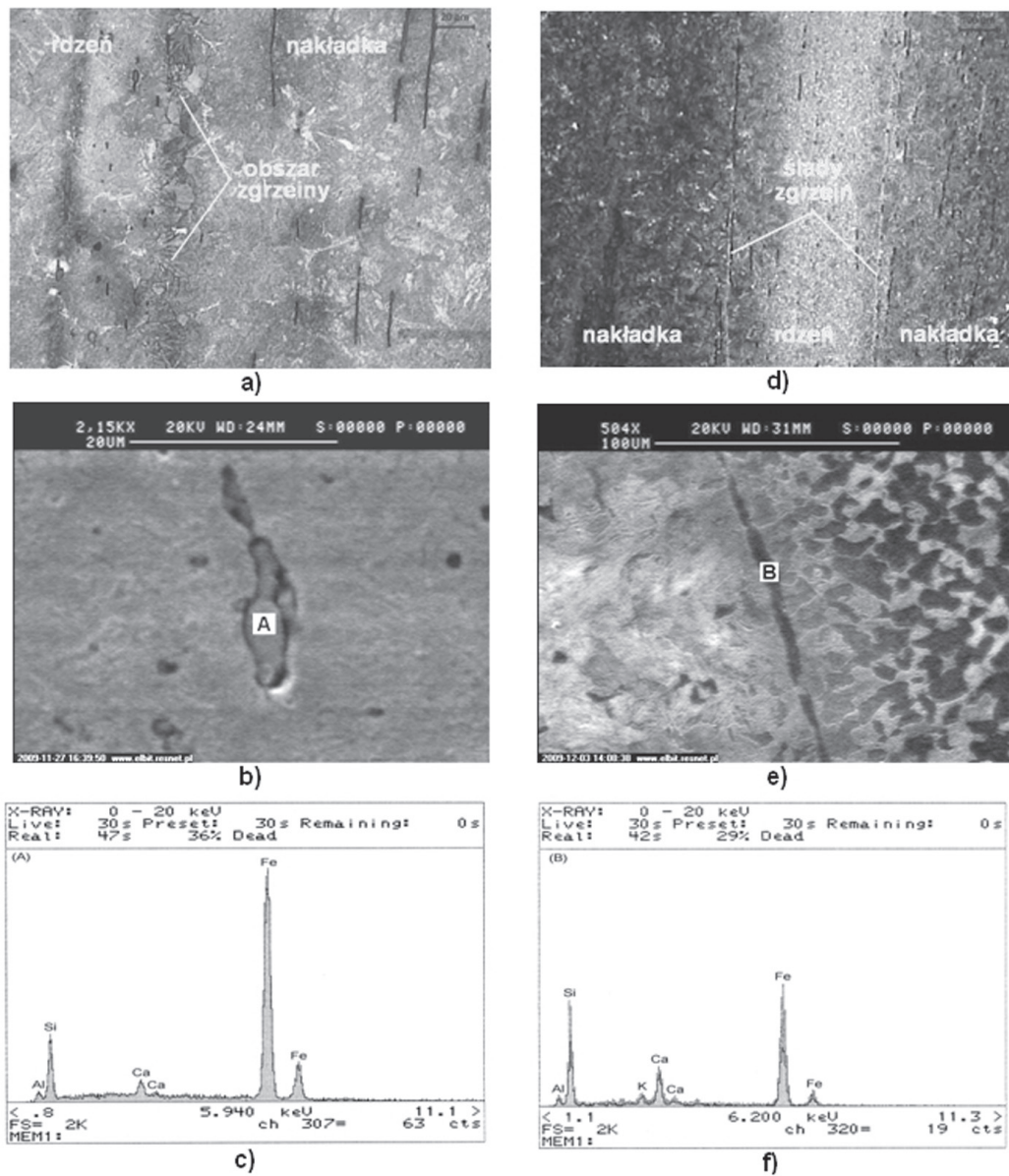


Ryc. 7. Analiza punktowa EDS z wtrąceń żuźła zalegających w rdzeniu poznańskiego miecza św. Piotra:

- a – morfologia wydłużonych wtrąceń żuźła w rdzeniu główki;
- b – analizowane wydłużone wtrącenie żuźła w punkcie A;
- c – widmo EDS z punktu A na ryc. 7b, widoczne są piki od: Fe, Ca, Si, Mn, K, P, Al, Ti oraz Mg;
- d – morfologia jasnych wtrąceń żuźła występujących w rdzeniu główki;
- e – analizowane jasne wtrącenie żuźła z rdzenia główki w punkcie B;
- f – widmo EDS z punktu B na ryc. 7e, widoczne są piki od: Fe oraz Mn.



Ryc. 8. Analiza punktowa EDS z wtrąceń żużla zalegających w zgrzeinie grzbietowej głowni:
 a – widok ogólny zgrzeiny grzbietowej pomiędzy nakładkami;
 b – morfologia żużli zalegających w zgrzeinie grzbietowej;
 c – analizowane wtrącenie żużla wraz z punktami analizy, A – osnowa wtrącenia żużla oraz B jasna faza we wtrąceniu żużla;
 d – widmo EDS z punktu A na ryc. 8c, widoczne są piki od: Fe, Si, Ca oraz Al;
 e – widmo EDS z punktu B na ryc. 8c, widoczne są piki od Fe.



Ryc. 9. Analiza punktowa EDS z wtrąceń żużła zalegających w zgrzeinach rdzeniowych główki:
 a – mikrostruktura obszaru zgrzeiny uwidoczniiona wodnym roztworem kwasu pikrynowego;
 b – drobne wtrącenie żużła z obszaru zgrzeiny rdzeniowej wraz z punktem analizy A;
 c – widmo EDS z punktu A na ryc. 9b, widoczne są piki od: Fe, Si, Ca oraz Al;
 d – ślady zgrzeiny rdzeniowych (jasne linie);
 e – wydłużone wtrącenie żużła w zgrzeinie rdzeniowej wraz z punktem analizy B;
 f – widmo EDS z punktu B na ryc. 9e, widoczne są piki od: Fe, Si, Ca, K oraz Al.

dopodobieństwem przypuszczać, że materiał rdzenia i nakładek pochodził z różnych wytopów, lub nawet wytopów wykonanych w różnych miejscach.

Żuźle, których umiejscowienie wskazywało, iż mogą być pochodzenia kowalskiego, przedstawiają ryc. 8 oraz ryc. 9. Na ryc. 8a oraz ryc. 8b pokazano przykład złożonych wtrąceń żuźla zalegających w zgrzeinie pomiędzy nakładkami stali w grzbiecie głowni. Analiza tych wtrąceń żuźla (ryc. 8c) wykazała, że ciemna osnowa wtrąceń (punkt A) zawiera takie pierwiastki jak: Fe, Si, Ca oraz Al, a występujące w niej jasne cząstki (punkt B) to tlenki żelaza (ryc. 8d-e). Inny rodzaj żuźli występuje w miejscach łączenia nakładek z rdzeniem głowni (ryc. 9). Wtrącenia żuźla tu zalegające są albo drobne (ryc. 9a-b) bądź bardzo wydłużone (ryc. 9d-e). Drobne wtrącenia żuźla zawierają często: Fe, Si, Ca oraz Al. (ryc. 9b-c), a wydłużone czasami dodatkowo jeszcze potas (ryc. 9e-f).

Sumując wyniki analizy żuźli kowalskich, warto podkreślić, że nie zawierały one manganu ani fosforu, a ich skład chemiczny był prostszy od stwierdzonego w przypadku żuźli wytopowych.

V. BADANIE SKŁADU CHEMICZNEGO

Badania składu chemicznego wykonano przede wszystkim pod kątem określenia zawartości innych pierwiastków niż żelazo i węgiel.

Analizę składu chemicznego metalu głowni przeprowadzono metodą fluorescencji rentgenowskiej typu EDXRF (Energy Dispersive X-ray Fluorescence), korzystając ze spektrometru firmy Philips, tylko na próbce z grzbietu miecza, której wymiary pozwalały na jej wykonanie. Analizowany obszar na próbce

obejmował zarówno rdzeń jak i nakładki miecza. Wyniki analizy stanowiące średnią z dwóch pomiarów zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1

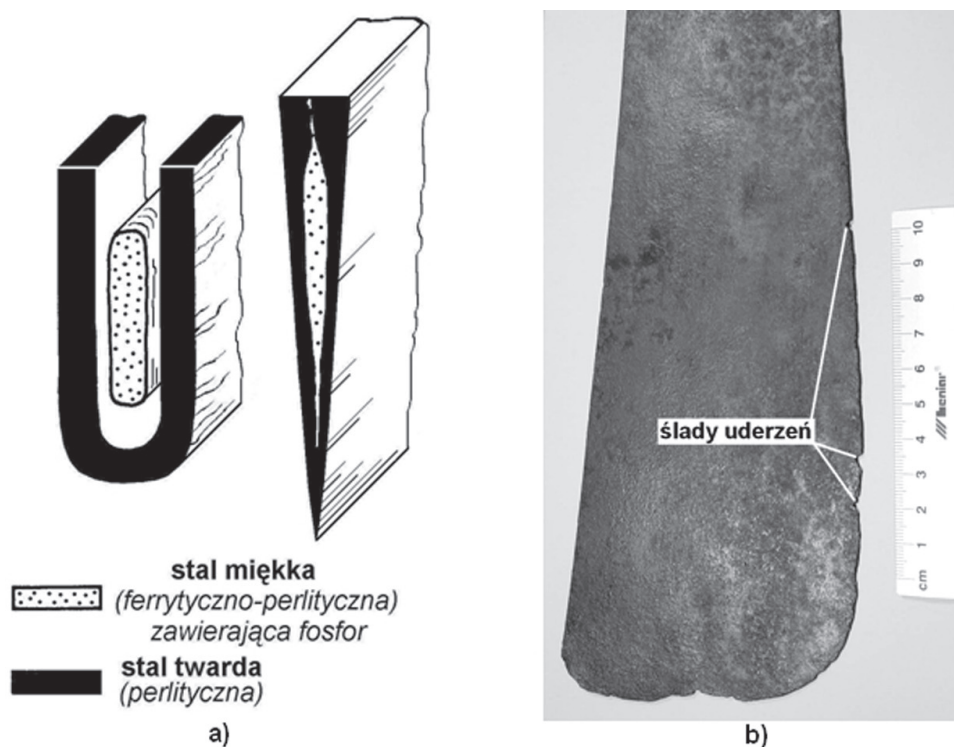
Pierwiastek	Zwartość % wag.
Si	0.140
Mn	0.110
P	0.190
Cu	0.024
S	0.020
Ca	0.090
Al	0.008
Ti	0.006
Co	0.007
Cr	0.002

Z analizy chemicznej miecza wynika, że głownia miecza wykonana została z metalu dymarskiego o podwyższonej zawartości fosforu. Podwyższona zawartość krzemu, manganu i wapnia w analizie, wiążą się zapewne z występującymi w materiale głowni licznymi wtrąceniami żuźla. Natomiast zawartości pozostałych analizowanych pierwiastków kształtują się na poziomie wykrywalności analizy spektralnej.

VI. OMÓWIENIE BADAŃ METALOZNAWCZYCH

Opierając się na przeprowadzonych badaniach w stanie normalizowanym można stwierdzić, że poznański miecz św. Piotra wykonany został techniką trójwarstwową z materiałów o różnym składzie chemicznym. Prawdopodobny schemat wykonania miecza przedstawia ryc. 10a. Rdzeń główni wykonano ze stali miękkiej ferrytyczno-perlitycznej (0.2-0.3 %C), o podwyższonej zawartości fosforu i średniej twardości ok. 147 HV10. Natomiast obejmujące rdzeń nakładki, z których uformowano ostrze i grzbiet główni, wykonane zostały ze stali twardej perlitycznej o zawartości węgla ok. 0.77 %C i średniej twardości ok. 254 HV10.

Z obserwacji mikrostruktury w stanie zachowanym główni wynika, że badany miecz po wykonaniu został świadomie poddany obróbce cieplnej. Sposób rozmieszczenia na przekrojach poprzecznych próbek iglastych produktów rozpa-



Ryc. 10. Technologia wykonania poznańskiego miecza św. Piotra z Muzeum Archidiecezjalnego w Poznaniu:

a – prawdopodobny sposób wykonania miecza – techniką warstwową;

b – ślady drobnych wyruszeń w miejscach uderzeń główni świadczące o dobrze przeprowadzonej obróbce cieplnej miecza.

du austenitu wskazuje, że chłodzenie nagrzanego miecza polegało na zanurzeniu go w ośrodku chłodzącym i szybkim wyjęciu. Dzięki czemu zahartowała się tylko warstwa powierzchniowa głowni, a ciepło pozostałe w rdzeniu miecza spowodowało jej częściowe odpuszczenie. Po takiej obróbce cieplnej nakładki miecza były dostatecznie twarde (średnio ok. 369 HV10), a przy tym odporne na pękanie. O tym świadczą też widoczne w ostrzu miecza ślady po uderzeniach w miejscu, których obserwujemy tylko drobne wykruszenia materiału głowni, a nie ma pęknięć (ryc. 10b).

Żuźle wytopowe zlokalizowane w rdzeniu miecza zawierają fosfor oraz czasem także tytan i magnez. Pierwiastków tych nie stwierdzono w żuźlach wytopowych zalegających w nakładkach. Ponieważ obecność fosforu w żuźlach wiązać należy z charakterem użytej do wytopu rudy żelaza, jego obecność w żuźlach wytopowych rdzenia i brak w żuźlach wytopowych nakładek świadczy, iż poszczególne fragmenty głowni wykonane zostały z materiału, który reprezentuje różne wytopy lub też różne miejsca wytopów.

Wracając jeszcze do trójwarstwowej budowy miecza św. Piotra należy podkreślić, że technologia ta była znana i stosowana w rejonie Morza Śródziemnego już od czasów starożytnych. W ten sposób zrobiony został sztylet z Cypru badany przez Janet Lang, a datowany na koniec XI wieku przed Chr. [14]. Tą technologią na terenie cesarstwa część swoich mieczy produkowali też Rzymianie [11]. Dobrym przykładem takiej technologii może być miecz z Vindonissa – Muzeum w Brugg, którego wykonanie jak i skład chemiczny żuźli, można w pełni odnieść do poznańskiego miecza św. Piotra [12].

VII. PRÓBA ANALIZY MORFOLOGICZNEJ ZABYTKU W ODNIESIENIU DO WIEKU I PROWENIENCJI

Poznański miecz św. Piotra z Muzeum Archidiecezjalnego w Poznaniu jest bronią jednosieczną o głowni prostej, rozszerzającej się ku sztychowi z rękojeścią mieczową.

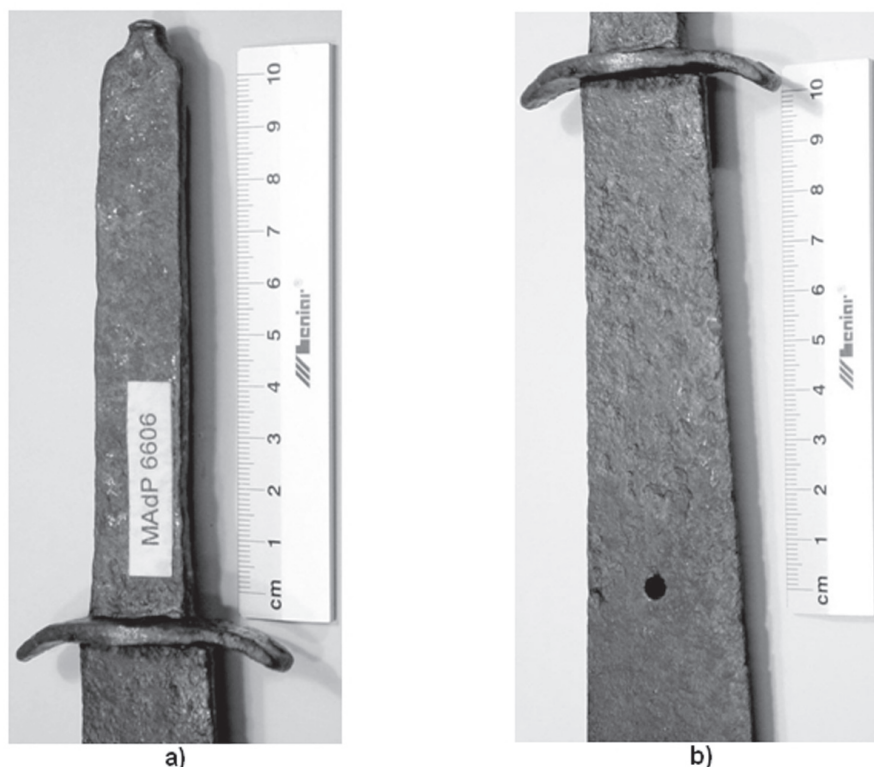
Wymiary miecza wynoszą: długość całkowita – 70.5 cm, w tym głownia – ok. 58.5 cm; grubość głowni w grzbiecie przy jelcu – ok. 0.7 cm, grubość głowni w grzbiecie w najszerszym miejscu – ok. 0.11 cm; największa szerokość głowni – ok. 9.4 cm, szerokość głowni przy jelcu – ok. 2.8 cm; długość trzpienia – ok. 11.4 cm, szerokość trzpienia przy jelcu – ok. 2.16 cm, szerokość przed zwężeniem trzpienia – ok. 1.82 cm, grubość trzpienia w środku – ok. 0.5 cm; długość jelca ok. 6.5 cm.

Jelec w poznańskim mieczu św. Piotra jest krótki, wygięty ku dołowi, wykonany został z płaskownika o grubości ok. 0.5 cm, w którym wycięto otwór

i osadzono trzpień (ryc. 11a). Trzpień o prostokątnym przekroju i rozklepanym zakończeniu, nie zawiera otworów na zamocowanie okładzin (ryc. 11a).

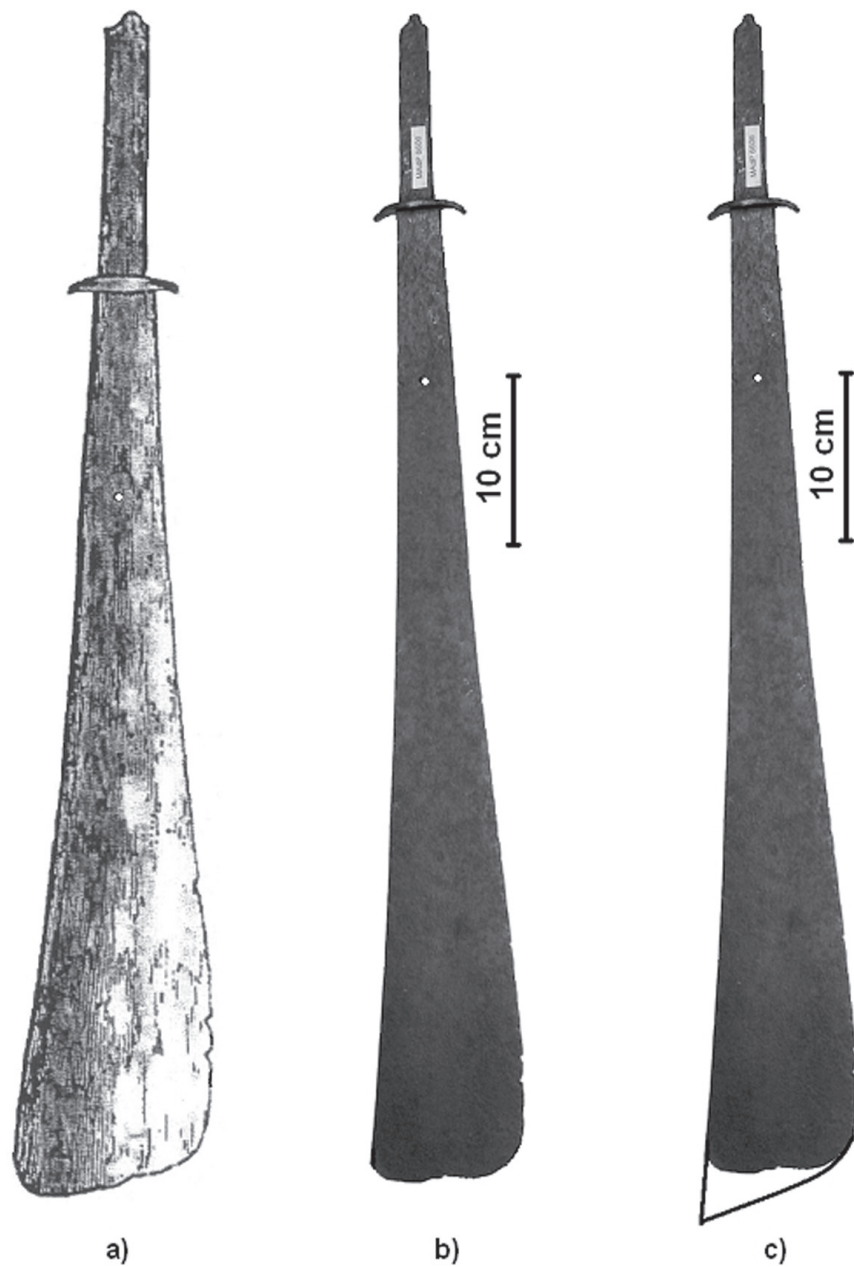
Jedyny otwór, o średnicy ok. 0.4 cm, występuje w głowni miecza w odległości ok. 10.3 cm od jelca (ryc. 11b). Położenie otworu w tym miejscu sugeruje, że znajdował się tu przynitowany hak do noszenia miecza przy pasie. Podobnie uważa też Fulvio Del Tin, który widział taki hak na innym zdjęciu tasaka z Włoch [9]. Głowica poznańskiego miecza św. Piotra nie zachowała się.

Sztych poznańskiego miecza św. Piotra od strony grzbietu uległ widocznemu zniszczeniu w wyniku korozji, co pokazuje ryc. 10b. Początkowo mógł on być dłuższy nawet o kilka centymetrów i kończyć się przygrzbietowo. Podobnie sugestie odnośnie pierwotnego wyglądu miecza znaleźć można w pracy bronioznawców M. Głoska i L. Kajzera [1]. Powyższe rozważania wspiera też dodatkowo porównanie wyglądu miecza z rysunku wykonanego w roku 1860 (zapewne przez J. Jabczyńskiego) ze zdjęciem miecza z roku 2010 (ryc. 12a-b),

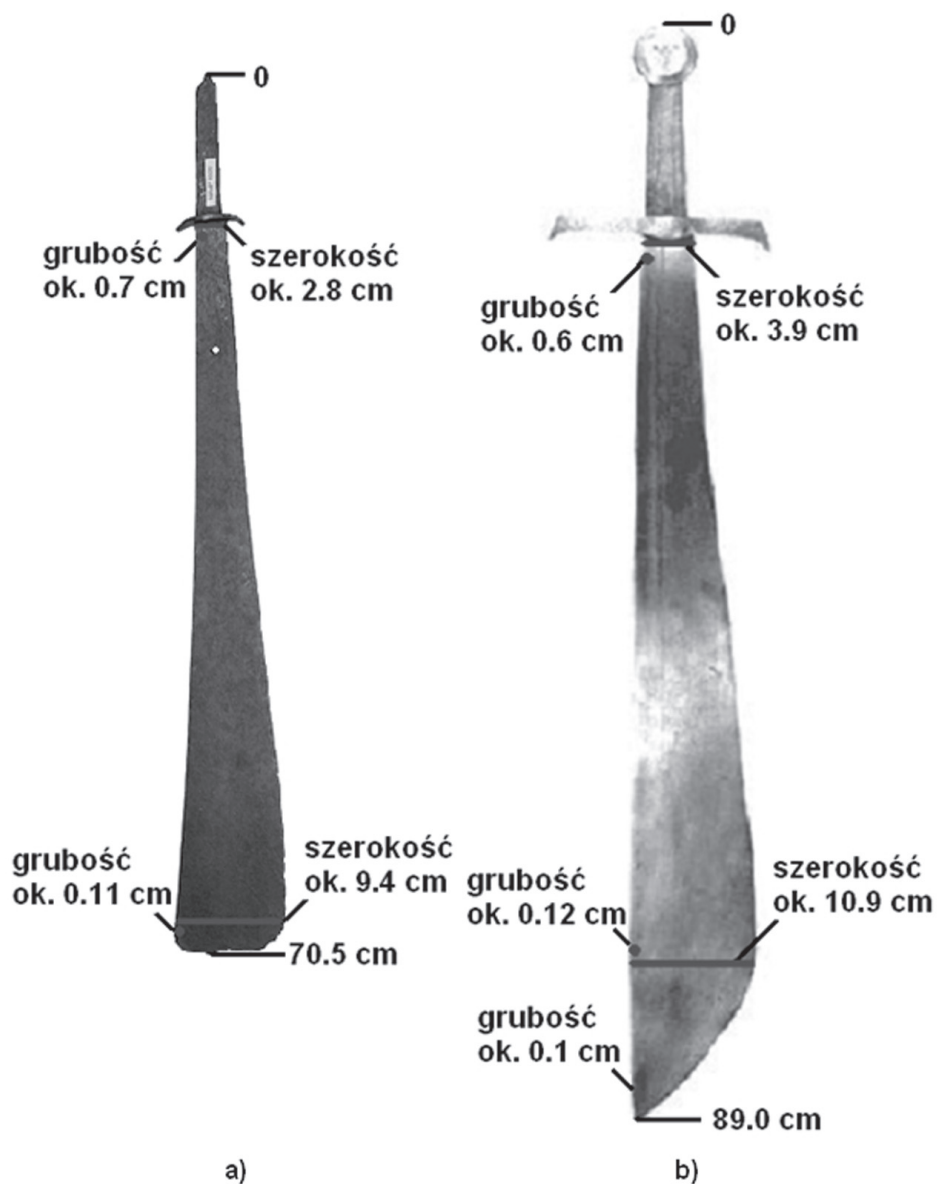


Ryc. 11. Morfologia wybranych fragmentów poznańskiego miecza św. Piotra z Muzeum Archidiecezjalnego w Poznaniu:

- a – prostokątny w przekroju trzpień miecza ze zwężającym się i rozklepanym zakończeniem;
- b – dobrze widoczny kształt jelca oraz otwór w głowni miecza.



Ryc. 12. Porównanie rysunku poznańskiego miecza św. Piotra z roku 1860 ze zdjęciem miecza wykonanym w roku 2010:
a – kształt miecza w roku 1860 (wg. ks. J. Jabczyńskiego);
b – kształt miecza w roku 2010; c – kształt miecza w roku 2010 z prawdopodobnym pierwotnym wyglądem sztychu.



Ryc. 13. Porównanie morfologii poznańskiego miecza św. Piotra z Muzeum Archidiecezjalnego w Poznaniu z tasakiem z Anglii (*Conyers falchion*), datowanym na lata ok. 1260-1270 po Chr.:
 a – morfologia poznańskiego miecza św. Piotra, głownia miecza jest jednosieczna, prosta i rozszerzająca się ku sztychowi, miecz waży 560 gram przy długość zachowanej 70.5 cm;
 b – morfologia tasaka z Anglii (*Conyers falchion*), głownia tasaka jest jednosieczna, prosta i rozszerzająca się ku sztychowi, w górnej części głowni widoczne jest zbrocze, tasak waży 1300 gram przy długość zachowanej 89.0 cm.

z którego wyraźnie widać ubytek przygrzbietowy sztychu. Można więc z dużym prawdopodobieństwem zakładać, że pierwotny sztych poznańskiego miecza św. Piotra był dłuższy i kończył się przygrzbietowo, jak przedstawiono to na ryc. 12c.

Zdaniem H. Seitz'a, broń tego typu pojawia się w Europie ok. XI w. po Chr. i występuje do końca XV w. po Chr. [2]. Nazywana jest ona różnie: w Niemczech – *Dussack*, jak również – *malchus*, we Francji obok innych nazw – *fau-chon*, w Anglii – *falchion*, w Czechach – *tesak*, a w Polsce – *tasak*. W przypadku zabytku z Muzeum Archidiecezjalnego w Poznaniu używa się nazwy *miecz* [1, 3, 4, 5, 6]. Można przypuszczać, że zaważył na tym przekaz J. Długosza z 1475 roku [7].

Kształt poznańskiego miecza św. Piotra pozwala zliczyć go do typu II według typologii H. Seitz'a, jak uczynili to już wcześniej bronioznawcy M. Głosek oraz L. Kajzer [1]. Zarówno w ikonografii średniowiecznej, jak i wśród oryginalnych egzemplarzy, miecz z Muzeum Archidiecezjalnego w Poznaniu, nie znajduje ścisłej analogii. Najbliższe kształtem wydają się dwa tasaki. Jeden z Anglii (*Conyers falchion*), przechowywany w skarbcu katedry w Durham, datowany na lata 1260-1270 po Chr. (ryc. 13b) [8]. Drugi pochodzący z Włoch (*falchion*), datowany na XIII w. po Chr. (ryc. 14a) [9], na podstawie, którego firma Del Tin Armi Antiche z Maniago wykonała jego replikę nr 5132 (ryc. 14b) [10]. Porównanie poznańskiego miecza św. Piotra z tasakiem z Anglii (*Conyers falchion*) przedstawia ryc. 13, natomiast z tasakiem z Włoch (*falchion*) oraz jego repliką nr 5132 ryc. 14. Jak widać na zamieszczonych rycinach, zarówno tasak z Anglii jak i tasak z Włoch mają podobny kształt głowni. W obu przypadkach głownie tasaków są jednosieczne, proste i rozszerzające się ku sztychowi, podobnie jak to obserwujemy w poznańskim mieczu św. Piotra. Głownia tasaka z Anglii jest jednak dłuższa, a przez co masywniejsza, zarówno w odniesieniu do tasaka z Włoch jak i poznańskiego miecza św. Piotra. Poza tym tasak z Anglii (*Conyers falchion*) posiada odmienny, prosty jelec. Pod tym względem tasak z Włoch wydaje się być bliższy morfologicznie poznańskiemu mieczowi św. Piotra, gdyż oba mają podobnie zakrzywione jelce oraz zbliżone wymiary. Równoczesne zestawienie omawianych tasaków z tasakiem z Niemiec (*falchion*), znalezionym w Hamburgu [8], dodatkowo potwierdza podobieństwo poznańskiego miecza św. Piotra do tasaka z Włoch (ryc. 15). Tasak z Hamburga wydaje się, bowiem być bliższy morfologicznie tasakowi z Anglii (*Conyers falchion*).

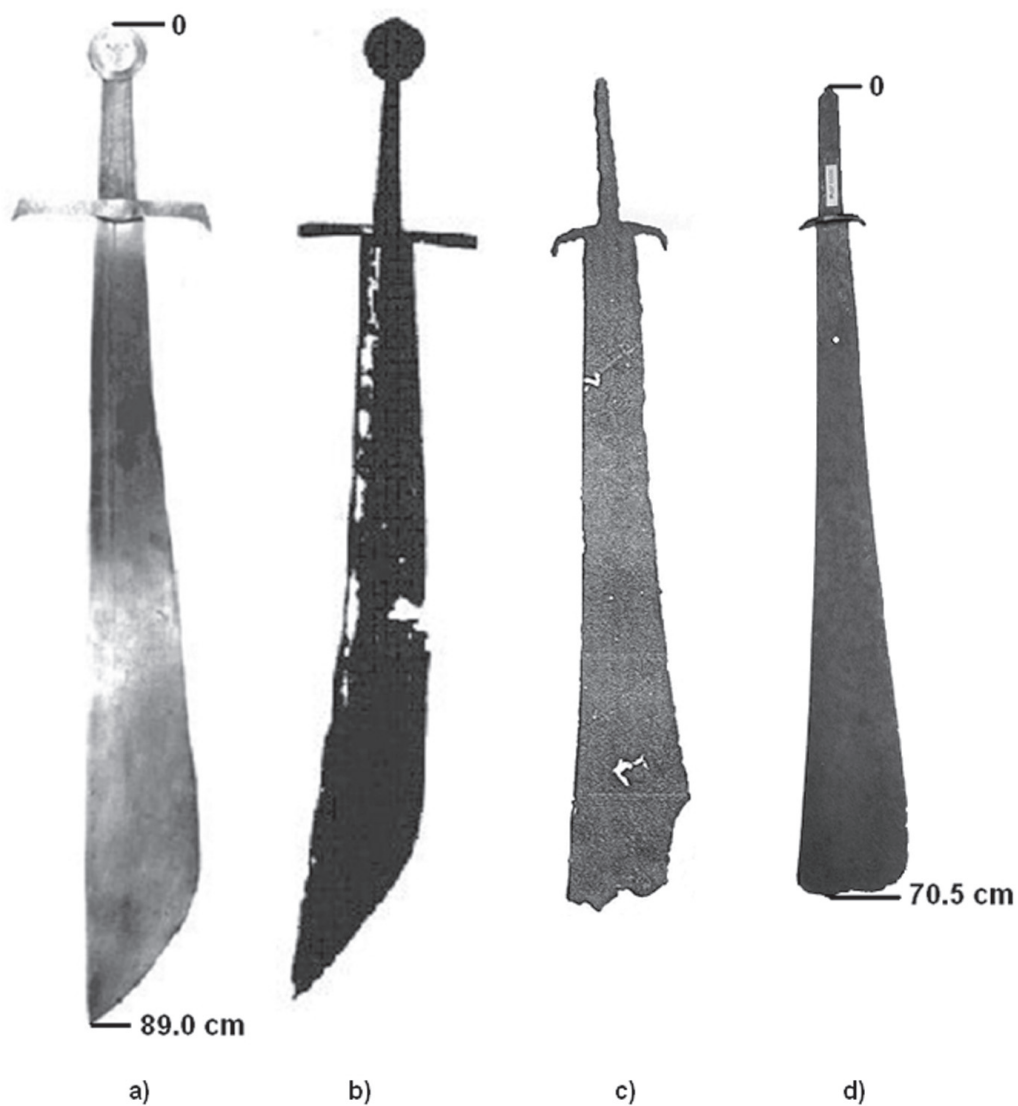
Znaczne podobieństwo morfologiczne głowni omawianych tasaków i poznańskiego miecza św. Piotra pozwala przypuszczać, że ich wiek jest również zbliżony. To znaczy, że wszystkie one mogą być datowane na XIII w. po Chr. i mają zapewne europejską proveniencję.

W średniowieczu, obok omawianych powyżej prostych jednosiecznych głowni tasaków, rozszerzających się przy sztychu, występują również głownie



Ryc. 14. Porównanie morfologii poznańskiego miecza św. Piotra z Muzeum Archidiecezjalnego w Poznaniu z tasakiem z Włoch (*falchion sword*) datowanym na XIII w. po Chr. i jego repliką nr 5132:

- a – morfologia zachowanego oryginału tasaka z Włoch, głownia tasaka jest jednosieczna, prosta i rozszerzająca się ku sztychowi, znacznie uszkodzona przez korozję;
- b – replika tasaka z Włoch nr 5132 (waga 1400 gram) wykonana na podstawie oryginału z ryc. 14a przez firmę Del Tin Armi Antiche;
- c – morfologia poznańskiego miecza św. Piotra, waga 560 gram.



Ryc. 15. Porównanie morfologii poznańskiego miecza św. Piotra z Muzeum Archidiecezjalnego w Poznaniu z tasakami z Anglii, Niemiec oraz Włoch:

- a – tasak z Anglii (*Conyers falchion*) datowany na lata ok. 1260-1270 po Chr.;
- b – tasak z Niemiec (*falchion sword*) znaleziony w Hamburgu;
- c – tasak z Włoch (*falchion sword*) datowanym na XIII w. po Chr.;
- d – poznański miecz św. Piotra



a)



b)

Ryc. 16. Przykłady przedstawień ikonograficznych tasaków średniowiecznych:
a – „Bitwa pod Legnicą 1241 r.” – dzieło Mistrza Tryptyku z Wielowski pochodzące z 1430-1440 r.
– z Muzeum Narodowego w Warszawie, wg [14];
b – Pojmanie Jezusa – Apostoł Piotr zamierza się na Malchusa – fragment szóstej kwarty zamknię-
tego pentptyku z Ołtarza Mariackiego w Krakowie, dzieło Wita Stwosza (1477-1489), wg [17].



Ryc. 17. Sprzedawca ryb zabiera się do krajania dużym nożem (mieczem) tuńczyka. Malowidło na wazie greckiej (Muzeum w Cefalù na Sycylii, Włochy), wg [15].



Ryc. 18. Mężczyzna trzyma w prawej ręce duży nóż (miecz) i odbiera udziec zwierzęcy przeznaczony do pokrojenia. Malowidło na kraterze korynckim z końca VII wieku przed Chr. Scena ta jest umieszczona pod uchem krateru (Muzeum w Luvrze, Francja), wg [15].

krzywe ze ściętym sztychem [13]. W ikonografii średniowiecznej głównie takie pojawiają się często w rękach zarówno niewiernych jak i u wojowników orientalnych. Przykładem takiego przedstawienia tasaków może być „Bitwa pod Legnicą 1241 r.” – dzieło Mistrza Tryptyku z Wielowski pochodzące z 1430-1440 r. – z Muzeum Narodowego w Warszawie (ryc. 16a) [14], gdzie oddziały tatarskie uzbrojone są w broń tego typu. Jak widać na obrazie sposób trzymania i prowadzenia tasaków przez Tatarów podczas walki jest taki sam jak rycerzy walczących mieczami.

Dla poznańskiego miecza św. Piotra jednym z najbardziej zbliżonych przedstawień tasaka, w ikonografii średniowiecznej, jest tasak Apostoła Piotra z Ołtarza Mariackiego Wita Stwosza (1477-1489) w Krakowie (ryc. 16b) [17]. W innych przedstawienia ikonograficznych występujące tam tasaki mają często zakrzywione głównie i ścięte sztychy [1].

Dodatkowe światło na morfologię miecza św. Piotra jak i jego proveniencję rzucają przedstawienia ikonograficzne zamieszczone na dwóch glinianych wazach ze starożytnej Grecji [15]. Malowidło na pierwszej wazie (ryc. 17) przedstawia nam sprzedawcę – rybaka, który długim nożem (mieczem) zabiera się do krojenia dużej ryby. Interesująca nas scena na drugiej wazie (ryc. 18) jest częścią dużej kompozycji figuralnej, gdzie mężczyzna wyposażony w duży nóż (miecz) odbiera od pomagającego mu chłopca udziec zwierzęcy przeznaczony do pocięcia.

Z obu malowideł przedstawionych na wazach greckich wynika jednoznacznie, że kształt noża czy to miecza podobnego do miecza św. Piotra, ma długą tradycję. Występuje bowiem w rejonie Morza Śródziemnego już na kilka wieków przed Chrystusem.

*

W świetle przeprowadzonych badań poznański miecz św. Piotra jawi się jako egzemplarz bardzo dobrej jakości. Kompozytowa budowa miecza z zastosowaniem przemienne warstw twardych i miękkich zapewnia głowni bardzo dobre własności tnące, gwarantując równocześnie odpowiednią sprężystość jak i odporność na pękanie. Umieszczenie materiału o właściwym składzie chemicznym w odpowiednich miejscach głowni świadczy zarówno o umiejętności selekcji materiału jak i o znajomości jego własności. Dowodem wysokich umiejętności kowala jest także prawidłowe wykorzystanie procesu obróbki cieplnej, przez jej lokalne zastosowanie wraz z zabiegiem odpuszczania.

Mając powyższe na uwadze badany miecz, choć nie dziwerowany, można zaliczyć do wyrobów najwyższej klasy. Dlatego też mógł on być cennym подарkiem jak głosi legenda. Jego kształt oraz technologia wskazują jednoznacznie na obce pochodzenie, którego miejscem jest zapewne basen Morza Śródziemnego.

Datowanie poznańskiego miecza św. Piotra na XIII w. po Chr., na podstawie zachowanych egzemplarzy tego typu mieczy, nie zamyka tej kwestii ostatecznie. Z chwilą pozyskania nowego materiału porównawczego, tj. mieczy o podobnym kształcie i o udokumentowanym kontekście archeologicznym, będzie szansa na dalsze uściślenie datowania. Tym bardziej, że technologia jak i morfologia tego typu mieczy (noży) sięga czasów starożytnych. Sprawa pojawienia się miecza w skarbcu katedralnym pozostaje też nadal otwarta, ponieważ nie dysponujemy żadnym dokumentem potwierdzającym jego darowanie, a jedynie przekazem o legendzie, spisany przez J. Długosza w 1475 roku. Dlatego podobnie jak uczynili to M. Głosek i L. Kajzer [1] uważamy, że miecz znalazł się w skarbcu katedralnym zdecydowanie przed XV wiekiem, ponieważ inaczej nie zdążyłaby się ugruntować jego legenda.

LITERATURA

1. M. Głosek, L. Kajzer, *Miecz św. Piotra z katedry poznańskiej*, „Kwartalnik Historii Kultury Materialnej”. R. 22 nr 2, 1974, s. 231-241.
2. H. Seitz, *Blankwaffen*, Bd.1, Klinkhart & Bierman GMBH, München 1981.
3. J.N. Jabczyński, *Wiadomość historyczna o mieczu przechowywanym w archikatedrze poznańskiej, którym według podania miał ś. Piotr Apostoł uciąć ucho Malchusowi*, „Rocznik Towarzystwa Przyjaciół Nauk Poznańskiego”, t. 1, 1860, s. 478-492.
4. W. Powel, *Legenda o Poznańskim mieczu przechowywanym w katedrze*, „Kronika Miasta Poznania”, nr 3-4, 1990, s. 15-18 (przedruk z „Kronika Miasta Poznania”, 1935, s. 412-416).
5. W. Gałka, *Miecz św. Piotra, pamiątka jednej z najstarszych legend poznańskich*, „Kronika Miasta Poznania”, nr 2, 1995, s. 221-224.
6. J. Pazder, *Najstarsza polska relikwia – miecz ś. Piotra z katedry poznańskiej*, Stowarzyszenie Historyków Sztuki Oddział w Poznaniu, 2007, s. 73-79.
7. J. Długosz, *Żywoty biskupów poznańskich*, tłum. A. Pawlaczyk, 1475, w: *Katalogi biskupów poznańskich*, oprac. J. Wiesiołowski, Poznań 2004, s. 6-7, (po raz pierwszy ukazały się drukiem w 1604 roku, staraniem T. Tretera).
8. Strona internetowa *The Conyers Falchion (2010)*, http://bjorn.foxtail.nu/h_conyers_eng.htm
9. Prywatna informacja Fulvio Del Tin, Dyrektora firmy *Del Tin Armi Antiche*.
10. Strona internetowa firmy *Del Tin Armi Antiche (2010)*, <http://www.deltin.net/history.htm>
11. R. Thomsen, *Pattern-welded swords from Illerup and Nydam*, w: *Archaeometallurgy of Iron*, Prague 1989, s. 371-377.
12. M. Biborski, P. Kaczanowski, Z. Kędzierski, J. Stępiński, *Ergebnisse der metallographischen Untersuchungen von römischen Schwertern aus dem Vindonissa – Museum Brugg und Römermuseum Augst*, Gesellschaft pro Vindonissa, Jahresbericht 1985, Brugg Vindonissa - Museum, s. 45-80.
13. Z. Żygulski (jun.), *Broń w dawnej Polsce na tle uzbrojenia Europy i Bliskiego Wschodu*, Warszawa 1975.

14. Strona internetowa *Bitwa pod Legnicą 1241 r.* <http://www.templariusze.org/legnica.php>
14. J. Lang, *A DIRK FROM CYPRUS*, *Materiały Archeologiczne XXVI*, 1991, s. 93-96.
15. K. Majewski z Zespołem, *Kultura materialna starożytnej Grecji*, Warszawa – Wrocław 1956.
16. R.F. Tylecote, *The Prehistory of Metallurgy In the British Isles*, The Institute of Metals, London 1990.
17. K. Czyżewski, A. Bujak, *Wit Stwosz Oltarz Mariacki*, Kraków 2007.

SUMMARY

The authors present the results of a metallurgical study of the Poznań sword of St. Peter conducted in 2009. Analysis of the chemical composition of the metal of the blade helped to determine the technology used in its manufacture and consequently made it possible to specify the age and origin of the sword. The authors made an attempt to describe the sword of St. Peter and assign it to an adequate type of one blade weapons. In determining the presumed age of the sword a list of objects that resemble it visually (two 13th century cleavers) or are decorated with evidently related images (Greek vases) proved helpful.