

Recenzja pracy doktorskiej

mgr inż. K.Kupczaka

REKONSTRUKCJA HISTORYCZNYCH (V WIEK P.N.E. - XIX WIEK N.E.) METOD
WYTOPU METALI NA TERENIE POLSKI

Recenzja została przygotowana na podstawie Uchwały Rady Naukowej Instytutu Nauk o Ziemi Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego z dnia 14.01.2025 roku, reprezentowanej przez prof. dr hab. Leszka Marynowskiego. Rada podjęła stosowne postanowienia w zakresie powołania Komisji ds. postępowania w sprawie nadania stopnia doktora panu mgr inż. Krzysztofowi Kupczakowi na podstawie przedstawionej pracy „Rekonstrukcja historycznych (V wiek p.n.e. – XIX wiek n.e.) metod wytopu metali na terenie Polski”.

Dysertacja pana mgr inż. Krzysztofa Kupczaka obejmuje następujące prace:

- Warchulski, R., Szczuka, M., Kupczak, K. 2020. Reconstruction of 16th–17th century lead smelting processes on the basis of slag properties: A case study from Sławków, Poland. *Minerals*, 10(11), 1039. DOI: 10.3390/min10111039. 100 pkt MNiSW.
- Kupczak, K., Warchulski, R., Gawęda, A. 2023. Reconstruction of smelting conditions during 16th-to 18th-century copper ore processing in the Kielce region (Old Polish Industrial District) based on slags from Miedziana Góra, Poland. *Archaeometry*, 65(3), 547-569. DOI: 10.1111/arc.12837. 200 pkt MNiSW.
- Warchulski, R., Kupczak, K., Gawęda, A., Sitko, R. 2022. Complete reconstruction of the process and conditions during gold smelting in the 15th– 17th centuries in Złoty Stok based on metallurgical slags. *Archaeometry*, 64(4), 916-934. DOI: 10.1111/arc.12752. 200 pkt MNiSW.
- Kupczak, K., Warchulski, R., Gawęda, A., Janiec, J. 2024. Bloomery iron production in the Holy Cross Mountains (Poland) area during the Roman period: conditions during the metallurgical process and their uniformity between locations. *Heritage Science*, 12(1), 147. DOI: 10.1186/s40494-024-01266-6. 140 pkt MNiSW.
- Kupczak, K., Warchulski, R., Gawęda, A., Ślęzak, M., Migas, P. 2024. The use of predominance area diagrams (PAD) to determine the oxygen and sulfur fugacities prevailing during historical metallurgical processes: the case of fifteenth to seventeenth century copper slags from Polichno (Old Polish industrial district). *Heritage Science*, 12(1), 49. DOI: 10.1186/s40494-024-01171 -y. 140 pkt MNiSW.
- Kupczak, K., Warchulski, R., Dulski, M., Środek, D. 2020. Chemical and phase reactions on the contact between refractory materials and slags, a case from the 19th century Zn-Pb smelter

in Ruda Śląska, Poland. Minerals, 10(11), 1006. DOI: 10.3390/min10111006. 100 pkt MNiSW.

• Kupczak, K., Warchulski, R. 2024. SLAG—software for reconstruction of historical smelting processes based on slag properties. Archaeometry. 66(4), 803-823. DOI: 10.1111/arc.12940. 200 pkt MNiSW.

Praca doktorska została wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Aleksandry Gawędy (promotora) i dr hab. Rafała Warchulskiego (promotor pomocniczy).

W pięciu publikacjach mgr inż. K. Kupczak jest pierwszym autorem, w dwóch pozostałych pierwszym autorem jest promotor pomocniczy dr hab. R. Warchulski. Wszystkie prace zostały opublikowane w czasopiśmie impaktowym, umieszczonych na liście MNiSW. Ich wartość mieści się w zakresie punktacji 100-200 pkt.

Struktura dysertacji

Część wstępna dysertacji obejmuje ponad 40 stron. Omawiane są w niej: dotychczasowy stan wiedzy na temat rozpoznania procesów wytapiania w aspekcie historycznym, stan wiedzy nad historycznym hutnictwem w Polsce, metodyka badań (szczególnie ważne omówienie jest metod określania poszczególnych parametrów stopu: temperatury wytapiania, określenia lepkości, lotności składników gazowych, prędkości chłodzenia stopu), oprogramowanie. W następnych częściach dysertacji ukazane są wyniki publikacji i tworzenia autorskiego programu. Tę część (publikację dotyczącą oprogramowania SLAG) uważam za najbardziej predystynowaną do wnioskowania o wyróżnienie dysertacji. Po części wstępnej ukazane są same publikacje. Dedykowane są one rekonstrukcji procesów pozyskiwania Pb, Cu, Au, Fe, Zn w zróżnicowanych okresach historycznych. Jedna z publikacji dedykowana jest wykorzystaniu diagramów obszarów przewagi do określenia lotności składników gazowych. Dysertację kończy określenie przez współautorów ich udziału w tworzeniu publikacji. Na podstawie tychże deklaracji wnioskować można, iż merytoryczny udział doktoranta w badaniach i tworzeniu publikacji był dominujący.

Wszystkie prace zostały wykonane z pomocą rozbudowanego warsztatu badawczego (ICP-MS/OES, XRF, SEM, EPMA, XRD, prace eksperymentalne, warsztat matematyczny), co powoduje, że doktorant ma świetne przygotowanie do podejmowania następnych zadań badawczych.

Badania doktoranta zostały wsparte projektem NCN co bardzo dobrze świadczy o jego możliwościach ubiegania się o fundusze. Uzyskanie projektu NCN, w chwili obecnej, nie jest proste. Tylko projekty o dużej wartości badawczej mają szansę na finansowanie. Uzyskanie projektu przez tego młodego badacza zasługuje na szczególną, pozytywną uwagę.

Zalety pracy

1. Czytelna i logiczna organizacja pracy, gdzie oryginalne artykuły poprzedzone są komentarzem wprowadzającym, w tym zwięzłym wstępem prezentującym zarówno kontekst pracy jak i cele pracy (publikacji) oraz uzyskane rezultaty.
2. Stosowanie więcej niż jednej metody dla określenia parametrów procesu (na przykład str. 30 w przypadku określania temperatury - połączenie metod teoretycznych i eksperymentalnych).
3. Różnorodność i obszerność wykonanych pomiarów i analiz.

4. Szeroka gama teoretycznych modeli kalkulacyjnych użytych do rekonstrukcji warunków fizycznych, chemicznych i termodynamicznych procesów.

5. Za szczególnie istotne osiągnięcie dysertacji uznaję przygotowanie autorskiego programu SLAG przedstawionego w publikacji „7” – uwagi poniżej należy odnieść do tego programu (podzielone są one na „dobre strony” i „słabsze strony”):

Dobre strony

1. Program jest bezpłatny i dostępny do pobrania z repozytorium publicznego *GitHub*.

2. Biblioteki (moduły) oprogramowania matematycznego i statystycznego użyte w programie należą do domeny publicznej, są szeroko stosowane w środowisku akademickim i godne zaufania, będąc zweryfikowane przez dużą społeczność użytkowników na przestrzeni lat.

3. Autorski program (publikacja 7) nie ogranicza się tylko do ukazania tworzenia programu, ale publikacja jest szerokim kompendium rozmaitych modeli teoretycznych do kalkulacji parametrów procesu wraz z krytyczną dyskusją ich stosowalności w zależności od różnych zakresów danych wejściowych. Dyskusja modeli (znajomość danych wejściowych) jest krytycznie ważna dla wiarygodności tworzonych modeli. W artykule 7 szeroka dyskusja dotycząca modeli teoretycznych określania parametrów procesów jest w istocie solidną komparatystyką omawianych modeli. Użycie programu SLAG powinno się więc rozpocząć od wnikliwej lektury publikacji „7”.

Słabsze strony

1. Zakresy stosowalności, kluczowe przy korzystaniu z rozmaitych modeli teoretycznych do kalkulacji warunków procesu, nie są częścią narzędzia pozostawiając ryzyko błędnej rekonstrukcji procesów hutniczych. Podkreślone jest znaczenie selekcji właściwego modelu. Wybór ten nie jest wspierany w samym programie, ponieważ po wprowadzeniu danych wejściowych wykonywana jest kalkulacja bez informacji o ograniczeniach wybranego modelu.

2. Wykres lepkości w funkcji temperatury pokazuje, że wyniki w zależności od wybranego modelu różnią się o wiele rzędów wielkości. Brak jest wyjaśnienia lub przynajmniej ostrzeżenia o niekompatybilności modelu z danymi wejściowymi.

3. W repozytorium *GitHub* dostępna jest tylko wersja wykonywalna programu co nie pozwala na kontrolę i doskonalenie kodu oraz dalszą rozbudowę funkcjonalności programu.

Drobne niedoskonałości

Dysertacja jest pracą perfekcyjną. Trudno jest się dopatrzeć w niej poważnych uchybień. Przygotowanie jej z zestawu publikacji znacznie ułatwia pracę recenzentowi, gdyż prace załączone już uprzednio zostały poddane recenzjom redakcyjnym. Stąd drobne komentarze, które nie są uwagami zwracającymi uwagę na uchybienia prawne, gdyż takimi nie są. Dlatego też ten fragment recenzji tytułuję „drobne niedoskonałości”. Jednocześnie nie uznaję za konieczne odniesienie się doktoranta do uwag wylistowanych poniżej.

Nie jest oczywiste jaka jest podstawowa teza pracy (dysertacji) jako całości. Rekonstrukcję parametrów wytapiania trudno jest określić jako tezę badawczą. Wprawdzie cele jednostkowe rekonstrukcji są podane w poszczególnych publikacjach to jednak we wstępie ogólna teza także powinna znaleźć swoje odzwierciedlenie.

Pewną niezręcznością, której należałoby uniknąć, jest włączenie dwóch prac, których pierwszym autorem jest dr hab. R. Warchulski. Pierwszy autor w publikacji wieloautorskiej postrzegany jest jako inicjator głównych idei naukowych publikacji. Przedstawione prace (aplikacja) kierowana jest w celu uzyskania stopnia doktora. I bez tych dwóch publikacji pozostałe są wystarczającym materiałem badawczym, na podstawie którego mgr inż. K. Kupczak może ubiegać się o nadanie mu stopnia doktora. Tak więc, z jednej strony,

przedstawione publikacje ukazują potencjał doktoranta w zakresie pracy zespołowej, z drugiej – dla czystości intencji, lepiej byłoby, gdyby przedstawione artykuły ukazywały prace z doktorantem jako pierwszym ich autorem.

W części wstępnej parametry wytopu opisane w poszczególnych publikacjach nie są uszeregowane wg tego samego schematu. Nie uznaję tego za błąd, lecz konsekwentne stosowanie takiej samej kolejności ułatwia czytającemu pracę.

Zapytanie do dyskusji w trakcie obrony

- a. Pana dysertacja przedstawia rozpoznanie procesów prowadzących do ekstrakcji pierwiastków użytecznych jak i oceny wzbogacenia żużli w pierwiastki, które pozostają w nich po wytopie.
- b. Jaka jest Pana opinia co do możliwości wykorzystania tych ostatnich jako złóż wtórnych? Czy wystąpienia, badane przez Pana, mają charakter ciekawostek geologicznych, czy powinny być rozpracowywane jako potencjalne źródło pierwiastków użytecznych w świecie, gdzie ilość złóż ulega postępującemu pomniejszeniu.
- c. Jaki scenariusz badań chciałby Pan zaproponować w przypadku potraktowania tych odpadów jako złóż wtórnych?
- d. Zwraca Pan uwagę na postępującą degradację wystąpień żużli powodowaną ich zróżnicowanym wykorzystaniem. Jaka jest Pana opinia w odniesieniu do tych bardzo skomplikowanych problemów i od strony badań podstawowych i od strony rozpatrywania użyteczności żużli.

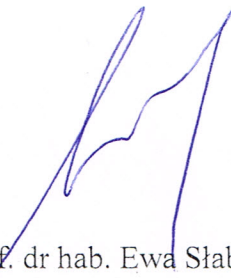
Wniosek końcowy

Przedstawiona rozprawa przedstawia oryginalne, merytorycznie - wysokiej klasy opracowanie jakim jest szczegółowa identyfikacja składu produktów powstałych w wyniku wytopienia rud metali jak i identyfikacji parametrów ich wytopu. Dane te ukazane zostały zarówno w aspekcie regionalnym – geologicznym jak i historycznym. Na szczególną uwagę zasługuje autorski program, z pomocą którego można identyfikować parametry wytopu. Już tylko ta część pracy zasługuje na wniosek o wyróżnienie rozprawy. Jednakże i wysoki poziom pozostałych publikacji, oceniając je od strony warsztatowej, od strony identyfikacji faz, kalkulacji parametrów wytopu w pełni zasługują na taki wniosek. Dysertacja spełnia więc wymogi rozporządzenia Uniwersytetu Śląskiego w tym zakresie. Należy dodać, że dysertacja została przygotowana i złożona w ustalonym regulaminowo terminie.

Dysertacja ma charakter nowatorski i wnosi nowe rozwiązania do metodologii w tym zakresie. Doktorant prezentuje dojrzałość w prowadzeniu badań, pozyskiwaniu wyników, ich procesowaniu jak i formułowaniu wniosków. Świadczy o tym, między innymi, pozyskanie projektu badawczego. Również jego dorobek publikacyjny, jak na niewielki okres prowadzenia badań, jest nie tylko obfity, ale i prezentuje bardzo wysoki poziom merytoryczny.

Biorąc pod uwagę powyższe uważam, że praca w pełni spełnia warunki określone w art. 187 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 roku (Dz. U. 2018, poz. 1668 wraz z późn. zm.). Stawiam wniosek do Rady Naukowej Instytutu Nauk o Ziemi Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego o dopuszczenie do dalszych

etapów postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora mgr inż. K. Kupczakowi. Jednocześnie stawiam wniosek o wyróżnienie pracy doktorskiej, biorąc pod uwagę jej bardzo wysoki poziom naukowy. Na szczególne wyróżnienie, na podstawie którego formułuję swój wniosek, zasługuje bardzo wysoki poziom naukowy wszystkich ukazanych prac; szczególny nacisk położyłabym na stworzenie autorskiego programu do kalkulacji parametrów wytopu rud. Dla każdego z badanych wystąpień doktorant przeprowadza detaliczną kalkulację parametrów wytopu ukazując jednocześnie procesy w aspekcie historycznym. Kompilacja metod identyfikacji faz pozwala na holistyczne ujęcie tematu. Świadczy to o dojrzałości młodego badacza i zasługuje na wyróżnienie. Geochemia stosowana jest w pracy w bardzo obszernym zakresie, poszerzającym stosowaną dotychczas metodologię w rozpatrywaniu podobnych zagadnień. Prace doktoranta mogą być wzorcowymi w rozwoju podejmowanej tematyki. Tematyka ta zawiera jednocześnie wiele przyszłościowych aspektów, gdyż koncentracje pierwiastków użytecznych na złożach wtórnych będą niewątpliwie dociekliwie badane w następnych latach. Posiadanie warsztatu badawczego, jakim dysponuje mgr inż. K. Kupczak, jego umiejętność krytycznego przewartościowania uzyskanych danych, będzie cennym narzędziem w pozyskiwaniu projektów i ich realizacji.



(prof. dr hab. Ewa Słaby)