

*dr hab. inż. Anna Świercz prof. UJK  
Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska  
Pracownia Ochrony Gleb i Krajobrazu Kulturowego  
Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach*

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Justyny Likus-Cieślik**  
**pt. „Wpływ podwyższonego stężenia siarki mineralnej na kształtowanie się właściwości gleb i roślinności na zrehabilitowanych dla leśnictwa terenach po kopalni "Jeziórko"**

**1. Podstawa formalna i przedmiot recenzji**

Recenzja została przygotowana zgodnie z uchwałą nr 21/ 2018 z dnia 21 marca 2018 r. Rady Wydziału Leśnego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie w odpowiedzi na pismo skierowane przez dziekana Wydziału Leśnego (4DL-520-2117) prof. dr hab. inż. Marcina Pietrzykowskiego.

Oceny dokonano na podstawie dokumentacji, którą stanowi rozprawa doktorska (obszerne streszczenie) wraz z kopiami artykułów naukowych składających się na rozprawę oraz oświadczenia pozostałych współautorów publikacji dotyczące procentowego udziału w artykułach i opis zakresu wkładu pracy doktorantki.

**2. Informacje wstępne**

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Likus-Cieślik została przygotowana pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Marcina Pietrzykowskiego oraz dr inż. Marty Szostak, która pełniła funkcję promotora pomocniczego. Praca została wykonana w Instytucie Ekologii i Hodowli Lasu, Zakładzie Ekologii Lasu i Rekultywacji na Wydziale Leśnym UR w Krakowie.

Podstawą rozprawy doktorskiej jest cykl 6. spójnych tematycznie publikacji naukowych opublikowanych w latach 2015-2018 wraz ze streszczeniem w jęz. polskim, które zostało podzielone na 5 rozdziałów zawierających metodykę, omówienie wyników i wnioski.

W składzie rozprawy znalazły się następujące prace:

1. **Likus-Cieślak J.**, Pietrzykowski M., Szostak M., Szulczewski M. 2017. Spatial distribution and concentration of sulfur in relation to vegetation cover and soil properties on a reclaimed sulfur mine site (Southern Poland), *Environmental Monitoring and Assessment* 189:87, DOI: 10.1007/s10661-017-5803z; (lista A MNiSW 25 pkt., IF 1.687);
2. **Likus-Cieślak J.**, Pietrzykowski M. 2017. Ocena hydrochemiczna wód powierzchniowych na zrehabilitowanym i zalesionym obszarze kopalni siarki „Jeziórko”, [w:] M. Czop, M. Kajda-Szcześniak (red.), *Współczesne Problemy Ochrony Środowiska IV*, str. 41-46; (rozdział w monografii, 4 pkt.MNiSW)
3. **Likus-Cieślak J.**, Pietrzykowski M., Śliwińska- Siušta M., Krzaklewski W., Szostak M. 2015. A preliminary assessment of soil sulphur contamination and vegetations in the vicinity of former boreholes on the afforested post-mine site Jeziórko, *Geology, Geophysics & Environment* 41(4): 371-380, DOI: 10.7494/geol.2015.41.4.371; (lista B MNiSW 14 pkt.);
4. **Likus-Cieślak J.**, Pietrzykowski M. 2017. Vegetation development and nutrients supply of trees in habitats with high sulfur concentration in reclaimed former sulfur mines Jeziórko (Southern Poland), *Environmental Science and Pollution Research* 24(25), 20556-20566 , DOI: 10.1007/s11356-017-9638-5; (lista A MNiSW 30 pkt., IF 2.741);
5. **Likus-Cieślak J.**, Pietrzykowski M. 2018. Post-mine sulfurous soil chemistry in leaching Experiment under controlled conditions at different tree species litter addition, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego Inżynieria Środowiska* 167 (47): 34-46 (Lista B MNiSW 7 pkt.),
6. **Likus-Cieślak J.**, Pietrzykowski M., Chodak M. 2018. Chemistry of sulfur-contaminated soil substrate from a former Frasch extraction method sulfur mine leachate with various forms of litter in a controlled experiment, *Water, Air, & Soil Pollution*, 229:71, DOI: 10.1007/s11270-018-3716-2 (Lista A MNiSW 25 pkt., IF 1.702).

Trzy z wymienionych prac zostały opublikowane w renomowanych czasopismach takich jak: *Environmental Monitoring and Assessment* , *Environmental Science and Pollution Research*, *Water, Air, & Soil Pollution* z listy A MNiSW o łącznym IF = 6,130 ( $\Sigma$  80 punktów MNiSW), dwa artykuły ukazały się w czasopismach z listy B MNiSW ( $\Sigma$  21 punktów): *Geology, Geophysics & Environment* oraz *Zeszytach Naukowych Uniwersytetu Zielonogórskiego Inżynieria Środowiska*, jedna praca stanowi zaś rozdział w monografii (4 punkty wg wyceny MNiSW). Reasumując łączny IF cyklu publikacji wynosi 6,130 czyli 105 punktów MNiSW co czyni dorobek doktorantki imponującym i wskazuje na Jej dużą aktywność naukową.

We wszystkich pracach mgr inż. Justyna Likus-Cieślik jest pierwszą współautorką, a z załączonych oświadczeń wynika, że wkład doktorantki w powstanie prac był wiodący i wynosił 70% w każdym z artykułów. Doktorantka miała dominujący udział w opublikowaniu prac składających się na rozprawę doktorską w zakresie koncepcji badań, kierowania badaniami laboratoryjnymi, opracowania wyników i dyskusji, formułowania wniosków, przygotowania manuskryptów do publikacji. Wszystkie opublikowane artykuły były nadzorowane przez promotora pracy prof. dra hab. inż. Marcina Pietrzykowskiego szczególnie w zakresie przygotowania artykułów do druku, krytycznej analizy wyników, konsultacji w procesie koncepcji badań (10-20%).

Opublikowane prace, które zostały przedstawione jako rozprawa doktorska zastały wcześniej poddane wnikliwym recenzjom w wydawnictwach, szczególnie te z listy A MNiSW, zatem ich dodatkowe recenzowanie zawsze nastęca pewnych trudności w stosunku do klasycznych rozpraw doktorskich. Krytyczni recenzenci czasopism wydawanych przez m.in. wydawnictwo np. Springer, Elsevier wymagają od autorów od momentu złożenia artykułu do druku starannej analizy i właściwego, syntetycznego przedstawienia wyników w nawiązaniu do krytycznej dyskusji. Często proces recenzji jest żmudny, artykuł z poprawkami wraca do autora po wielokroć co sprawia, że opublikowanie pracy może trwać lata (!). Jest to przyczyną faktu, że taka forma prezentacji pracy doktorskiej czyli cyklu publikacji jest trudna do zrealizowania przez bardzo wielu doktorantów, którzy wybierają względnie „bezpieczną” wersję monografii. Ocenę pracy pani mgr inż. Justyny Likus- Cieślik odniosę zatem w głównej mierze do załączonego streszczenia działalności naukowej przygotowanego na podstawie opublikowanych przez Nią i współautorów artykułów.

### **3. Ocena rozprawy doktorskiej**

Przedstawiona do oceny rozprawa jest poświęcona kształtowaniu się wybranych, dynamicznych cech ekosystemu leśnego w układzie gleba-roślina po zakończonych pracach rekultywacji technicznej i biologicznej na terenie byłej otworowej kopalni siarki „Jeziórko”.

Cele badawcze pracy były rozbudowane i dotyczyły:

- oceny przestrzennego stopnia zanieczyszczeń siarką wierzchnich poziomów glebowych wykształconych inicjalnych gleb antropogenicznych (technosoli wg IUSS Working Group WRB, 2015) na zreaktywowanym w kierunku leśnym terenie pokopalnianym na tle innych cech glebowych,
- analizy stanu chemicznego wód powierzchniowych w kontekście ich zmienności sezonowej i zagrożeń środowiska z tytułu silnie kwaśnych odcieków, charakterystycznych dla terenów pogórnicznych złóż siarki rodzimej,

- oceny tempa wzrostu, żywotności i stanu zaopatrzenia mineralnego organów asymilacyjnych sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.) i brzozy brodawkowatej (*Betula alba var. pendula* (Roth) W.T.Aiton) wzrastających w warunkach ponadnormatywnych zawartości siarki w glebie na zidentyfikowanych powierzchniach testowych,
- oceny stopnia koncentracji wybranych pierwiastków w biomacie trzcinnika piaskowego (*Calamagrostis epigejos* (L.) Roth) pozyskanego z powierzchni testowych o różnym stopniu pokrycia roślinnością tzn. z uwzględnieniem gruntów zdegradowanych i zalesionych brzozą i sosną w zależności od stężeń siarki w glebach,
- oceny zdolności remediacyjnej materii organicznej w postaci rozdrobnionej ściółki brzozowej i sosnowej na chemizm i zdolności infiltracyjne pokopalnianej gleby zasiarzonej w kontrolowanym doświadczeniu modelowym.

Wybór tematu pracy, obiektu i przedmiotu badań uważam za trafny, bowiem 35.letnia działalność związana z wydobywaniem siarki w otworowej kopalni siarki „Jeziórko” przyczyniła się do powstania wyjątkowo negatywnych zmian w środowisku przyrodniczym. W wyniku eksploatacji siarki, zaburzone zostały naturalne stosunki wodne w trzeciorzędowym i czwartorzędowym piętrze wodonośnym, powstały przekształcenia geomechaniczne (liczne niecki osiadania, obszary zalewowe) oraz skażenia chemiczne w rejonach prowadzonej działalności górniczej. Mimo przeprowadzonej do 2010 r. rekultywacji, która objęła ponad 1 170 ha gruntów (z czego 705 ha w kierunku leśnym) nadal występują lokalnie miejsca w których stężenie siarki w glebie jest ponadnormatywne, a powierzchnie są niemal pozbawione okrywy roślinnej.

Autorka realizując cele pracy wyznaczyła siatkę punktów badawczych (88) z których pobrała próbki gleby (poziom organiczno-mineralny 0-20 cm) do analiz laboratoryjnych. W próbkach oznaczyła: skład granulometryczny, zawartość siarki  $S_{tot}$ , pH, przewodność elektrolityczną (PEW), zawartość  $C_{org.}$ ,  $N_{og.}$  wg metod powszechnie stosowanych w gleboznawstwie. Oceniła stopień skażenia gleb na podstawie wytycznych IUNG. Ponadto przeprowadziła badania chemizmu wód powierzchniowych, pobierając próbki z 15 punktów monitoringowych zlokalizowanych na zbiornikach i ciekach powierzchniowych. W wodach zbadała: pH, przewodność elektrolityczną (PEW), skład jonowy. Na podstawie uzyskanych wyników dokonała oceny zmienności przestrzennej badanych parametrów wód pod kątem stopnia mineralizacji i kategorii hydrogeochemicznej.

Kolejne badania dotyczyły oceny stanu roślinności dokonanej w oparciu o rozpoznanie stopnia pokrycia roślinnością zielną płatów wg skali Brauna-Blanquet'a i wyborze do szczegółowych analiz tych mikrosiedlisk, które zostały zaklasyfikowane do kategorii terenów

uznanych za zrekułtywowane (czyli skutecznie zalesione) oraz zdegradowanych (grunty pozbawione lub częściowo pozbawione okrywy roślinnej). Na wyznaczonych powierzchniach autorka dokonała pomiarów występujących drzew (wysokości, pierśnice), spisu roślinności (na poletkach o średnicy 1m<sup>2</sup>), pobrała do analiz laboratoryjnych igły (sosna zwyczajna) i liście (brzoza brodawkowata) oraz liście trzcinnika piaskowego. W próbach roślinnych zbadane zostały całkowite zawartości makropierwiastków N, S, Na, K, P, Ca, Mg wg standardowej, szczegółowo opisanej metodyki. Autorka przeprowadziła rutynowe testy statystyczne zależności pomiędzy zawartością makropierwiastków w materiale roślinnym i próbach glebowych pobranych z głębokości 0-20 i 20-50 cm. Dalsze badania eksperymentalne przeprowadzone w wazonach wegetacyjnych, dotyczyły badania wpływu materii organicznej czyli ściółki brzozowej i sosnowej na tempo utleniania siarki z gleb o ponadnormatywnym zasiarczeniu.

Na podstawie przeprowadzonych badań terenowych i laboratoryjnych oraz dyskusji wyników z danymi literaturowymi doktorantka wywiodła kilka wniosków zamieszczonych na str. 22 załączonego streszczenia. Za najważniejsze uważam stwierdzenia, że pomimo starannej i przeprowadzonej dużym nakładem finansowym rekułtywacji terenu po kopalni „Jeziórko” istnieje jeszcze szereg miejsc o bardzo wysokim skażeniu siarką (do 45 000 mg·kg<sup>-1</sup> i pH<2,0, PEW do 6500 μS·cm<sup>-1</sup>), które uniemożliwiają skuteczne zadarnienie powierzchni. Identyfikacja tych obszarów może pozwolić w przyszłości na ich remediację. Ponadto wykazana bardzo duża zmienność właściwości chemicznych wód powierzchniowych (pH w zakresie 2,6 do 7,0), podwyższoną koncentrację jonów siarczanowych, wysokie zasolenie potwierdzające tezę o dużej labilności nowopowstałego ekosystemu, wymagającego badań monitoringowych. Mimo punktowych zanieczyszczeń w obrębie badanego obszaru, doktorantka uznała przeprowadzoną rekułtywację z zastosowaniem wapna poflotacyjnego za skuteczną, czego wyrazem mogą być dobre parametry wzrostowe i stopień odżywienia badanych drzew. Dodatkowe wskazania wynikające z treści pracy mogą sugerować konieczność przeprowadzenia np. bioaugmentacji in situ z zastosowaniem odpowiednich szczepów mikroorganizmów.

Badania doktorantki potwierdzają, że trzcinnik piaskowy tworzący często zwarte łany na stanowiskach nieocienionych odgrywa rolę pionierską zarówno na gruntach bezglebowych wapna poflotacyjnego jak i na gruntach silnie zanieczyszczonych siarką rodzimą o pH 3,2–4,8 i nie wykazuje zdolności do jej akumulacji.

Kolejne wnioski wynikające z pracy nawiązują do znanych stwierdzeń o wpływie nieszumifikowanej materii organicznej na stan roztworów glebowych. Jednakże

przeprowadzony eksperyment wazonowy w założonych warunkach glebowo-temperaturowych nie potwierdził zakładanej tezy o możliwości zwiększenia wypłukiwania siarki z gleby.

Z pewnością ta część pracy mogłaby zostać w przyszłości rozszerzona o inny (np. dobowy) zakres temperatur w których przeprowadzono doświadczenie, dłuższy czas trwania eksperymentu (zmiana stopnia humifikacji ściółek – od świeżej ektopróchnicy po shumifikowaną), przemywanie prób wodą niedestylowaną, badanie stanu edafonu etc. co być może mogłoby wpłynąć na modyfikację wniosków końcowych.

#### **4.1. Zagadnienia do wyjaśnienia i dyskusji**

Czy trzcinnik piaskowy był jedyną rośliną zielną występującą na wszystkich badanych stanowiskach? Czy nadrzędnym powodem wyboru trzcinnika do analiz była jego frekwencja? Dlaczego zdecydowano się na badanie zawartości ogólnej pierwiastków w szpilkach sosny zarówno 1. rocznych jak i 2. letnich, choć wiadomo, że 2. letnie są lepszymi bio wskaźnikami stanu (jakości) środowiska? Uwaga dodatkowa: stopnia zaopatrzenia drzew w składniki pokarmowe nie można w pełni ocenić badając jedynie zawartość makropierwiastków w organach asymilacyjnych.

Jaki może być powód liniowej, ponadnormatywnej koncentracji zanieczyszczeń siarką w granicach obszaru badań?

Czy zdaniem autorki przeprowadzenie ponownego wapnowania miejsc („hot spot”) w których stwierdzono wyraźne skażenie gleb siarką (ok. 2% badanej powierzchni i skażenie  $S_{tot}$  nawet do  $45\ 000\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) da oczekiwany efekt poprawy stanu mikrosiedlisk? Czy może należałoby zastosować inne rozwiązanie problemu?

#### **4.2. Uwagi edytorskie**

W autoreferacie pojawiają się drobne usterki edytorskie, kolokwializmy czy skróty myślowe. Nie mają one wpływu na wartość zamieszczonych treści ale w przypadku prac naukowych należy ich unikać jak np.:

„po opracowaniu klas pokrycia..) str. 16 (powinno być: po oszacowaniu stopnia pokrycia płatów roślinnością zielną...),

„...pobrano próbki glebowe...z poziomów 0-5 i 5-40 cm ..”str. 16 (powinno być: ... pobrano próbki glebowe...z głębokości 0-5 i 5-40 cm),

„określono stopień pokrycia w warstwie roślin zielnych” str.16 (powinno być: określono stopień pokrycia warstwy zielnej),

„niekorzystne właściwości gleb były powodem... zamierania zalesień” str. 17 (powinno być raczej np. zamierania sadzonek drzew),

„powierzchnie kategorii D są przykładem nieefektywnie wykonanej rekultywacji a szczególnie neutralizacji i izolacji zanieczyszczeń siarką” str.17 (powinno być: np. powierzchnie kategorii D są przykładem nieefektywnie wykonanej rekultywacji, szczególnie w zakresie neutralizacji (czy też zubożenia) gleby i izolacji zanieczyszczenia siarką.

„ ...ponad.10-cio krotnie” str. 13 (powinno być ...ponad 10. krotnie)

„...obszary te ....stanowią stosunkowo niewielki udział...” str. 10 (powinno być ...obszary te... mają niewielki udział...) etc.

## **5. Podsumowanie i wnioski**

Pani mgr inż. Justyna Likus-Cieślik spełniła wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora. Przedstawiła do oceny spójne tematycznie, oryginalne rozwiązanie postawionego problemu naukowego opartego na własnych badaniach terenowych i analitycznych. Wykazała umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz opanowania ogólnej wiedzy teoretycznej związanej z naukami leśnymi i wiedzą o środowisku. Rozprawa wnosi istotne elementy poznawcze, a wyniki mogą być przydatne w planowaniu i ocenie prac rekultywacyjnych prowadzonych w szczególnie trudnych warunkach przyrodniczych i technicznych.

Stwierdzam, że oceniana rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Likus-Cieślik pt „Wpływ podwyższonego stężenia siarki mineralnej na kształtowanie się właściwości gleb i roślinności na zrehabilitowanych dla leśnictwa terenach po kopalni „Jeziórko”, spełnia wymogi wynikające z ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jednolity DZ. U. z 2017 r. poz. 1789) i wnoszę do Rady Wydziału Leśnego Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie o dopuszczenie Jej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Mając na uwadze fakt opublikowania części (3) wchodzących w skład rozprawy artykułów w renomowanych czasopismach z bazy JCR (IF> 1,6), dobre zaplanowanie i konsekwentne prowadzenie prac badawczych, wnikliwe przeanalizowanie wyników z wykorzystaniem zaawansowanych metod statystycznych wnoszę do Wysokiej Rady wnioski o wyróżnienie ocenianej rozprawy doktorskiej.