

**dr hab. inż. Marta Szostak, prof. URK**

Kraków, dn. 7 lutego 2024 r.

Wydział Leśny, Katedra Zarządzania Zasobami Leśnymi  
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie  
al. 29 Listopada 46, 31- 425 Kraków

## **Recenzja rozprawy doktorskiej**

**Pana mgr Grzegorza Kroka**

pt.

***„Szacowanie miąższości drzew na poziomie powierzchni próbnej  
przy pomocy technologii naziemnego skanowania laserowego”***

wykonanej pod kierunkiem:

dr. hab. Krzysztofa Stereńczaka, prof. IBL – promotor

Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Geomatyki

dr inż. Bartłomieja Kraszewskiego – promotor pomocniczy

Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Geomatyki

### **Podstawa oceny**

Formalną podstawą sporządzenia recenzji jest pismo (numer RN-0000-361/2023) Z-cy Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Badawczego Leśnictwa, Pani prof. dr hab. Iwony Skrzecz, z dnia 4 grudnia 2023 roku. W niniejszym piśmie zostałam wskazana jako recenzent w przewodzie doktorskim Pana Grzegorza Kroka pt. *„Szacowanie miąższości drzew na poziomie powierzchni próbnej przy pomocy technologii naziemnego skanowania laserowego”* na podstawie uchwały Rady Naukowej IBL z dnia 23 listopada 2023 r.

## Charakterystyka i znaczenie rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr Grzegorza Kroka (120 stron) składa się z 11 rozdziałów, począwszy od wstępu teoretycznego w zakresie wprowadzenia do tematyki badawczej, poprzez wskazanie celów pracy i hipotez badawczych, materiałów i metod badawczych, aż do omówienia wyników wraz z dyskusją, zwieńczonych podsumowaniem i wnioskami końcowymi. Streszczenie rozprawy doktorskiej przedstawione zostało w języku polskim i angielskim.

**Rozdział 1 „Wstęp”** to wprowadzenie do problematyki pozyskiwania informacji o stanie zasobów leśnych danego obszaru. Autor zaznacza, iż, prowadzenie zrównoważonej gospodarki leśnej powinno opierać się o rzetelne informacje o stanie tych zasobów. Omawia stosowane metody inwentaryzacji zasobów drzewnych oparte o statystyczno-matematyczną koncepcję szacowania zasobności drzewostanów. Zwraca uwagę, w odniesieniu do omawianej metodyki i technologii pomiaru pojedynczych drzew, na potrzebę weryfikacji i rozwoju metod inwentaryzacji lasu, a także poszukiwania alternatywnych rozwiązań. Wskazuje na możliwość zastosowania w tym zakresie metod teledetekcyjnych. Dokonuje przeglądu literatury w zakresie implementowania teledetekcji w takich obszarach jak inwentaryzacja wielkości zasobów leśnych, urządzenie i ochrona lasów w tym min. zastosowania naziemnego (TLS) i lotniczego skanowania laserowego (ALS) oraz zdjęć lotniczych i zobrazowań satelitarnych. Kolejno Doktorant omawia ogólne zasady pomiaru (LiDAR), rozdaje skanerów oraz problematykę rozmieszczania pozycji skanerów na powierzchniach dla wykonania skanowania wielostanowiskowego. W ostatnim podrozdziale Autor przedstawia problematykę pomiaru drzew z zastosowaniem naziemnego skanowania laserowego, począwszy od pozyskiwania informacji o podstawowych cechach dendrometrycznych drzew, takich jak pierśnica czy wysokość, aż do wykorzystania TLS dla automatyzacji determinacji miąższości i nadziemnej biomasy drzew. Autor wskazuje, iż w niniejszej pracy podejmuje próbę opracowania nowatorskiej metody określania miąższości grubizny drzew z wykorzystaniem danych TLS, która bazuje wyłącznie na informacji o wymiarach dolnej części pnia – czyli fragmentu drzewa, który jest najdokładniej odzwierciedlony w chmurze punktów.

**Rozdział 2 „Cele i zakres pracy”** to zdefiniowanie głównego celu badań, którym jest opracowanie modeli miąższości grubizny pojedynczych drzew, możliwych do zastosowania na danych z naziemnego skanowania laserowego. Nowatorski element proponowanej metody związany jest z założeniem o braku wykorzystania informacji o wysokości drzew oraz znajomości przebiegu górnych części pnia.

**Cele szczegółowe** Autor formułuje jako:

- CEL 1: Analiza wpływu wyboru wykorzystanej w obliczeniach części pionowego rozkładu miąższości pnia na określenie całkowitej miąższości grubizny drzewa – próba odpowiedzi na pytanie, do jakiej wysokości należy odwzorować pień w celu precyzyjnego określenia miąższości drzew.
- CEL 2: Zbadanie wpływu dodania informacji o gatunku drzewa na dokładność zaproponowanej metody – porównania modeli z informacją o gatunku oraz bez niej.
- CEL 3: Weryfikacja badanych modeli na poziomie pojedynczych drzew – porównanie otrzymanych wyników z rezultatami otrzymanymi z zastosowaniem tradycyjnych wzorów allometrycznych.
- CEL 4: Ocena możliwości aplikacji zaproponowanej metody na poziomie powierzchni próbnej – test opracowanej metody na zbiorze 100 kołowych powierzchni próbnych, reprezentujących swą zmiennością różne typy drzewostanów.

**Rozdział 3 „Hipotezy badawcze”** to syntetyczne wskazanie hipotez stawianych w pracy, rozwijających problematykę rozprawy wyartykułowaną w postaci celów pracy:

- HIPOTEZA 1: Miąższość dolnej części pnia jest mocno skorelowana z miąższością grubizny całego drzewa, dzięki czemu może być wykorzystana jako predyktor tej cechy.
- HIPOTEZA 2. Istnieje możliwość opracowania teledetekcyjnej metody oszacowania miąższości drzew stojących bez wykorzystania informacji o wysokości drzew, która pozwala na uzyskanie dokładności zbliżonych do tych, które uzyskiwane są tradycyjnymi metodami.
- HIPOTEZA 3. Dodanie informacji o gatunku drzewa nie wpływa w znacznym stopniu na zwiększenie dokładności oszacowania miąższości pojedynczych drzew przy zastosowaniu metody TLS.
- HIPOTEZA 4. Możliwe jest określenie zasobności na poziomie powierzchni próbnej przy zastosowaniu metody TLS, z dokładnością porównywalną do metody tradycyjnej.
- HIPOTEZA 5. Stopień skomplikowania struktury drzewostanu oraz zwiększony udział gatunków liściastych mają negatywny wpływ na określenie zasobności powierzchni próbnej przy zastosowaniu metody TLS.
- HIPOTEZA 6. Głównym czynnikiem ograniczającym dokładność metody TLS na poziomie powierzchni próbnej jest odsetek wykrytych drzew w chmurze punktów.

W **Rozdziale 4 „Materiał badawczy”** Autor przedstawiona charakterystykę dwóch zestawów danych wykorzystanych w pracy tj.: danych, zawierających informację o pojedynczych drzewach tzw. drzewach modelowych oraz danych z kołowych powierzchni próbnych. Dla każdego z wymienionych zestawów danych pozyskano referencyjne dane terenowe oraz dane TLS w ramach projektu REMBIOFOR.

**Rozdział 5 „Metody badacze”** to rozbudowany fragment rozprawy. Doktorant wskazuje metodykę wyznaczenia miąższości pojedynczych drzew oraz skumulowanej miąższości pnia. Opisuje szczegółowo zasadę budowania modeli miąższości skumulowanej (MMS) dla pojedynczych drzew wraz z analizą dokładności tych modeli. Przedstawia koncepcję przetworzenia danych TLS dla określenia miąższości pojedynczych drzew w sposób zautomatyzowany: łączenie skanów, klasyfikacja i filtracja chmury punktów, segmentacja pni drzew oraz odtworzenie ich przebiegu i finalnie aplikacja modeli MMS na otrzymanych danych. Ostatnim aspektem poruszonym w rozdziale jest porównanie wyników otrzymanych zaproponowanymi metodami na poziomie pojedynczych drzew oraz implementacja wyników na poziomie powierzchni próbnych.

W **Rozdziale 6 „Wyniki”** Doktorant prezentuje wyniki opracowania w kolejności etapów wyszczególnionych w rozdziale „Metody badacze” tj. w zakresie wyników uzyskanych na poziomie pojedynczych drzew oraz analiz porównawczych na poziomie powierzchni próbnych (najważniejsze fragmenty zostają przytoczone przez Recenzenta w dalszej części recenzji). **Rozdział 7** to dyskusja otrzymanych wyników w odniesieniu do literatury światowej, w kontekście obranych celów i założonych hipotez.

Rozprawa zostaje sfinalizowane **Rozdziałem 8 „Podsumowanie”** i **Rozdziałem 9 „Wnioski”**, w których Doktorant konkluduje całokształt przedstawionych treści w aspekcie wdrażania testowanych metod, ich optymalizacji i standaryzacji. **Rozdział 10 i 11** to formalne zestawienie Literatury i Załączników.

## Omówienie rozwiązywanego problemu naukowego

Autor rozprawy poprawnie formułuje cele pracy i hipotezy badawcze. Doktorant podkreśla nowatorski element proponowanej metody tj. brak wykorzystywania informacji o wysokości drzewa oraz przebiegu górnych części pnia. Aspekt ten jest ważny w kontekście ograniczeń technologii TLS, związanych ze znacznie gorszym odwzorowaniem szczytowych partii drzew. Wskazuje także, iż podczas opracowywania metody wykorzystano dane z pomiarów drzewostanów reprezentujących główne gatunki lasotwórcze Polski, zatem wykorzystanie lub też dalszy rozwój mogą mieć swoje zastosowanie na terenie całego kraju.

Metodykę badawczą Autor przedstawia szczegółowo w klarowny i uporządkowany sposób (opisana we wcześniejszej części recenzji). Zamieszczone opisy, ryciny i schematy pozwalają w pełni zrozumieć czytelnikowi etapy i założenia pracy badawczej Doktoranta.

### Uwagi szczegółowe w zakresie metodyki badawczej:

- Wedle mojej oceny niepotrzebnie w ostatnim akapicie rozdziału „Wstęp” wskazuje cele prowadzonych badań – akapit ten mógł znajdować się bezpośrednio w Rozdziale 2 „Cele i zakres pracy”. W obecnej formie treści te w znacznej części są powtórzone.
- Doktorant zaznacza, iż, dane stanowiące materiał badaczy pochodzą z projektu REMBIOFOR. Brak jednak wyjaśnienia, czy Doktorant brał udział we wskazanym projekcie, czy uczestniczył w pozyskaniu i przetwarzaniu danych (skanowanie laserowe, dane referencyjne).
- Autor formułuje (str. 41): „W pracy założono, że precyzyjna informacja o miąższości dolnej części pnia jest mocno skorelowana z miąższością grubizny całego drzewa”. Brak wyjaśnienia tego założenia.
- „SMP (str. 41) obliczono od 1 do 15 metrów wysokości pnia .... Próg 15 metrów przyjęto ze względu na to, że stanowi on ponad 50 % przeciętnej wysokości analizowanych drzew a dokładność danych TLS zmniejsza się wraz z odległością od badanego obiektu”. Można uzupełnić informację o dokładności chmury punktów TLS na wysokości pnia 1 i 15 m. Autor dalej podaje, iż wynikowa chmura punktów charakteryzowała się średnią odległością pomiędzy punktami równą 6,1 mm na odległości 10 metrów od skanera.
- W zakresie segmentacji pni drzew z chmury punktów TLS (str. 47), z czego wynika przyjęty rozmiar boku komórki siatki równy 0,02 m, a minimalną liczbę punktów w segmencie równą 500. Brak wyjaśnienia przyjętych wartości.
- Stopień skomplikowania struktury drzewostanu (str. 51, Ryc.11) - czy był analizowany automatycznie czy wizualnie/manualnie?

**Wyniki pracy** odnoszą się do wyartykułowanych celów pracy i hipotez badawczych.

W zakresie opracowania uzyskanego **na poziomie pojedynczych drzew** Autor stwierdza:

- Użyteczność zmiennej SMP (skumulowana miąższość pnia) jako predykatora miąższości drzew. Największe korelacje zaobserwowano dla gatunków iglastych. Nawet odziomkowa część pnia (1m), dostarcza istotną informację o całkowitej miąższości drzew.
- Ocena dokładności modeli MMS na podstawie sprawdzianu krzyżowego wskazuje, iż wszystkie warianty modeli (bez lub z uwzględnianiem informacji gatunkowej) dostarczają wyniki charakteryzujące się jednorodnym trendem poprawy dokładności wraz ze wzrostem wysokości SMP. Błąd systematyczny modeli wskazywał na niewielkie przeszacowanie miąższości pojedynczych drzew (nie przekracza 2,5%), dążąc do 0 przy zwiększaniu wartości SMP. Dokładność modeli określona za pomocą RMSE mieściła się w zakresie od 9,5% do 33%. Zmniejszenie wartości RMSE o 2-3% występowało w przypadku dodania informacji o grupie gatunkowej (drzewa liściaste, iglaste) oraz o 5-8% przy uwzględnieniu informacji o gatunku każdego drzewa. Różnice w niewielkim stopniu zależały od wartości wysokości SMP.
- Ocena dokładności modeli MMS na zbiorze weryfikującym wskazała na systematyczne przeszacowanie dla danych  $SMP_{REF}$  (od 1,72% do 5,44%). Dla metody  $V_{ALLOM}$  było to niedoszacowanie o stałej wartości około 2%. Większą dokładność modelu MMS w stosunku do metody  $V_{ALLOM}$  stwierdzono od wysokości  $SMP_{REF}$ : 8 m, a w przypadku zastosowania informacji o gatunkach drzew, nawet od wysokości 4 m.
- Wykorzystanie SMP określonego **na podstawie danych TLS** wpływa zarówno na przebieg otrzymywanych błędów, jak i na rząd ich wielkości. Jedną z najbardziej widocznych różnic jest zmiana znaku błędu systematycznego na ujemny. Wartość błędu systematycznego stabilizuje się od wysokości SMP około 10 m. Od tego progu wysokości różnice pomiędzy wartościami BIAS z metody  $V_{ALLOM}$  i MMS wykorzystującej TLS są marginalne i przyjmują wartości około 1%. Zastosowanie  $SMP_{TLS}$  dla wysokości równej co najmniej 10 m powodowało, iż opracowane modele MMS odznaczały się mniejszymi błędami RMSE niż tradycyjna metoda  $V_{ALLOM}$ . Dodanie informacji o grupie gatunkowej poprawia wyniki zmniejszając RMSE o około 2,5% w całym przebiegu wysokości SMP, a rozbieżności na poszczególne gatunki nie ma wpływu na wartości RMSE dla całego zbioru weryfikującego, niemniej jednak różnice te są widoczne dla poszczególnych gatunków.
- Analizując szczegółowo dokładność metody dla poszczególnych gatunków, informacja o gatunkach nie wpływała na błąd systematyczny oszacowań, gdyż odchyłki dla grup gatunkowych wzajemnie się znoszą. Miąższość gatunków iglastych została przeszacowana w niewielkim stopniu równym około 4%, a gatunki liściaste charakteryzowały niedoszacowaniem miąższości na poziomie -6%. Ogólna dokładność metody była lepsza dla gatunków iglastych (RMSE ok. 11-12%), niż dla drzew liściastych (RMSE ok. 21-24%). Wykresy błędów dla poszczególnych gatunków i grup gatunkowych wskazują wyraźne różnice między porównywanymi metodami wyłącznie dla buka i olszy.



W zakresie analizy **na poziomie powierzchni próbnych** Autor formułuje:

- Średnia dokładność detekcji drzew ze wszystkich powierzchni kołowych, została określona na poziomie 88%, rozpatrując powierzchnie o różnym stopniu skomplikowania struktury drzewostanu, otrzymano następujące wyniki średniej dokładności detekcji drzew: 96%, 86% oraz 77%, odpowiednio dla drzewostanów o prostej, umiarkowanej i złożonej strukturze. Ponad 60% drzew zostało odwzorowanych powyżej 10 m wysokości, od której dokładność zaproponowanej metody jest wyższa niż dla metod tradycyjnych.
- Rozkłady oszacowanych zasobności dla wszystkich omawianych wariantów modelowania są zbliżone do rozkładu normalnego. Przeciętne wartości średnie predykcji otrzymane na podstawie modeli MMS nie różniły się znacznie ze względu na warianty modeli MMS. W ujęciu wszystkich 100 powierzchni, otrzymano średnie różnice pomiędzy metodami MMS a  $V_{PP-ALLOM}$  ok. -7 %.
- W zakresie grup gatunkowych różnice zarówno w rozkładach, jak i w wartościach średnich są widoczne. Dla drzewostanów liściastych zaobserwowano szerszy zakres predykcji dla poszczególnych obserwacji. Modele zwracały niższe wartości przeciętnej zasobności niż wg oszacowań metody tradycyjnej  $V_{PP-ALLOM}$ .
- Dla czynnika grupującego jakim była struktura drzewostanu: drzewostany o prostej, umiarkowanej i złożonej strukturze najmniejszy zakres predykcji zasobności uzyskano dla drzewostanów o prostej strukturze. Szacunki dla drzewostanów o strukturze umiarkowanej miały większy zakres w poszczególnych obserwacjach, niemniej jednak mediany były podobne do tych uzyskanych dla powierzchni o prostej budowie. Dla powierzchni z grupy złożonej wyniki różniły się od poprzednich zarówno pod względem rozkładów, jak i miar tendencji centralnej.
- Ostatnią charakterystyką grupującą przy kontroli dokładności analizowanej metody była dokładność detekcji drzew. Zaobserwowano wyraźną zależność błędu systematycznego metody TLS od liczby wykrytych drzew na powierzchniach próbnych. Przy wykryciu od 50 do 75% drzew różnice sięgają 13-14%, w zależności od modelu; rejestracja 75-90% drzew na powierzchniach to 9-12% różnicy, natomiast dokładność wykrycia drzew przekraczająca 90% skutkowałą różnicami na poziomie 2-3 %.

**Synteza wyników**, obrazująca dokładność zaprezentowanej metody szacowania zasobności poszczególnych drzewostanów, w świetle analizowanych czynników to następujące stwierdzenia Autora:

- Zbieżność wyników porównywanych metod charakteryzowała się postępowaniem logarytmicznym. Uzależniona była zarówno od odsetka detekcji, jak i stopnia odwzorowania pni. Różnice w zasobności drzewostanów estymowanych za pomocą dwóch metod, najsilniej malały do średniej wysokości SMP ok. 7-8 m, przy poziomie detekcji drzew ok 70-80 %, po czym dynamika tych zmian zmniejszała się.
- Zakres odchyień zmniejszał się wraz z kompletnością przestrzennego odwzorowania drzew. W przypadku najlepiej odwzorowanych powierzchni - drzewostany o prostej strukturze, różnice w zasobności pomiędzy metodami MMS a metodą tradycyjną  $V_{PP-ALLOM}$  nie przekraczały 14%, natomiast dla drzewostanów o złożonej strukturze mogły przekroczyć 100%.
- Większe różnice w szacowaniu zasobności poszczególnych drzewostanów zaobserwowano dla grup liściastych.
- Średnia dokładność detekcji drzew jest kluczowym aspektem wpływającym na różnice oszacowania zasobności pomiędzy metodą MMS a  $V_{PP-ALLOM}$ .

**Dyskusja** w niniejszej pracy została przeprowadzona prawidłowo i w pełni wyczerpująco w zakresie odniesień dla zaproponowanego przez Autora alternatywnego podejścia do obliczania miąższości drzew stojących z wykorzystaniem technologii TLS.

**Podsumowanie i Wnioski** to niezwykle cenne rozdziały rozprawy. Świadczą o dojrzałości naukowej Doktoranta, który w finalny sposób odnosi wyniki swej pracy do wymienionych hipotez badawczych oraz wskazuje ważność i aktualność zaproponowanego podejścia. Zaprezentowana w pracy metodyka pozyskania, przetworzenia i analizy danych jest złożonym procesem obejmującym wiele aspektów związanych zarówno z teoretycznymi rozważaniami, jak i praktyczną stroną implementacji, wskazującą na istotę automatyzacji, integracji poszczególnych etapów prac.

Uwagi szczegółowe w zakresie prezentowanych wyników:

- Podając wyniki dla poszczególnych gatunków drzew (str. 67) można było utrzymać kolejność: gatunki iglaste i liściaste, aby zauważyć które z gatunków w grupach iglastych, liściastych zwiększają lub zmniejszają BIAS / RMSE.
- Przy stwierdzeniu „Ogólna dokładność metody była lepsza dla gatunków iglastych (RMSE ok. 11 - 12%), niż dla drzew liściastych (RMSE ok. 21-24 %)” można zauważyć zatem dwukrotność dokładności.
- „Analizując wykresy błędów dla poszczególnych gatunków i grup gatunkowych nie można wskazać wyraźnych różnic między porównywanymi metodami. Odnotowuje się jednak pewne wyjątki”. Proponuję inne sformułowanie dla fragmentu „nie można wskazać wyraźnych różnic”, gdyż kolejno są podawane różnice (wyjątki).
- Stwierdzenie „Modele MMS wyraźnie zmniejszyły błąd oszacowania dla buka i olszy ...” proponuję uzupełnić o informację gatunków iglastych – dla jodły można także zauważyć znaczące zmniejszenie BIAS i RMSE.
- Akapit „Rozpatrując całość próby badawczej, informacja o gatunkach nie wpływała na błąd systematyczny oszacowań, gdyż odchyłki dla grup gatunkowych wzajemnie się znosiły” (str. 67) można rozwinąć dodając na końcu podrozdziału informację czy odchyłki znoszą się w zakresie poszczególnych gatunków dla tych grup.
- Brak wyjaśnienia skrótu KO/KDO (str. 72).
- „W drzewostanach o prostej strukturze, wpływ na przesunięcie rozkładu mogły mieć dwie obserwacje odstające” (str. 72) – jaka byłaby ocena, usuwając te 2 obserwacje?



- „Dla najslabiej odwzorowanych powierzchni różnice w zasobności pomiędzy metodami MMS a metoda tradycyjną  $V_{PP-ALLOM}$  mogły przekroczyć 100 %” (str.75) – proszę o szerszy komentarz Doktoranta w tym zakresie („mogły przekroczyć”).
- „Zaobserwowana dynamika zmian w sposób wyraźny wskazuje na istnienie logicznych zależności dokładności metody od analizowanych czynników” – proszę o szerszy komentarz Doktoranta („logiczne zależności”).
- Zestawienie dwóch zdań „Większe różnice w szacowaniu zasobności poszczególnych drzewostanów zaobserwowano dla grup liściastych, *bez wyraźnego wpływu stopnia detekcji i odtworzenia pni*” oraz „...odsetek powierzchni próbnych znajdujących się w danych przedziałach różnic oszacowania zasobności ... , uwzględniając przy tym *średnią dokładność detekcji drzew, która jest kluczowym aspektem wpływającym na te różnice.* (str. 75) – proszę o komentarz Doktoranta.

### **Konkluzja**

Po analizie przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej stwierdzam, iż wkład Doktoranta do nauk związanych z szeroką pojętą geomatyką w leśnictwie, w szczególności w zakresie praktycznego stosowania technologii skanowania laserowego **jest znaczący.**

**Przedstawiona rozprawa** zawiera oryginalne rozwiązanie istotnego problemu szacowania miąższości drzew na poziomie pojedynczych drzew i powierzchni próbnych w oparciu o technologię naziemnego skanowania laserowego, co wsparte jest gruntowną wiedzą i umiejętnościami z zakresu technologii geoinformatycznych Doktoranta.

Tym samym stwierdzam, iż recenzowana przeze mnie rozprawa doktorska **Pana mgr Grzegorza Kroka**, przygotowana pod opieką promotora – dr. hab. Krzysztofa Stereńczaka, prof. IBL oraz promotora pomocniczego – dr. inż. Bartłomieja Kraszewskiego **spełnia wszelkie warunki** określone w art. 13 Ustawy z dn. 14.03.2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami) **i rekomenduję** Radzie Naukowej Instytutu Badawczego Leśnictwa – **dopuszczenie jej do publicznej obrony.**

Z uwagi na szeroki zakres opracowania, znaczące aspekty naukowe oraz duży potencjał aplikacyjny i wdrożeniowy wyników pracy wnoszę o jej wyróżnienie.



dr hab. inż. Marta Szostak, prof. URK