

dr hab. Marek Kasprzak, prof. UWr

Uniwersytet Wrocławski,  
Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego,  
pl. Uniwersytecki 1, 50-137 Wrocław  
marek.kasprzak@uwr.edu.pl

## Ocena osiągnięcia naukowego pt. „Ocena jakości i zastosowanie cyfrowych modeli terenu do geomorfometrycznych analiz rzeźby powierzchni” oraz dorobku naukowego dr Bartłomieja J. Szypuły przygotowana w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

### Spis treści

Wprowadzenie .....	1
Podstawa formalna przeprowadzonej oceny.....	2
Wymagania stawiane osobie ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego .....	2
Ocena osiągnięcia naukowego .....	3
Ocena wskaźników bibliometrycznych.....	4
Uwagi dotyczące problemu badawczego i postawionych hipotez badawczych .....	5
Uwagi dotyczące metodyki badań i etapów ich realizacji.....	8
Uwagi dotyczące uzyskanych wyników, ich interpretacji i wniosków końcowych .....	9
Ocena pozostałej działalności naukowej, działalności dydaktycznej, popularyzatorskiej i organizacyjnej .....	11
Podsumowanie .....	12
Wnioski końcowe .....	12
Przywoływana literatura .....	13

### Wprowadzenie

Przedstawiony dokument ma charakter recenzji osiągnięcia naukowego stanowiącego znaczący wkład w rozwój dyscypliny nauk o Ziemi i środowisku. Recenzja została wykonana w oparciu o dokumentację sporządzoną przez habilitanta, obejmującą:

- Wniosek z dnia 13 kwietnia 2023 r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku,
- Dane wnioskodawcy (załącznik 1),
- Odpis dyplomu dokumentującego nadanie stopnia doktora (załącznik 2),

- Autoreferat (załącznik 3),
- Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny (załącznik 4),
- Informacje o osiągnięciach dydaktycznych, sprawowanej opiece naukowej nad studentami, współpracy naukowej, popularyzacji nauki oraz odbytych i przeprowadzonych szkoleniach (załącznik 5).
- Kopie prac stanowiących osiągnięcie naukowe (załącznik 6; A1–A6),
- Oświadczenie współautora pracy A-5 (załącznik 7).

Zgodnie z wytycznymi Rady Doskonałości Naukowej<sup>1</sup>, niniejszą recenzję należy uznać za wyraz osobistej oceny, o charakterze eksperckim, wkładu osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w rozwój określonej dyscypliny naukowej albo artystycznej. Nie stanowi ona opinii biegłego w rozumieniu przepisów k.p.a., czy też dokumentu urzędowego w rozumieniu obowiązujących przepisów prawa. Tym niemniej oparta jest o najlepszą wiedzę i doświadczenie recenzenta prowadzącego badanie naukowe i dydaktykę na poziomie akademickim, zbieżne z tematyką osiągnięcia naukowego przedstawionego we wniosku habilitanta. Recenzja wykonana została z zachowaniem zasady poufności.

## Podstawa formalna przeprowadzonej oceny

Recenzję przygotowano w odpowiedzi na decyzję Rady Naukowej Instytutu Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach z dnia 12 września 2023 r., powołującą komisję habilitacyjną w postępowaniu w sprawie nadania dr. Bartłomiejowi Szypule stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku. Jej podstawą był wniosek habilitanta z dnia 13 kwietnia 2023 r. Ocena została przygotowana zgodnie z istniejącymi wymogami formalnymi i prawnymi, w szczególności z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn. zmianami). W recenzji zastosowano się także do wytycznych Rady Doskonałości Naukowej, zawartych w aktualizowanym na bieżąco poradniku *Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego*<sup>1</sup>.

## Wymagania stawiane osobie ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego

Wymagania formalne stawiane habilitantowi ubiegającemu się o stopień doktora habilitowanego zostały ujęte w Art. 219. 1. Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*. Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

- 1) posiada stopień doktora;
- 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:
  - a) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, lub

---

<sup>1</sup> Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego. Poradnik aktualizowany. Rada Doskonałości Naukowej, 9 sierpnia 2023 r., <https://www.rdn.gov.pl/dl/425/attachment/31a57a/Poradnik%20habilitacja..pdf>

b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowym lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, lub

c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;

3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Osiągnięcie, o którym mowa w ust. 1 pkt 2, może stanowić część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego. Obowiązek publikacji nie dotyczy osiągnięć, których przedmiot jest objęty ochroną informacji niejawnych.

Zgodnie z przyjętymi dobrymi zasadami konkluzje płynące z prowadzonej recenzji nie będą ograniczały się jednak do stwierdzenia spełnienia przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora habilitowanego przesłanki dotyczącej wskazywania się aktywnością naukową albo artystyczną, o której mowa w art. 219 ust. 1 pkt 3 *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*.

## Ocena osiągnięcia naukowego

Podstawą wniosku habilitacyjnego dr. Bartłomieja Szypuły jest cykl sześciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, składających się na osiągnięcie pod nazwą „Ocena jakości i zastosowanie cyfrowych modeli terenu do geomorfometrycznych analiz rzeźby powierzchni”. Wśród wybranych publikacji znajduje się rozdział wydany w monografii naukowej [A-1] oraz pięć anglojęzycznych artykułów naukowych [A-2 – A-6]:

- [A-1] Szypuła B., 2017. Digital elevation models in geomorphology. [In]: Shukla D.P. (ed.), *Hydro-Geomorphology - Models and Trends*. IntechOpen, 81-112 p. DOI: 10.5772/intechopen.68447 IF=0.017
- [A-2] Szypuła B., 2016. Geomorphometric comparison of DEMs built by different interpolation methods. *Landform Analysis* 32:45-58. DOI: 10.12657/landfana.032.004
- [A-3] Szypuła B., 2017. Quantitative studies of the morphology of the south Poland using Relief Index (RI). *Open Geosciences* 9:509-524. DOI: 10.1515/geo-2017-0039 IF=1.229
- [A-4] Szypuła B., 2019. Quality assessment of DEM derived from topographic maps for geomorphometric purposes. *Open Geosciences*, 11:843-865. DOI: 10.1515/geo-2019-0066 IF=1.229
- [A-5] Szypuła B., Wieczorek M., 2019. Geomorphometric relief **analysisclassification** with the k-median method; **in the** Silesian Upland, southern Poland. *Frontiers of Earth Science*. DOI: 10.1007/s11707-019-0765-9 IF=2.031
- [A-6] Szypuła B., 2023. Accuracy of UAV-based DEMs without ground control points. *Geoinformatica*. DOI: 10.1007/s10707-023-00498-1 IF=2.773

Cztery spośród wykazanych artykułów naukowych opublikowano w czasopiśmie posiadającym *Impact Factor* (IF) i są one indeksowane w bazie *Web of Science* (WoS). Habilitant nie podał ilości cytowań notowanych w tej najbardziej prestiżowej bazie danych, mimo że baza ta zawiera aż 26

publikacji asygnowanych jego nazwiskiem. Podsumowanie bibliometryczne dla złożonego cyklu publikacji przedstawia poniższa tabela, opracowana na podstawie WoS:

publikacja	Rok wydania	Punkty MEIN <sup>2</sup>	Impact Factor (WoS)	Category Quartile (WoS)	Liczba cytowań (WoS)
[A-1]	2017	(?) <sup>3</sup>	–	–	–
[A-2]	2016	70	–	–	–
[A-3]	2017	40	0.696 (2017) 2.0 (2022)	Q4 (2017) Q3 (2022)	5
[A-4]	2019	40	0.985 (2017) 2.0 (2022)	Q4 (2017) Q3 (2022)	26
[A-5]	2019	40	1.620 (2019) 2.0 (2022)	Q3	3
[A-6]	2023	100	2.0 (2022)	Q4	0

### Ocena wskaźników bibliometrycznych

Ocenę jakości przedstawionego osiągnięcia naukowego rozpocznę od omówienia przypisanych mu wskaźników bibliometrycznych. Chciałbym w tym miejscu zaznaczyć, że nie mają one dla mnie znaczenia pierwszorzędowego<sup>4</sup>, wskazują jednak na pewne prawidłowości. Cykl sześciu recenzowanych publikacji, któremu przypisano wspólny tytuł „Ocena jakości i zastosowanie cyfrowych modeli terenu do geomorfometrycznych analiz rzeźby powierzchni” zostało opublikowanych w solidnych, aczkolwiek nie topowych czasopismach odpowiednich do publikacji wyników analiz przestrzennych i rozwoju GIS, np. *Remote Sensing of Environment* (Elsevier, Q1). Rozdział [A-1] poświęcony cyfrowym modelom terenu opublikowany został w monografii wydanej przez IntechOpen – wydawnictwo, którego nie znalazłem w wykazie załączonym do Komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 17 lipca 2023 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych. Nie jest to wydawnictwo zaliczane jednoznacznie do tzw. *predatory publishing house*<sup>5</sup> (wydawnictw drapieżnych<sup>6</sup>), aczkolwiek stosuje techniki reklamowe, wskazujące na wyższy prestiż publikacji, niż jest to w rzeczywistości. Artykuł [A-2] opublikowano w czasopiśmie „Landform Analysis” Stowarzyszenia Geomorfologów Polskich, które nie figuruje w bazie WoS (nie posiada IF), jednak aspiruje do jednego z najważniejszych periodyków poświęconych geomorfologii w Polsce. Publikacje [A-3] i [A-4] zostały zamieszczone w czasopiśmie o niskiej specjalizacji, podobnie jak artykuł [A-5]. Na tym tle wyróżnia się

<sup>22</sup> Komunikat Ministra Edukacji i Nauki z dnia 17 lipca 2023 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, <https://www.gov.pl/web/edukacja-i-nauka/komunikat-ministra-edukacji-i-nauki-z-dnia-17-lipca-2023-r-w-sprawie-wykazu-czasopism-naukowych-i-recenzowanych-materialow-z-konferencji-miedzynarodowych>

<sup>3</sup> Wydawnictwo nie zostało wyszczególnione w Komunikacie Ministra Edukacji i Nauki z dnia z dnia 22 lipca 2021 r. w sprawie wykazu wydawnictw publikujących recenzowane monografie naukowe. Być może jest inna podstawa obliczania punktacji za rozdziały w monografiach, nieznana recenzentowi.

<sup>4</sup> Parametryzacji badań naukowych jest złożonym, oddzielnym zagadnieniem, które nie będzie poruszane w recenzji. Na niekorzyść parametryzacji obowiązującej w polskiej nauce wpływają m.in. niejasne procedury dotyczące punktacji czasopism, szeroko omawiane w publicystyce, np. Sewastianowicz (2023):

<https://www.prawo.pl/student/wykaz-punktowanych-czasopism-naukowych-2023,522267.html>

<sup>5</sup> Na podstawie: *Beall's list of potential predatory journals and publishers*; <https://beallslist.net/>

<sup>6</sup> Drapieżne wydawnictwa – nieetyczny, choć zwykle legalny model biznesowy wydawnictw, opierający się na publikacji materiałów naukowych, zwykle w formie otwartego dostępu, w zamian za uiszczenie przez autora opłaty. Wydawnictwa tego typu nie przeprowadzają odpowiedniego procesu recenzji naukowych i publikują wszystkie nadesłane prace. Czasem podają fałszywe informacje nt. swojego zespołu redaktorskiego, procesu recenzji czy wskaźnika cytowań (za: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Drapie%C5%BCne\\_wydawnictwa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Drapie%C5%BCne_wydawnictwa)).

najnowsza publikacja [A-6] z 2023 r. w czasopiśmie *Geoinformatica*, któremu przypisano na liście MEIN 100 pkt. Żadne z czasopism nie reprezentuje *mainstreamu* badań z zakresu nauk o Ziemi i środowisku, co przedstawiają ich wskaźniki, zarówno IF, nieprzekraczający według serwisu WoS 2.0, jak i przypisane w WoS kwartyle (Q3 lub Q4).

Omawianych publikacji bronią jednak inne czynniki. Należy zauważyć, że wydane prace są cytowane. Przykładowo publikacja A-4 była cytowana 26 razy według bazy WoS, mimo, że ukazała się w 2019 r. Nie jest to może liczba porównywalna do ilości cytowań wiodących na świecie badań, jednak w skali dziedziny Nauk o Ziemi i środowisku, a zwłaszcza w odniesieniu do niskich nakładów na polską naukę i małe wsparcie instytucjonalne dla naukowców, warta odnotowania. Co ważne, oceniane w ramach osiągnięcia naukowego prace są jednoautorskie, bądź też w jednym przypadku pracy dwuautorowej, nie powodują żadnej trudności w ocenie wkładu habilitanta. Publikacje bez wyjątku są dostępne *on-line* na prawach *open access*.

### Uwagi dotyczące problemu badawczego i postawionych hipotez badawczych

Przedłożone do recenzji osiągnięcie naukowe zawiera opublikowane już prace, które przeszły proces recenzji typu *peer review*, opierający się na zapoznaniu się z tekstem specjalistów z danej dziedziny, ich anonimowości i niezależności. Powoduje to, że jakość wykonanej pracy badawczej została już zweryfikowana, przynajmniej w stopniu odpowiadającym wymogom redakcji konkretnego czasopisma lub monografii. Tym niemniej w dalszej części tekstu pozwalam sobie na pewne polemiki, będące nieodłączną cechą procesu recenzenckiego.

Studując recenzje rozpraw habilitacyjnych, zauważam co najmniej dwa podejścia recenzentów w ocenie cyklu spójnych tematycznie artykułów. W pierwszym podejściu, zakładając solidność procesów *peer review*, recenzenci habilitacji skupiają się na autoreferacie i polemizują niemal wyłącznie z jego treścią. W podejściu drugim, recenzenci podejmują polemikę z treścią opublikowanych prac, niejednokrotnie wytykając błędy popełnione na wcześniejszym etapie pracy badawczej i wdając się w detale, niekiedy bez wpływu na całościowy obraz dorobku habilitanta. Brak oceny całościowej przedstawionego dorobku prowadzić może do zbędnych nieporozumień, zwłaszcza gdy habilitant z uwagi na przyjęte cechy autoreferatu pomija w nim nieistotne w swojej ocenie kwestie, omówione już opublikowanych publikacjach. W dalszej części oceny stosuję zasadę, że habilitant przyjmuje odpowiedzialność za opis osiągnięcia naukowego przedstawionego w autoreferacie, choć jako ważniejsze traktuję same publikacje tworzące tzw. „składankę” i prezentowaną w nich treść.

W swoim autoreferacie habilitant omawia zagadnienia cyfrowych modeli terenu i opartej o nią współczesnej geomorfometrii, wskazując na wiele problemów metodycznych właściwych dla tej gałęzi nauki. Habilitant w autoreferacie podkreśla, że głównym celem prowadzonych przez niego badań była „analiza modeli w świetle zastosowań do badań rzeźby terenu” (Zał, 3, s. 3). Proszę zauważyć, że sformułowanie to jest niestety bardzo niefortunne. Podobne sformułowania wskazywane są często jako podstawowe błędy pisarskie rozpraw naukowych. Analiza nie może być celem pracy badawczej (!) – jest jedynie środkiem służącym do osiągnięcia celu. Mimo wszystko intuicyjnie rozumiem zamiar habilitanta, którym było zapewne sprawdzenie, jak cechy modeli terenu wpływają na efekty parametryzacji rzeźby.

Autoreferat skierowany jest do specjalistów z dziedziny geomorfometrii, natomiast mimo wykonanego przeglądu literatury brakuje tu jasno podanej informacji, że geomorfometria sama w sobie nie jest

nową dziedziną nauki. Już w 1971 r. ukazał się podręcznik Doornkampa i Kinga<sup>7</sup> omawiający w różnych aspektach możliwości zastosowania technik matematycznych i statycznych dla określania cech morfometrycznych wybranych elementów rzeźby oraz większych jednostek krajobrazowych (zlewni, dorzeczy). Dlatego pod wątpliwość poddaję stwierdzenie habilitanta, że „dopiero powszechny rozwój komputerów osobistych i odpowiedniego specjalistycznego oprogramowania umożliwił realny rozwój geomorfometrii (...)”. Jeśli chcemy szukać wydarzenia bliższego współczesności, które miałyby decydować o rozwoju geomorfometrii, to pod dyskusję poddałbym osobiście upowszechnienie Internetu, udostępnianie danych cyfrowych *on-line* i możliwość swobodnego przesyłania danych przestrzennych, niż wzrost możliwości operacyjne komputerów, mnożenie odpowiedniego oprogramowania czy wzrost ilości komputerów osobistych. Proszę zauważyć, że geomorfometrią w dalszym ciągu zajmują się głównie akademicy lub nieliczni specjaliści, którzy od dawna korzystają z odpowiednich narzędzi. Powszechnie dostępny i darmowy program GRASS GIS rozwijany jest nieprzerwanie od 1982 r. (to już ponad 40 lat!), a wcześniejsze programy służące analizie danych przestrzennych powstawały od lat 60., a nawet 50. XX w. w jednostkach akademickich (np. University of Washington, University of Michigan) czy nieco później w rządowych jednostkach (np. Canada Geographic Information System).

Zgadzam się z opinią habilitanta odnośnie deficytu wiedzy w zakresie numerycznych modeli terenu i parametryzacji rzeźby. Dotyczy on jednak jedynie materiałów w języku polskim. Podręczników akademickich oraz instrukcji w języku angielskim nie brakuje. Zauważony stan powodowany jest co najmniej kilkoma głównymi czynnikami, wśród których na pierwsze miejsce wysuwa się szybki przyrost nowych materiałów cyfrowych i postępujące zmiany wersji oprogramowania. Co prawda zasady działania większości używanych w programach GIS funkcji pozostają niezmiennie, ale dla potencjalnych autorów podręczników i skryptów sytuacja ta jest wyzwaniem. Być może lepiej sprawdzają się więc internetowe poradniki, które można na bieżąco aktualizować, niż recenzowane prace, których przydatność spada z czasem. Specyfika GIS sprawia także, że podstawowe informacje potrzebne są głównie początkującym użytkownikom systemów informacji geograficznej, a dla nich właśnie aktualność publikacji ma największe znaczenie.

Habilitant oczywiście zdaje sobie sprawę z szybkiego postępu dokonującego się w dziedzinie zbierania, przetwarzania i analizowania danych wysokościowych. Podaje, że informacje na temat wysokości punktów terenowych pochodzą dziś głównie z pomiarów GPS-RTK, skanerów laserowych czy technik UAV. Wiąże się to ponownie z kwestią potencjalnej rewolucji w geomorfometrii, opartej o działanie systemów nawigacji satelitarnej, która jest niezbędna, lub przynajmniej powszechnie wykorzystywana przy przez wspomniane narzędzia. Żałuję, że ten wątek nie został rozwinięty w autoreferacie, ponieważ dotyczy pryncypialnego zagadnienia, jakim jest ustalenie faktycznej wysokości terenowej punktów, odnoszonej podczas pomiaru do elipsoidy właściwej dla działania systemu nawigacyjnego. Muszę też dodać, że informacja o źródłach informacji wysokościowej mogłaby być jednak w autoreferacie bardziej uporządkowana. Mimo, że habilitant omawia w swoich publikacjach modele SRTM, we wstępnej części autoreferatu dane pochodzące z pomiarów radarowych zostały potraktowane marginalnie, choć stanowią podstawę modeli globalnych i są powszechnie stosowane.

W autoreferacie bezwocnie poszukiwałem też stanowiska habilitanta względem używanej terminologii. Wspomina on, że nazewnictwo modeli terenu jest często niejednoznaczne i problem ten był podstawą rozważań innych autorów, w literaturze polskiej np. Zwolińskiego (2010). W kraju mamy sytuację, w której prawdopodobnie najbardziej właściwe terminy nie znalazły miejsca w nazewnictwie sankcjonowanym prawnie, tj. w Ustawie z dnia 17 maja 1989 r. *Prawo geodezyjne i kartograficzne*

---

<sup>7</sup> Doornkamp J.C., King C.M.A., 1971. Numerical analysis in geomorphology. An introduction. Edward Arnold Publ. Ltd, London.

(Dz.U. 1989 nr 30 poz. 163 z późn. zmianami) i towarzyszącym jej *Rozporządzeniu Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 16 grudnia 2022 r. w sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu* (Dz.U. 2023 poz. 89). Myślę, że habilitant ma wszelkie podstawy, aby wypowiedzieć się w tej kwestii.

Chciałbym też przestrzec habilitanta przed używaniem skrótów myślowych, które w autoreferacie niestety występują, przykładowo: „... niewłaściwego pozyskiwania danych do dalszej pracy (np. podczas digitalizacji map – tworzenie się sztucznych teras na stokach)”. W tym przykładzie chodzi o fakt, że prawidłowo prowadzona digitalizacja warstw i punktów wysokościowych z mapy poziomicowej nie prowadzi w żaden sposób do tworzenia nienaturalnych form terenu. Jeśli moje skojarzenie jest poprawne, skokowe zmiany wysokości terenu, zobrazowane w formie nienaturalnego terasowania stoków, są wynikiem zastosowania albo złej metody interpolacji powierzchni, albo też ustawienia warstwy wynikowej w postaci wartości całkowitych (*integer*) zamiast zmiennoprzecinkowych (*float*).

Pierwsza publikacja [A-1] z załączonego zawiera przegląd popularnych modeli terenu i wskaźników geomorfometrycznych i ma cechy podsumowania istniejących źródeł wiedzy. Zamiar ten realizowano w obliczu potencjalnego deficytu prac przeglądowych, które nadążałyby za rozwojem geoinformatyki i geomorfometrii, o którym wspominałem wcześniej.

Publikacja [A-2] poświęcona jest metodom interpolacji danych wysokościowych i ma za zadanie krytyczny przegląd możliwości ich zastosowania. Drugim celem tej pracy jest badanie, jak gęstość próbkowania wysokości w badanym obszarze wpływa na jakość odwzorowania powierzchni terenu, gdzie wyniki odnoszono do modelu ALS (*airborne laser scanning* – lotniczy skaning laserowy). W tym celu habilitant posłużył się skonstruowanym na potrzeby badania indeksem zgodności wyników (*result conformity index*). Zamysł tej pracy oceniam pozytywnie, głównie z tego powodu, że niewielu użytkowników GIS zadaje sobie trud, aby sprawdzić, jak jakość danych wejściowych i metody ich przetwarzania wpłyną na rezultat prowadzonych analiz.

W publikacji [A-3] habilitant omówił założenia skonstruowanego samodzielnie wskaźnika morfometrycznego, nazwanego indeksem rzeźby RI (*relief index*). Idea RI opiera się o obliczenie ilorazu sumarycznej długości poziomic danego obszaru w cięciu co jeden metr do jego powierzchni planimetrycznej, a więc umożliwia zbadanie undulacji czy inaczej urozmaicenia rzeźby terenu. Konstrukcja nowego wskaźnika geomorfometrycznego wpisuje się w panujący w geomorfometrii trend. Parametry najbardziej przydatne w interpretacji form powierzchni terenu znajdują najczęściej zastosowanie w wielu badaniach środowiskowych i są chętnie włączane do listy algorytmów oferowanych przez popularne programy GIS, jak działa się to z parametrami *topographic position index* – TPI (Weiss 2001) czy *geomorphons* (Jasiewicz i Stępiński 2013).

Celem pracy [A-4] była ocena jakości cyfrowego modelu terenu uzyskanego na podstawie digitalizacji map topograficznych w skali 1:10 000. Prowadzono ją w nawiązaniu do innych istniejących źródeł danych, w tym modeli SRTM, ASTER GDEM, AW3D30, EU-DEM oraz DTED-2, LiDAR i własnych pomiarów terenowych przy użyciu metod geodezyjnych, a więc praktycznie kompletu źródeł dostępnych w chwili pracy (przed 2019). Praca ma charakter metodyczny. Nie można odmówić autorowi pewnego zacięcia w prowadzeniu badań. Dla osoby znającej specyfikę wykorzystanych materiałów potencjalne wnioski mogą wydawać się oczywiste, natomiast tutaj znajdują swoje potwierdzenie w postaci konkretnych wartości liczbowych.

Artykuł [A-5] ma cechy opracowania utylitarnego, gdzie geomorfometria zaprzęgnięta została do pozbawionego cech subiektywizmu opisu ukształtowania rzeźby Wyżyny Śląskiej. Podobne prace dla innych obszarów Polski były już wcześniej wykonywane (np. dla terenu Karkonoszy; Kasprzak i Traczyk,

2010 i inne prace), aczkolwiek w omawianym przypadku posłużono się metodą *k*-median. Ponadto teren badań ma pewne unikalne cechy polegające na silnym przekształceniu powierzchni terenu przez człowieka.

Ostatni z przedstawionych artykułów [A-6] dobrze wpisuje się w trendy współczesnej geomorfometrii coraz powszechniej sięgającej po wysokorozdzielcze modele terenu konstruowane w oparciu o chmury punktów wytworzone dzięki fotogrametrycznej procedurze *structure from motion* (SfM). Celem pracy, było wykazanie, jaka jest matematyczna dokładność modeli wysokości i ortomosaik (należy zauważyć, że ortofotomapy też są modelami) uzyskiwanych na podstawie danych z nalołów bezzałogowców (UAV). Co prawda istnieje sporo literatury w tym zakresie i jest ona bardzo chętnie cytowana przez użytkowników UAV (np. Barry i Coakley 2013; James i Robson 2014; Józków i Toth 2014; Tonkin i Midgley 2016; James et al., 2017), natomiast z racji ciągłego doskonalenia UAV oraz oprogramowania SfM, podjęte zagadnienie uznaję za jedno z priorytetowych z zakresie badań realizowanych przez habilitanta i chciałbym podkreślić jego znaczenie na tle innych publikacji składającej się na przedstawione osiągnięcie naukowe.

### Uwagi dotyczące metodyki badań i etapów ich realizacji

Habilitant pracujący z danymi cyfrowymi dysponuje wysoko zaawansowaną wiedzą i umiejętnościami w zakresie gromadzenia, przetwarzania i prezentowania informacji przestrzennych, odpowiednimi dla specjalistów GIS. Jak wynika z przeglądu prezentowanego dorobku, powszechnie stosuje metody geodezyjne w pomiarach terenowych, sprawnie operując również aparatem statystycznym. Podejmuje tematy bliskie lub często ściśle związane z geomorfologią. Poniżej przedstawię kilka uwag dotyczących artykułów przedłożonych w ramach osiągnięcia naukowego.

W rozdziale monograficznym [A-1] habilitant opisał założenia geomorfometrii ściśle związanej z geomorfologią, a także rodzaje cyfrowych modeli wysokości i ich źródła. W tekście znalazło się m.in. ich zestawienie tabelaryczne. Dalsza część wykonanego przeglądu dotyczy parametrów morfometrycznych. Autor dostarczył informacji na temat algorytmów, dokonał ich opisów i podał źródła informacji. Rozwinął szczególnie część poświęconą automatycznej klasyfikacji form rzeźby, w tym TPI. W pracy znalazło się także pełne zestawienie funkcji morfometrycznych dwóch popularnych pakietów oprogramowania: komercyjnego i typu *open-source*. Zastosowaną metodę można nazwać kwerendą dostępnych danych. Jej jakość jest wysoka, a praca zapewne znalazła uznanie osób, które poszukiwały materiałów źródłowych na temat stosowanych algorytmów.

W publikacji drugiej [A-2] habilitant posługuje się metodami interpolacji – odwrotnymi odległościami ważonymi, naturalnego sąsiedztwa, funkcjami sklejanymi, funkcjami podstaw radialnych, wielomianem lokalnym i krigingiem – do badania jakości przetwarzanych danych wysokościowych. Stosuje też własną metodę, wspomnianą w poprzednim podrozdziale, do oceny modeli w zależności od gęstości próbkowania powierzchni. Praca oczywiście nie wyczerpuje zagadnienia interpolacji w produkcji modeli wysokości ze względu choćby na większą ilość metod interpolacyjnych. Tym niemniej wybrane sposoby interpolacji są zasadniczo najpopularniejsze. Niestety w stosowanej procedurze przygotowania danych eksperymentalnych niewiele wiadomo o wspomnianej przez autora filtracji chmury punktów ALS. Problem filtracji to oczywiście zupełnie inne zagadnienie, ale jak pokazuje praca Jancewicza i Porębniej (2022) ma ona zasadnicze znaczenie dla prawidłowego odwzorowania rzeźby terenu na obszarach leśnych i może być obciążona potężnymi błędami. Nie mam jednak zastrzeżeń do ogólnej metodyki stosowanej przez autora.

Mocniej zainteresowały mnie studia zaprezentowane w artykule [A-3] nad parametrem RI. Ciekawe jest tu już sam wybór bardzo wielu obszarów testowych, głównie na obszarach górskich i wyżynnych,



co trudno znaleźć w podobnych pracach geomorfometrycznych. W metodyce tej pracy brakuje mi jedynie choć poglądowego porównania wyników otrzymanych metodą RI z parametryzacją innymi wskaźnikami. Jak pokazuje praktyka, w praktyce stosuje się tylko te, które dają się jednoznacznie interpretować i mimo istnienia dziesiątek, jak nie setek wskaźników, większość z nich pozostaje albo składnikami bardziej złożonych modeli, albo niemal wcale nie jest stosowana w ocenie form rzeźby.

Potwierdza to w zasadzie kolejna praca [A-4], w której habilitant sam stosuje sprawdzony i dający dobre rezultaty parametr klasyfikacyjny TPI. Pracę tę oceniam jako przykład publikacji metodycznej, doceniając ilość pracy włożonej w jej przygotowanie, w tym przeprowadzenie geodezyjnej kampanii pomiarowej w terenie do weryfikacji dokładności materiałów cyfrowych.

Zastosowanie metody  $k$ -median w analizie ukształtowania terenu Wyżyny Śląskiej w kolejnej publikacji [A-5] miało na celu zidentyfikowania klastrów (grup obiektów) z obiektami o podobnych cechach matematycznych i dalszej klasyfikacji form rzeźby. W odróżnieniu od metody  $k$ -średnich jest mniej podatna na wpływ wartości skrajnych, co jest o tyle ważne, że dane ilościowe opisujące rzeźbę są rzadko mają charakter symetryczny, co zauważa autor, cytując Evansa (1972). Wykonana praca wymagała odpowiedniego przygotowania modelu cyfrowego (ulepszenia). Metodę testowano eksperymentalnie z różną rozdzielczością DTM, ustawiając różne wielkości okna algorytmu i stosując dodatkowe filtry dla wyeliminowania niepożądanego szumu na mapach wynikowych. Jakość metodyczna pracy nie odstaje od podobnych, publikowanych wyników z zakresu geomorfometrii.

Zaprojektowane badania jakości modeli wysokościowych powstających ze zdjęć UAV wymagało zastosowania fotogrametrycznej procedury *Structure from Motion* (SfM). Jako użytkownik zastosowanego przez habilitanta oprogramowania Metashape (Agisoft) wiem, że już same możliwości ustawień algorytmów przetwarzających stereograficzne obraz w chmurę punktów i dalsze produkty dają wiele możliwości kontrolowania finalnego wyniku. Autor, co nieczęsto się zdarza, dokładnie opisał wykonaną procedurę na zasadzie tabelarycznego zestawienia ustawień. Zachował wszystkie podstawowe dobre zasady konstrukcji modelu. Materiałem porównawczym dla modelu SfM był cyfrowy model wysokości ALS i model powstały z digitalizacji map topograficznych 1:10 000. Na marginesie trzeba zauważyć, że oba te źródła, szczególnie ALS-DTM nie są wolne od błędów i niepewności (np. często spotykany tzw. *banding* dla ALS). Dalsza analiza porównawcza jest szeroka (RMSE, MAE oraz stosowany już wcześniej autorski indeks zgodności wyników) i w mojej ocenie adekwatna metodycznie.

### Uwagi dotyczące uzyskanych wyników, ich interpretacji i wniosków końcowych

Charakter i założenia publikacji [A-1] nie są możliwe według mnie do jednoznacznej oceny w kategorii osiągnięcia naukowego. Jest to solidna praca przeglądowa, nie wnosząca jednak *novum* do nauki. Nie jest to podręcznik akademicki, nie jest to publikacja w renomowanym czasopiśmie. Mimo to, artykuły czy rozdziały tego typu uważam za potrzebne, zważywszy ciągły rozwój geomorfometrii. Dowodem są tu kolejne, podobne artykuły publikowane w literaturze, np. Xiong et al. (2022). W tym miejscu zderzam się z zagadnieniem trudnej oceny dorobku naukowego. Czy artykuły przeglądowe zamieszczane w czasopismach o wysokim IF i wysoko punktowane na liście MEiN, np. w *Earth Science Review*, faktycznie powinny być oceniane wraz z artykułami prezentującymi oryginalne wyniki badań? Pytanie retoryczne pozostanie tu bez odpowiedzi.

Przydatne w mojej ocenie są wyniki pracy opublikowane w artykule [A-2] i powinny być one znane osobom zajmującym się cyfrowymi modelami terenu. Wskazują one jednoznacznie, że wiele metod interpolacji zawyża wartości wysokości terenu i jest źródłem licznych artefaktów (błędów) modeli. Sądzę, że niektóre z wniosków są jednak trywialne, jak np. fakt dobrego oddania ekspozycji przez

wszystkie badane techniki interpolacji (dlaczego miałyby być inaczej?). Mimo to można uznać, że praca przynosi po prostu statystyczne potwierdzenie tego faktu. Całkowicie popieram jeden z kolejnych wniosków habilitanta, że do prowadzenia miarodajnych analiz ukształtowania terenu wystarczą mniej rozdzielcze modele wysokości, a wspomniana w pracy rozdzielczość 10×10 m jest wyjątkowo praktyczna. Moje spostrzeżenie wynika jedynie z praktyki, w pracy habilitanta zostało to odpowiednio dowiedzione.

Habilitant w publikacji [A-3] udowodnił, że zaproponowany indeks rzeźby RI umożliwia nie tylko różnicowanie na jego podstawie rzeźby terenu, do czego przydatny jest podział na klasy uzyskanych wartości, ale i zapewnia powtarzalność i łatwe porównanie wyników między różnymi obszarami. Zmiana rozdzielczości modeli wysokości na testowanych obszarach pokazała, że choć różne są dla nich wartości minimalne i maksymalne RI, to jednak przeciętne wartości RI i ich rozkład przestrzenny nie ulegają istotnym zmianom. Stworzony parametr wzbogaca katalog narzędzi geomorfometrycznych. Choć jego przydatności nie oceniam tak wysoko, jak istniejących, innych parametrów klasyfikacyjnych, w szczególności TPI czy *geomorphons*, to być może znajdzie zastosowanie w kolejnych procedurach i modelach. Wydaje się, że będzie przydatny szczególnie do określania stopnia rozcięcia powierzchni, np. w badaniach nad erozją powierzchni.

Wyniki analizy zaprezentowanej w artykule [A-4] są interesujące. Autor udowodnił m.in., że zmniejszenie rozdzielczości modelu wysokości powstałego z danych ALS na cele geomorfometryczne wcale nie zapewnia jego lepszej przydatności w porównaniu z modelem uzyskanym z digitalizacji mapy poziomicowej w skali 1:10 000. W dalszym ciągu dobre modele z digitalizacji map (typu polskiego DTED-2) mogą być niezwykle przydatne do opisu rzeźby terenu. Faktem jednak jest, że z przyczyn praktycznych, na wszystkich obszarach, dla których dostępne są dane LiDAR, zdecydowanie łatwiej jest przeprowadzić *resampling* rastrowy (zmniejszyć rozdzielczość modelu), niż digitalizować poziomicę map topograficznych, nawet jeśli ich wektoryzacja odbywa się w sposób półautomatyczny. Tutaj jednak należy dokonać refleksji, że poza krajami UE oraz USA i Nową Zelandią, wielkopowierzchniowy ALS wcale nie jest powszechnie wykonywany i wysokorozdzielcze modele wysokości nie są dostępne (!). Można się o tym przekonać, sprawdzając internetową bazę danych *OpenTopography* (<https://portal.opentopography.org/datasets>). Co więcej, tworzenie modeli wysokości na podstawie starych map jest wciąż niezbędne w badaniach zmian ukształtowania terenu, co zauważa autor publikacji. Odnosi się to zwłaszcza do obszarów zurbanizowanych lub poddanych efektywnym procesom geomorfologicznym – erozji, abrazji, procesów wulkanicznych, eolicznych i innych. Tym niemniej badania tego typu będą prawdopodobnie coraz bardziej niszowe, patrząc na niechęć niektórych użytkowników GIS do manualnego tworzenia danych.

Wyniki klasyfikowania rzeźby terenu Wyżyny Śląskiej metodą *k*-median w publikacji [A-5] habilitant porównał z wynikami klasyfikacji TPI. Dowiódł, że zaproponowana procedura lepiej różnicowała rzeźbę, zwłaszcza w przypadku mniej wybitnych form terenu (łagodnych stoków czy niskich wzniesień). Metoda ta jednak wymaga analizy wielowymiarowej, której efekt zależeć będzie zawsze od zakresu i ilości analizowanych danych. Jej stosowanie wymaga więc od analityka znajomości założeń metody, w tym zasady doboru wielkości okna w celu uzyskania miarodajnego wyniku. Autorzy pracy przeprowadzili w tym zakresie eksperymenty, podając odpowiednie zalecenia. Metodę tę można rekomendować do analiz terenu i życzę autorom, by znalazła się w pakiecie algorytmów najpopularniejszych programów GIS.

Ostatnia z prac składających się na osiągnięcie naukowe [A-6] została przez habilitanta w autoreferacie najszerzej omówiona i jak wspominałem we wcześniejszej części recenzji zasługuje na większą uwagę. Testowano procedurę fotogrametryczną UAV-SfM bez zastosowania naziemnych punktów kontrolnych, w więc w zasadzie najchętniej i najpowszechniej używaną formę zbierania danych przy

pomocy bezzałogowców. Uzyskane wyniki dowiodły, że modele wysokości wytworzone w procedurze SfM ze zdjęć wykonywanych z UAV mają podobną dokładność do wielokrotnie już testowanych przez autora modeli z digitalizacji map topograficznych 1:10 000. Podkreślam w tym miejscu dużą staranność metodyczną przygotowania modelu SfM do analizy porównawczej. Dane z UAV pozwalają na uzyskanie dużej zgodności detali topograficznych z wytworzonymi modelami. Wykazano tym samym, że ortofotomozaiki z danych UAV mają znacznie większą dokładność poziomą niż istniejące i ogólnie dostępne ortofotomapy o podobnej rozdzielczości i mogą być użyte do łatwej poprawy georeferencji tych ortofotomap. Wszystkie rezultaty zaprezentowane w omawianej publikacji wpisują się w trend testowania modeli uzyskiwanych przy pomocy fotogrametrii UAV. Jakość wyników i skrupulatność pracy nad ich osiągnięciem, na tle podobnych publikacji znanych recenzentowi (np. Sanz-Abianedo et al. 2018, Tsunetaka et al. 2020, Nota et al. 2022), warta jest zauważenia.

## Ocena pozostałej działalności naukowej, działalności dydaktycznej, popularyzatorskiej i organizacyjnej

Pozostały dorobek naukowy habilitanta nie może pozostać bez komentarza. Jest on autorem 37 recenzowanych artykułów naukowych (niedługo zapewne będzie ich znacznie więcej), rozdziału w monografii, a także współautorem monografii. Część z istniejącego dorobku jest efektem projektów naukowych, w których habilitant był wykonawcą. Jego przegląd prowadzi do wniosku, że praca habilitanta – przede wszystkim dobrej jakości analizy przestrzenne – miała kluczowe znaczenie dla prowadzonych w projektach badań. Publikował on także oceny eksperckie i skrypty dla studentów. Jest autorem map geomorfologicznych. Angażuje się w proces recenzji wydawniczych, sporządził ponad 60 recenzji w polskich i zagranicznych czasopismach branżowych. Liczne były jego wystąpienia konferencyjne w języku polskim i angielskim, dobrze odbierane, czego przykładem może być uzyskane wyróżnienie na ogólnopolskiej konferencji z zakresu fotointerpretacji i teledetekcji (Poznań, 2021).

Moja ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej oraz pozostałych osiągnięć habilitanta będzie stosunkowo krótka w porównaniu do zestawionego przez niego dorobku. A ten jest bogaty i bardzo spójny. Habilitant jest pracownikiem uniwersyteckim bardzo zaangażowanym w proces dydaktyczny. Prowadzi liczne wykłady i zajęcia o charakterze ćwiczeniowym i seminaryjnym, także ćwiczenia terenowe. W większości są one związane z ogólnie rozumianymi systemami informacji geograficznej (GIS). Zajęcia prowadzi w językach polskim i angielskim. Efektem zaangażowania w proces dydaktyczny są m.in. dwa podręczniki dla studentów (Piechota i Szypuła 2014, 2019) omawiające podstawy pracy z oprogramowaniem ArcGIS 10 oraz opublikowane skrypty.

Habilitant ma najlepsze możliwe kwalifikacje do prowadzenia zajęć dydaktycznych z zakresu GIS. Ich podstawą jest ciągłe doskonalenie własnych kompetencji, zarówno przez praktyczne zastosowanie teorii w prowadzonych badaniach naukowych, jak i bardzo liczne kursy i staże z zakresu GIS i geoinformatyki. Te ostatnie pozwalają mu podążać za rozwojem oprogramowania i dostępnych metod analitycznych. Obarczony jest przy tym zwyczajowymi obowiązkami dydaktycznymi, np. w postaci opieki nad rocznikami studentów. Cała aktywność, którą prowadzi, odbywa się przy ciągłym obciążeniu w dydaktyce licznymi nadgodzinami (przeciętnie 350 godzin rocznie), co dodatkowo świadczy o jego pracowitości. Z podobnych doświadczeń recenzenta wynika, że nie odpowiada to warunkom sprzyjającym rozwojowi nauki, i choć nie stanowi wyjątku w polskim szkolnictwie wyższym, trudno uznać to za sytuację pożądaną.

## Podsumowanie

Z materiałów będących załącznikami do wniosku habilitacyjnego wyłania się sylwetka pracownika naukowego o ugruntowanym, bogatym dorobku naukowym, świetnego specjalisty z zakresu analiz przestrzennych i oddanego pracy dydaktyka. Przedstawione do oceny osiągnięcie w postaci sześciu spójnych tematycznie publikacji, pod wspólnym tytułem „Ocena jakości i zastosowanie cyfrowych modeli terenu do geomorfometrycznych analiz rzeźby powierzchni”, jest w mojej ocenie wystarczającym świadectwem dojrzałości naukowej habilitanta. Uzyskane rezultaty częściowe mają zapewne różną wartość naukową, ale niektóre z nich, zwłaszcza zaprezentowane w omówionych przeze mnie artykułach [A-5] i [A-6], mogą rekomendować jako odpowiadające najwyższym standardom w dziedzinie studiów nad cyfrowymi modelami wysokości i geomorfometrii.

W tym miejscu ponownie zauważam, że artykuły wybrane do przedstawionego cyklu zostały skierowane do czasopism, które nie znajdują się w awangardzie wydawnictw naukowych. Znacznie lepsze wskaźniki cechują czasopisma, do których kierowane były inne publikacje tworzone przy wydatnym współdziałaniu habilitanta, np. *Permafrost and Periglacial Processes* (Wiley), *Sensors* (MDPI) i inne. Wynika to w dużej mierze z sytuacji, w której jest on chętnie angażowany do pracy badawczej przez kierowników projektów naukowych, poszukujących sprawdzonych i rzetelnych wykonawców.

Na korzyść prezentowanych w składance badań przemawia fakt, że nie ma żadnej wątpliwości co do wkładu autorskiego (z jednym wyjątkiem prace jedno autorskie) oraz to, iż niektóre z nich są chętnie cytowane, nawet mimo niedługiego czasu, jaki upłynął od ich opublikowania. Swoje zastrzeżenia odnośnie prezentowanych w przedstawionych publikacjach wyników badań oraz spostrzeżenia pozytywne dotyczące uzyskanych rezultatów wskazałem w poprzednim rozdziale.

Udokumentowany dorobek habilitanta świadczy z jednej strony o ciągłym postępie jego ukierunkowanej tematycznie pracy badawczej, a jednocześnie jej aplikacyjności w różnorodnych badaniach środowiskowych. Życzę mu, aby w przyszłości mógł spełniać się także jako kierownik autorskich projektów badawczych finansowanych przez zewnętrzne instytucje grantowe i podejmował współpracę z przedstawicielami zagranicznych ośrodków naukowych. Kończąc podsumowanie, chciałbym zauważyć, że habilitant ma najlepsze kwalifikacje, aby być samodzielnym pracownikiem naukowym.

## Wnioski końcowe

Biorąc pod uwagę osiągnięcie naukowe oraz pozostały dorobek naukowy, dydaktyczny, popularyzatorski i organizacyjny dr. Bartłomieja J. Szypuły, wykazany w załącznikach do wniosku habilitacyjnego, wyrażam opinię, że:

- habilitant przygotował oryginalne i wartościowe osiągnięcie naukowe w postaci cyklu 6 powiązanych ze sobą publikacji pt.: „Ocena jakości i zastosowanie cyfrowych modeli terenu do geomorfometrycznych analiz rzeźby powierzchni”, które wnosi nowe aspekty poznawcze i praktyczne do Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku oraz dyscyplin pokrewnych w zakresie badań nad cyfrowymi modelami wysokości i geomorfometrii;
- habilitant posiada ugruntowany pozostały dorobek naukowy wykorzystujący szerokie spektrum analiz przestrzennych;
- habilitant posiada dużą wiedzę z zakresu prowadzonych przez siebie badań i najwyższej jakości umiejętności analityczne. Jest doświadczonym badaczem potrafiącym sformułować problem

badawczy, zaplanować eksperyment i opublikować wyniki badań w międzynarodowym obiegu literatury. Cechuje go też umiejętność współpracy w zespołach badawczych.

W związku z powyższym stwierdzam, że dr Bartłomiej J. Szypuła spełnia wymogi art. 219 ust. 1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z 2020 r., poz. 85 z póź. zm.) i przedkładam wniosek do Komisji Habilitacyjnej, o podjęcie stosownej uchwały w sprawie nadania mu stopnia doktora habilitowanego przez Radę Naukową Instytutu Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego.

## Przywoływana literatura

- Barry, P., & Coakley, R., 2013. Accuracy of UAV photogrammetry compared with network RTK GPS. In *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2, 27–31.
- Doornkamp J.C., King C.M.A., 1971. *Numerical analysis in geomorphology. An introduction.* Edward Arnold Publ. Ltd, London.
- Sanz-Ablanedo, E., Chandler, J.H., José Ramón Rodríguez-Pérez, Celestino Ordóñez, 2018. Accuracy of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) and SfM Photogrammetry Survey as a Function of the Number and Location of Ground Control Points Used. *Remote Sensing* 10, 1606–1606. <https://doi.org/10.3390/rs10101606>
- Evans I.S., 1972, *General geomorphometry, derivatives of altitude and descriptive statistics.* W: Chorley R. (red.), *Spatial analysis in Geomorphology*, London, Methuen and Co., 17–91.
- James, M. R., & Robson, S., 2014. Mitigating systematic error in topographic models derived from UAV and ground-based image networks. *Earth Surface Processes and Landforms*, 39, 1413–1420.
- James, M. R., Robson, S., & Smith, M., 2017. 3-D uncertainty-based topographic change detection with structure-from-motion photogrammetry: precision maps for ground control and directly georeferenced surveys. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42, 1769–1788.
- Jancewicz, K. Poręba, W., 2022. Point cloud does matter. Selected issues of using airborne LiDAR elevation data in geomorphometric studies of rugged sandstone terrain under forest – Case study from Central Europe. *Geomorphology* 412, .108316–108316. doi:<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2022.108316>.
- Jasiewicz, J., Stepinski, T.F., 2013. Geomorphons — a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms. *Geomorphology*, [online] 182, pp.147–156. doi:<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.11.005>.
- Józków, G., Toth, C., 2014. Georeferencing experiments with UAS imagery. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing, and Spatial Information Sciences*, II(1), 25–29.
- Kasprzak M., Traczyk A., 2010. Geomorfometria granitowej części Karkonoszy, *Landform Analysis*, 13, 33–46.
- Nota, E.W., Wiebe Nijland, Tjalling de Haas, 2022. Improving UAV-SfM time-series accuracy by co-alignment and contributions of ground control or RTK positioning. *International journal of applied earth observation and geoinformation* 109, 102772–102772. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.102772>
- Sewastianowicz M., 2023. Nowy wykaz czasopism naukowych – jeszcze więcej punktów, a tryb znów nieznan. Serwis Prawo.pl, <https://www.prawo.pl/student/wykaz-punktowanych-czasopism-naukowych-2023,522267.html> (data dostępu 20.11.2023)
- Tonkin, T. N., Midgley, N. G., 2016. Ground-control networks for image based surface reconstruction: An investigation of optimum survey designs using UAV derived imagery and structure-from-motion photogrammetry. *Remote Sensing*, 8(9), 786.

- Tsunetaka, H., Hotta, N., Hayakawa, Y.S., Imaizumi, F., 2020. Spatial accuracy assessment of unmanned aerial vehicle-based structures from motion multi-view stereo photogrammetry for geomorphic observations in initiation zones of debris flows, Ohya landslide, Japan. *Progress in Earth and Planetary Science* 7. <https://doi.org/10.1186/s40645-020-00336-0>
- Weiss A., 2001. Topographic Position and Landforms Analysis. Poster presentation. ESRI User Conference, San Diego, CA.
- Xiong, L., Li, S., Tang, G., Strobl, J., 2022. Geomorphometry and terrain analysis: data, methods, platforms and applications. *Earth-Science Reviews*, 233, 104191–104191. doi:<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.104191>.
- Zwoliński Z., 2010. O homologiczności polskiej terminologii geoinformacyjnej. W: Z. Zwoliński (red.), GIS – woda w środowisku, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, 21–30.

Marek Kasprzak