

Znaczenie map geomorfologicznych dla nauki i praktyki

The significance of geomorphological maps for science and practice

Zbigniew Zwoliński ¹, Małgorzata Mazurek ¹, Piotr Migoń ²,
Zofia Rączkowska ³, Wojciech Wysota ⁴

¹ Instytut Geoekologii i Geoinformacji, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

² Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Uniwersytet Wrocławski

³ Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, Polska Akademia Nauk, Kraków

⁴ Instytut Nauk o Ziemi i Środowisku, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Zarys treści: Mapy geomorfologiczne odgrywają kluczową rolę w badaniach nad ukształtowaniem powierzchni Ziemi, procesami geomorfologicznymi i ich zmiennością w modelowaniu tej powierzchni. Są syntezą informacji o rzeźbie terenu, uwzględniając hipsometrię, budowę geologiczną i stosunki hydrograficzne. Ich zastosowanie obejmuje zarówno aspekty naukowe, jak i praktyczne – od analiz geologicznych po planowanie przestrzenne i ochronę środowiska. Początki kartografii geomorfologicznej w Polsce sięgają początku XX wieku, kiedy to powstały pierwsze szczegółowe mapy form powierzchni terenu. Tradycyjnie opierały się one na szczegółowych badaniach terenowych. Współczesny rozwój technologii, takich jak teledetekcja satelitarna, skanowanie laserowe (LiDAR) i systemy informacji geograficznej (GIS), umożliwia bardziej precyzyjne odwzorowanie i analizę cech geomorfologicznych terenu. Cyfrowe mapy geomorfologiczne są obecnie szeroko stosowane w analizach przestrzennych i modelowaniu procesów geodynamicznych. Mapy geomorfologiczne znajdują zastosowanie w różnych dziedzinach nauki i gospodarki. Są używane w geomorfologii do analiz geomorfometrycznych i paleogeograficznych, w geologii do kartowania struktur tektonicznych, a także w hydrologii do oceny zagrożeń powodziowych. W ochronie środowiska pomagają identyfikować obszary podatne na erozję, a w urbanistyce i planowaniu przestrzennym umożliwiają wybór odpowiednich lokalizacji dla inwestycji budowlanych. Są również cennym narzędziem w archeologii, pomagając w lokalizacji dawnego osadnictwa i rekonstrukcji działalności gospodarczej człowieka. Jednym z istotnych zastosowań map geomorfologicznych jest ocena geozagrożeń. Pozwalają one identyfikować obszary narażone na osuwiska, lawiny, powodzie i inne ekstremalne zjawiska. Dzięki temu stanowią podstawę do podejmowania działań prewencyjnych i zarządzania ryzykiem. W ostatnich latach rośnie również zainteresowanie mapami geomorfologicznymi w geoturystyce, gdzie są wykorzystywane do promocji dziedzictwa geologicznego i tworzenia tras turystycznych. Nowoczesne mapy geomorfologiczne, zwłaszcza w wersji cyfrowej, posiadają wiele zalet. Pozwalają na precyzyjne odwzorowanie terenu, analizę w różnych skalach, integrację z innymi danymi geoprzestrzennymi i ich szybką aktualizację. Dzięki technologii GIS można na ich podstawie przeprowadzać zaawansowane analizy przestrzenne, rekonstrukcje paleogeograficzne, modelować zmiany krajobrazu i przewidywać skutki współcześnie aktywnych procesów geomorfologicznych. Analiza literatury geomorfologicznej z bazy Web of Science wskazuje na rosnące zainteresowanie tematyką kartografii geomorfologicznej, szczególnie w kontekście zmian klimatu i zagrożeń naturalnych. Liczba publikacji dotyczących cyfrowych map geomorfologicznych oraz ich zastosowania w ocenie ryzyka geozagrożeń i planowaniu przestrzennym systematycznie wzrasta. Wśród najczęściej cytowanych prac dominują artykuły poświęcone wykorzystaniu metod GIS i teledetekcji w geomorfologii, co podkreśla znaczenie nowoczesnych technologii w tej dziedzinie. Zidentyfikowane trendy wskazują, że przyszły rozwój badań będzie koncentrował się na integracji danych wieloźródłowych oraz wykorzystaniu sztucznej inteligencji w analizie geomorfologicznej. Mapy geomorfologiczne są nie tylko istotnym narzędziem badawczym, ale także mają szerokie zastosowanie praktyczne. Ich rozwój i rosnąca dostępność cyfrowa sprawiają, że są coraz częściej użyteczne w wielu dziedzinach – od nauki po gospodarkę i ochronę środowiska.

Słowa kluczowe: geomorfologia, kartowanie geomorfologiczne, mapa geomorfologiczna, zastosowanie map geomorfologicznych, użyteczność map geomorfologicznych

Abstract: Geomorphological maps play a crucial role in studying the Earth's surface features, geomorphological processes, and their variability in surface modelling. They synthesize information about landforms, incorporating hypsometry, geological structure, and hydrographic conditions. Their applications cover both scientific and practical domains, ranging from geomorphological analyses to spatial planning and environmental protection. The beginnings of geomorphological cartography in Poland date back to the early 20th century when the first detailed maps of landforms were created. Traditionally, these maps were based on detailed field studies. The contemporary development of technologies such as

satellite remote sensing, laser scanning (LiDAR), and Geographic Information Systems (GIS) enables more precise representation and analysis of geomorphological features. Digital geomorphological maps are now widely used in spatial analyses and geodynamic process modelling. Geomorphological maps are applied in various scientific disciplines and economic sectors. In geomorphology, they are used for geomorphometric and paleogeographic analyses, in geology for mapping tectonic structures, and in hydrology for assessing flood risks. In environmental protection, they help identify areas prone to erosion, while in urban planning and spatial development, they assist in selecting suitable locations for construction investments. They are also a valuable tool in archaeology, aiding in the identification of ancient settlements and reconstructing human economic activities. One of the crucial applications of geomorphological maps is the assessment of geohazards. They allow the identification of areas at risk of landslides, avalanches, floods, and other extreme events. Consequently, they serve as a foundation for implementing preventive measures and risk management strategies. In recent years, there has been growing interest in geomorphological maps for geotourism, where they are used to promote geoheritage and design tourist routes. Present-day geomorphological maps, particularly in digital form, offer numerous advantages. They allow for precise terrain representation, multi-scale analysis, integration with other geospatial data, and fast updates. Thanks to GIS technology, they facilitate advanced spatial analyses, paleogeographic reconstructions, landscape change modelling, and predictions of the effects of active geomorphological processes. An analysis of geomorphological literature from the Web of Science database indicates increasing interest in geomorphological cartography, particularly in the context of climate change and natural hazards. The number of publications on digital geomorphological maps and their applications in geohazard risk assessment and spatial planning is steadily increasing. The most frequently cited studies focus on the use of GIS and remote sensing methods in geomorphology, highlighting the significance of modern technologies in this field. Identified trends suggest that future research will focus on integrating multi-source data and utilizing artificial intelligence in geomorphological analysis. Geomorphological maps are not only essential research tools but also have broad practical applications. Their development and increasing digital availability make them ever more useful across various fields—from scientific research to economic planning and environmental management.

Keywords: geomorphology, geomorphological mapping, geomorphological map, application of geomorphological maps, usefulness of geomorphological maps

Wprowadzenie

Mapa geomorfologiczna – mapa form powierzchni terenu, ukazując kompleksowy obraz ukształtowania powierzchni Ziemi na tle sytuacji topograficznej jest syntezą i interpretacją informacji o rzeźbie terenu, wykorzystującą do tego także informacje o hipsometrii, topografii, budowie geologicznej i częściowo stosunkach hydrograficznych. Swoim zakresem merytorycznym mapa geomorfologiczna winna obejmować morfometrię, morfologię, morfogenezę i morfochronologię rzeźby terenu (Klimaszewski 1978) oraz morfodynamikę rzeźby i procesów (Dorywalski 1958, Klimaszewski 1960), ilustrując złożoność krajobrazową (Chorley i in. 1984, Ahnert 1998) i stopień georóżnorodności (Zwoliński 2004a, Najwer, Zwoliński 2014). Mapa geomorfologiczna jest reprezentacją kartograficzną opisującą cechy procesów morfogenetycznych i odpowiadających im form terenu, a także osadów powierzchniowych i ich litotypów (Otto, Smith 2013), co nawiązuje do gilbertowskiej koncepcji równowagi dynamicznej¹ opisującej relacje pomię-

dzy procesami, formami i osadami (Gilbert 1877). Mapy geomorfologiczne pozwalają także na przegląd jednostek przestrzennych, wskazując ich złożone cechy geomorfologiczne oraz umożliwiają prezentację ewolucji krajobrazów morfologicznych (Bishop i in. 2012) i ich złożoności (Chorley i in. 1984).

teriał w górę, tworząc nowe struktury (np. lakolity, które badał w Henry Mountains), b) **charakterystyki materiału (osadu)** – kluczowym elementem w ujęciu Gilberta jest uwzględnienie właściwości skał i osadów. Zauważa, że odporność materiału na erozję wpływa na tempo i sposób formowania terenu. Twardsze skały tworzą strome i bardziej wytrzymałe formy (np. szczyty), podczas gdy miękkie osady szybciej ulegają erozji, prowadząc do powstania łagodniejszych stoków i dolin. W swoich badaniach nad lakolitami zauważył, że intruzje magmowe, w zależności od ich składu i plastyczności, wpływają na sposób deformacji skał osłonowych, c) **morfologii terenu** – Gilbert zwraca uwagę, że kształt terenu wynika z dynamicznego balansu między procesami modelującymi a właściwościami materiału. Wprowadza pojęcie „równowagi dynamicznej”, wskazując, że formy terenu dążą do stanu stabilności: jeśli proces erozyjny dominuje, następuje obniżenie terenu, podczas gdy w przypadku aktywności tektonicznej – podnoszenie. Analizując Henry Mountains, pokazuje, że erozja stopniowo odsłania lakolity, a różnice w odporności skał determinują charakterystyczny układ grzbietów i dolin. Gilbert jako pierwszy w sposób syntetyczny przedstawił powiązania między tymi trzema aspektami. Jego podejście było rewolucyjne, ponieważ nie tylko opisywał pojedyncze procesy, ale też badał ich wzajemne zależności i sposób, w jaki dążą one do dynamicznej równowagi. Ten sposób myślenia stał się fundamentem dla współczesnej geomorfologii i inspiracją dla późniejszych badaczy, takich jak William Morris Davis (1899), który rozwinął koncepcję cyklu erozyjnego czy Richard Chorley i Barbara A. Kennedy (1971), którzy zaproponowali koncepcję systemu denudacyjnego w kontekście podejścia systemowego w geografii fizycznej.

¹ G.K. Gilbert w swojej przełomowej monografii „*Report on the Geology of the Henry Mountains*” z 1877 roku wprowadza jedną z kluczowych koncepcji w geomorfologii – **zasadę równowagi dynamicznej**. Jego podejście opiera się na założeniu, że formy terenu nie są przypadkowe, lecz wynikają z ciągłej interakcji trzech głównych czynników: a) **procesów geologicznych** – Gilbert podkreśla, że procesy takie jak erozja, sedymentacja i tektonika kształtują powierzchnię Ziemi. Wskazuje, że siły zewnętrzne (np. woda, wiatr) działają na powierzchnię, powodując jej stopniowe przekształcanie. Równocześnie procesy wewnętrzne, jak ruchy magmy i tektonika płyt, mogą wynosić ma-

Człowiek badając, eksploatując i kształtując środowisko przyrodnicze w pierwszej kolejności styka się z morfosferą². Rzeźba powierzchni terenu, będąc po części pochodną budowy geologicznej podłoża, jest tym komponentem środowiska przyrodniczego, które znacząco oddziałuje na każdy inny element środowiska – klimat, wody, gleby, roślinność. Równocześnie komponenty te wpływają na przebieg, rozmiar i intensywność procesów morfogenetycznych, kształtujących rzeźbę powierzchni Ziemi. Ta zróżnicowana kontekstowość map geomorfologicznych przyczynia się do ich szerokiego wykorzystania w praktyce.

Celem artykułu jest przedstawienie na tle generalnych zasad konstruowania map geomorfologicznych w różnych skalach przestrzennych ich profesjonalnego zastosowania i wykorzystania w różnych dziedzinach życia społeczno-gospodarczego. Podobnego opracowania podjął się ponad pół wieku temu Klimaszewski (1960) opisując naukowe i praktyczne znaczenia szczegółowej mapy geomorfologicznej, stwierdzając „... Wykorzystywanie mapy geomorfologicznej przez różne instytucje planistyczne i gospodarcze świadczy, że ma ona wartość nie tylko naukową, teoretyczną, ale równocześnie wartość praktyczną. To podwójne znaczenie mapy i dla nauki i dla praktyki zmusza geomorfologa, badającego i kartującego jakiś obszar, do dwojakiego spojrzenia na każdą formę, proces i zjawisko: od strony teoretycznej, naukowej (kiedy, jak, w jakich warunkach powstała dana forma) i od strony praktycznej, gospodarczej (jaką wartość przedstawia dla gospodarki, jak może być wykorzystana). To dwojake spojrzenie, dwojaki aspekt tych badań jest niewątpliwie bardzo korzystny dla rozwoju geomorfologii”. Dziś, po ponad pół wieku, stwierdzenie to wydaje się być nader aktualne, a równocześnie postęp cywilizacyjny i technologiczny sprawiają, że zasadne jest ponowne spojrzenie na problem przydatności map geomorfologicznych.

² Pojęcie **morfosfera** nie jest powszechnie stosowane w naukach geograficznych, a zostało wprowadzone do literatury stosunkowo niedawno, np. Kostrzewski (2000), Kostrzewski i in. (2021). W geomorfologii można ją rozumieć jako warstwę powierzchni Ziemi obejmującą formy terenu i procesy geomorfologiczne (wietrzenie, erozja, ruchy masowe, sedimentacja czy działalność lodowców, rzek i wiatrów itp.), kształtujące krajobraz morfologiczny. Jest to strefa obejmująca powierzchnię Ziemi oraz warstwę pod nią i nad nią, gdzie aktywne są czynniki modelujące ukształtowanie terenu. **Dolna granica** morfosfery sięga do głębokości, na której procesy geomorfologiczne oddziałują na skały (np. poziom wietrzenia). Natomiast **górną granicę** może obejmować atmosferę, zwłaszcza jeśli uwzględni się procesy eoliczne (działanie wiatru), wpływ klimatu czy opadów atmosferycznych na modelowanie terenu. W obrębie morfosfery mogą występować inne sfery, np. kriosfera (obejmująca obszary zlodowaczone i wieloletnią zmarzlinę), pedosfera (obejmująca gleby i ich przemiany). Morfosfera jest więc terminem używanym w geomorfologii do podkreślenia strefy aktywnych przemian rzeźby terenu. Choć nie jest to pojęcie powszechnie występujące w klasycznych podziałach geosfer, znajduje ono zastosowanie w analizie procesów kształtujących rzeźbę powierzchni Ziemi.

Chandler i in. (2018) konkludują, że w tworzeniu map geomorfologicznych istnieją dwa podejścia: klasyczne i tematyczne. Pierwsze z nich polega na przedstawieniu wszystkich cech geomorfologicznych w wielu warstwach tematycznych, o czym autorzy wypowiadają się nieco pejoratywnie, pisząc o takich mapach, że są „zagrażone” mniej istotnymi danymi powodującymi nieczytelność map, powołując się m.in. na polskie prace Klimaszewskiego (1990) oraz Rączkowskiej i Zwolińskiego (2015). Jednak to klasyczne podejście wynika z dziedzictwa szczegółowego kartowania geomorfologicznego wprowadzonego do literatury światowej głównie przez polskich geomorfologów (Klimaszewski 1990). Drugie podejście obejmuje bardziej szczegółowe, tematyczne mapy geomorfologiczne, które jak twierdzą autorzy w ostatnich latach stały się znacznie bardziej rozpowszechnione ze względu na rosnącą specjalizację. Wydaje się, że stwierdzenia Chandlera i in. (2018) nie są poparte należytyym przeglądem literatury przedmiotu, bowiem zarówno mapy geomorfologiczne o treściach ogólnych, jak i wyspecjalizowanych, były i wciąż są realizowane po dzień dzisiejszy, o czym może świadczyć przegląd artykułów w czasopiśmie *Journal of Maps* z lat 2005–2024, w którym artykuł Chandlera i in. (2018) został również opublikowany. Należy wyraźnie podkreślić, że tak klasyczne, jak i tematyczne mapy geomorfologiczne będą służyły w swym zakresie merytorycznym zarówno rozwojowi badań geomorfologicznych, jak i zastosowaniu tych map w praktyce.

Za pierwszą mapę morfologiczną w Polsce Jurczyński (1953) uznał mapę epoki lodowcowej na Świdowcu zamieszczoną w atlasie Eugeniusza Romera z roku 1905. Początki tworzenia map morfologicznych w sposób wyczerpujący omówił Jurczyński (1953), który napisał „... W chronologicznym ujęciu map morfologicznych Polski widzimy stale rosnące wzbogacanie się ich treści, coraz większą różnorodność przedstawianych form w oparciu o nowe wyniki badań. Zaznacza się też uzgadnianie osiągnięć polskiej nauki z rezultatami nauki światowej”. Zatem historia opracowań map geomorfologicznych w Polsce ma już 120 lat. Kartowanie geomorfologiczne było podstawową metodą pozyskiwania danych do analizy form terenu (Instrukcja... 1954, Klimaszewski 1960, 1968, Bartosik 1975). Metoda ta odgrywała kluczową rolę w zrozumieniu procesów zachodzących na powierzchni Ziemi, interpretacji układu form i typów rzeźby czy ewolucji krajobrazu morfologicznego. Tradycyjne kartowanie geomorfologiczne zapoczątkowane w latach 50. XX w. i później kontynuowane w latach 60.–90. opierało się na wykorzystywaniu informacji z badań terenowych oraz interpretacji zdjęć naziemnych i lotniczych oraz map topograficznych (Klimaszewski 1963, 1985, Tricart 1965, Demek 1972, Demek, Embleton 1978, Verstaappen 2011). Turkowska (1996)

zwraca jednak uwagę, że pomimo przeprowadzania dokładnego kartowania terenowego mogą się zdarzać sytuacje, w których są pomijane niektóre elementy rzeźby, np. z morfogenezy peryglacialnej.

Według Otto i Smitha (2013) oraz Paul i Jha (2021) kartowanie geomorfologiczne przeżywa obecnie renesans, a Anders i Seijmonsbergen (2008) napisali wprost o rewolucji w geomorfologii. Ponowny wzrost zainteresowania kartowaniem geomorfologicznym i opracowaniem nowych map geomorfologicznych można zaobserwować w publikacjach geomorfologicznych z początku XXI w., co było konsekwencją pojawienia się nowych oprogramowań geoinformacyjnych, umożliwiającymi nowoczesne podejście do tworzenia map (np. Gustavsson i in. 2006, 2008, Hillier, Smith 2008, Smith, Pain 2009, Borzuchowski, Olędzki 2011, Smith i in. 2011, Zwoliński 2012, Rączkowska, Zwoliński 2015, Quesada-Román, Peralta-Reyes 2023). Aktualnie, przygotowanie map geo-

morfolologicznych wymaga nie tylko prac terenowych, w tym kartowania geomorfologicznego wspieranego często kartowaniem geologicznym, glebowym, czasami hydrograficznym, a nawet geobotanicznym, ale również i szerokiego wsparcia danymi zbieranymi zdalnie (np. źródła satelitarne, lotnicze, dronowe, skanowanie laserowe) i wspomagania opracowaniem w oprogramowaniach geoinformacyjnych, graficznych i statystycznych. Systemy informacji geograficznej unowocześniły przetwarzanie, analizę i wizualizację danych geomorfologicznych, umożliwiając większą dokładność i interoperacyjność między platformami i danymi, stwarzając warunki do bardziej wydajnego wykorzystywania informacji geoprzestrzennych (Gustavsson i in. 2006, Van Westen i in. 2003).

Przykładem podejścia do organizacji pracy i opracowania metodyki jest przedstawienie szczegółowego planu działań, uwzględniającego etapy związane z realizacją terenowego kartowania geomorfologicz-

Tabela 1. Przebieg pracy przy wykonywaniu terenowego kartowania geomorfologicznego (wg Otto, Smith 2013, uzupełnione)

Table 1. Workflow for undertaking geomorphological field mapping (acc. to Otto, Smith 2013, supplemented)

Etapy kartowania Mapping stage	Czynności Activities
Przed kartowaniem	– Określ region zainteresowania – Określ cel kartowania – Wybierz metody i techniki kartowania – Uzyskaj dane teledetekcyjne – Uzyskaj archiwalne dane geomorfologiczne i geologiczne – Uzyskaj informacje o kartowaniu geologicznym i glebowym – Zaprojektuj i utwórz bazę danych GIS – Utwórz protokół kartowania terenowego – Skartuj główne formy terenu przy użyciu danych teledetekcyjnych – Utwórz projekt mapy w odpowiedniej skali do kartowania terenowego – Przygotuj systemy legend i symboli – Uzyskaj pozwolenie na dostęp do regionu kartowania – Przeprowadź ocenę ryzyka dla planowanych działań – Uzyskaj prognozę pogody
Podczas kampanii terenowej	– Przeprowadź kartowanie terenowe zgodnie z protokołem, – Dokonaj ogólnego rekonesansu terenów sąsiadujących z obszarem podlegającym kartowaniu, – Zweryfikuj archiwalne dane geomorfologiczne i geologiczne – Zweryfikuj główne formy terenu skartowane przy użyciu danych teledetekcyjnych – Zlokalizuj punkty dokumentacyjne – Użyj ręcznego odbiornika GNSS (GPS-a) do oznaczenia ścieżek lub punktów orientacyjnych – Sporządź notatki i zrób zdjęcia, pozycjonowane za pomocą odbiornika GNSS (GPS-a) – Przestrzegaj kwestii zdrowia i bezpieczeństwa i/lub aktualizuj ocenę ryzyka
Po kartowaniu	– Pobierz i zintegruj dane GNSS (GPS) z istniejącą bazą danych GIS – Porównaj kartowanie terenowe i teledetekcyjne w celu walidacji obserwacji teledetekcyjnych – Sporządź notatki i zintegruj notatki ze zdjęciami – Stwórz ostateczną mapę geomorfologiczną w oprogramowaniu GIS – Narysuj ostateczną mapę przy użyciu analogowych lub cyfrowych symboli kartograficznych, korzystając z oprogramowania GIS lub oprogramowania do projektowania graficznego – Napisz i przedstaw notatki wyjaśniające towarzyszące mapie – Napisz objaśnienia do mapy geomorfologicznej – Opublikuj mapę

nego (tab. 1; Otto, Smith 2013). Często dokonuje się także adaptacji analogowych map geomorfologicznych do postaci cyfrowej (Wołk-Musiał 1994, Mania 2005, Karczewski i in. 2007, 2008, Dmowska i in. 2010, Krzemiński 2009, Borzuchowski, Olędzki 2011, Bukowska i in. 2011a, b, Napiórkowska 2011, Wołk-Musiał, Gatkowska 2011, Kijowski i in. 2012, Buraczyński 2014, Szypuła 2020).

Rozwój teledetekcji satelitarnej i analiz geoinformacyjnych, tzw. technologii geoprzestrzennych (Bishop i in. 2012), doprowadziło do istotnych zmian w przygotowaniu map geomorfologicznych (Dramis i in. 2011, Bishop i in. 2012). Rozwojowi nowej metodyki i technik opracowań map geomorfologicznych sprzyja:

- a) zastosowanie lotniczego skanowania laserowego (ALS – *Airborne Laser Scanning*; Liu 2008, Burke 2013, Wężyk 2015),
- b) zastosowanie naziemnego skanowania laserowego (TLS – *Terrestrial Laser Scanning*; Costantino, Angelini 2013, Kociuba i in. 2014, Fan, Atkinson 2015, O'Banion i in. 2020),
- c) wykorzystanie zdjęć z nalołów dronem i techniki Structure for Motion (Johnson i in. 2014, Ren i in. 2014, Sze i in. 2015, Ewertowski i in. 2019),
- d) możliwość analiz rzeźby w oparciu o cechy geomorfometryczne terenu obliczane dzięki cyfrowym modelom wysokościowym (Pike 2000, Traczyk, Kasprzak 2012, Kasprzak, Traczyk 2013, Minár i in. 2013, Jasiewicz i in. 2015, Mazurek 2015, Gawrysiak 2018, Dyba 2024),
- e) wprowadzenie uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji (AI – *Artificial Intelligence*; van der Meij i in. 2022, Mall i in. 2023, Tao, Xu 2023, Dyba 2024),
- f) zastosowanie zobrazowań satelitarnych, takich jak SPOT, Landsat, dane Terra ASTER i inne (Nering 2009, Oguchi i in. 2011, Abrams i in. 2020),
- g) wykorzystanie metod wizualizacyjnych (Hutchinson, Gallant 1999, 2000, Smith, Clark 2005, Danovaro i in. 2006, Kennelly 2017, Jankowski i in. 2024),
- h) możliwość integracji danych o różnych rozdzielczościach przestrzennych, widmowych i radiometrycznych (Kwoczyńska, Bryś 2012, Karwel i in. 2015).

Postęp metodyczny w opracowywaniu map geomorfologicznych skutkuje wzrostem zainteresowania w ich aplikacyjnym znaczeniu.

Szczególnego znaczenia nabierają analizy geomorfometryczne w oparciu o cyfrowe modele wysokościowe, głównie modele wysokorozdzielcze, które ujawniają niezauważone wcześniej cechy rzeźby i układy przestrzenne (Evans 1972, Szafraniec 2008, 2010, 2012, Piotrowski i in. 2009, Piechota, Piotrowski 2010, Jasiewicz, Stepiński 2013, Kasprzak, Traczyk 2013, Migoń i in. 2013, Najwer, Zwoliński

2015, Różycka 2015, Zwoliński, Sznigir 2015, Szypuła 2016, 2017, Gawrysiak 2018, Weckwerth i in. 2019, Gawrysiak, Kociuba 2020, Minár, Evans 2023). Z kolei zastosowanie danych LiDAR (ang. *Light Detection and Ranging*) pozwoliło na znacznie bardziej efektywne rozpoznanie form rzeźby i ich grup w obszarach zalesionych, w szczególności w odniesieniu do form rzeźby tektonicznej, osuwiskowej, glacialnej i antropogenicznej (Traczyk 2009, Kasprzak, Traczyk 2013, Sobiech, Wysota, 2014, Migoń, Kasprzak 2016, Duszyński i in. 2017, Migoń i in. 2017, Błaszczewicz, Danel 2019, Weckwerth i in. 2019, Adamczyk i in. 2022). Na wsparcie badań geomorfologicznych, a tym samym wsparcie tworzenia map geomorfologicznych nowymi możliwościami geoinformacyjnymi i informatycznymi zwracano uwagę już wcześniej, nazywając ten proces zmianą paradygmatu w geomorfologii (Zwoliński 2012). Paradygmat ten polega na przejściu od map analogowych do map cyfrowych i nie chodzi tylko o zmianę nośnika informacji geomorfologicznej, np. z papieru na elektroniczne nośniki danych (Dmowska i in. 2010), ale przede wszystkim o zmiany w metodologii i metodyce tworzenia map geomorfologicznych (Gustavsson i in. 2008, Rączkowska, Zwoliński 2015, Bosino i in. 2024). Równocześnie jednak, przy kartowaniu geomorfologicznym niezwykle trudnych form rzeźby w środowisku „trudnym” dla powietrznego skanowania laserowego (np. złożone morfologicznie wychodnie skał podłoża lub pokrywy głazowo-blokowe w terenie zalesionym) prace terenowe pozostają koniecznym elementem procedury zbierania danych, a legendy map geomorfologicznych przygotowywanych w dużej skali mogą wymagać uzupełnienia o symbole odnoszące się do specyfiki prezentowanej problematyki (Gołębiowska 2015, Michniewicz i in. 2020, Migoń i in. 2020, Zasadni in. 2021, Kotowska, Jancewicz 2024).

Zastosowania map geomorfologicznych

W przypadku rozpatrywania środowiska geograficznego jako sfery abiotycznej, biotycznej i antroposfery należy wskazać na bezpośrednie i pośrednie różnokierunkowe sprzężenia zwrotne pomiędzy geosukcesją a biosukcesją oraz geosukcesją a antropopresją. Wiedza o rzeźbie powierzchni Ziemi jest zazwyczaj niezbędną podstawą we wszelkich środowiskowych opracowaniach teoretycznych jak i praktycznych. Zatem przydatność cyfrowych map geomorfologicznych można rozważać w wielu różnych aspektach, w zależności nie tylko od skali przestrzennej, ale także od przyjętych zasad ich tworzenia i wizualizacji oraz zawartości merytorycznej (tab. 2). Na podstawie szczegółowych map geomorfologicznych poprzez selekcję, generalizację i reinterpretację można opraco-

Tabela 2. Przykładowe możliwości wykorzystania map geomorfologicznych
 Table 2. Examples of possible uses of geomorphological maps

Obszar zastosowań Field of application	Dyscyplina Discipline	Zakres zastosowań Scope of application	Przykłady Examples
Cele naukowe	Geomorfologia	Rozszerzone kartowanie geomorfologiczne m.in. w oparciu o historyczne mapy geomorfologiczne	Seijmonsbergen, de Graaff, 2006, Dulias 2010, Marcy i in. 2011, Kasprzak, Traczyk 2013, Marcinkowska i in. 2013, Kaliroj i in. 2017
		Dawne i współczesne zmiany powierzchni terenu	Dulias 2010, 2021, Gudowicz i in. 2010, Szypuła 2011, 2014, Borkowski i in. 2015, Witkowski 2021a, b, 2023
		Mapy zagrożeń geomorfologicznych (zjawiska ekstremalne i katastrofalne, np. osuwiska, sływy błotne, lawiny kamieniste, procesy zapadliskowe, powodzie, pustynnienie itp.)	Kienholz 1978, Gębica, Sokołowski 1999, 2002, Reichenbach i in. 2004, Dulias 2013, Gębica i in. 2019, 2021, Kostrzewski i in. 2021a, b, Rączkowska 2021, Rodzik i in. 2021, Święchowicz i in. 2021, Zwoliński i in. 2021, Shumilova i in. 2025
		Mapy ryzyka geomorfologicznego dla zjawisk ekstremalnych i katastrofalnych	Chelli i in. 2021, Cappadonia i in. 2021, Faccini i in. 2021, Lupiano i in. 2021
		Ocena georóżnorodności i geodziejstwa w zakresie rzeźby	Kostrzewski i in. 1997, 1998, Serrano, Ruiz Flaño 2007, Zwoliński 2009, Zwoliński, Stachowiak 2012, Kubalíková 2013, Pereira i in. 2013, Najwer i in. 2016a, Kot, Leśniak 2017, Kot 2018, Jankowski i in. 2020, Chrobak i in. 2021, Guerra, Lazzari 2021, Wierzbicki i in. 2021, Kayima, Karasiewicz 2025
		Analiza geomorfometryczna	Szafraniec 2008, 2010, 2012, Piotrowski i in. 2009, Piechota, Piotrowski 2010, Szypuła, Wiczorek 2011, 2020, Jasiewicz, Stepiński 2013, Kasprzak, Traczyk 2013, Migoń i in. 2013, Mazurek 2015, Najwer, Zwoliński 2015, Różycka 2015, Zwoliński, Schnigir 2015, Szypuła 2016, 2017, Adamczyk i in. 2017, Gawrysiak 2018, Gawrysiak, Kociuba 2020, Dyba 2024
		Regionalizacja geomorfologiczna – mapy geomorfologiczne pozwalają na względnie szybkie poznanie morfogenezy większych regionów i porównania między tymi regionami	Pawłowski 1931, Krygowski 1961, Kotarba 1970, Maruszczak 1972, Gilewska 1986, Kostrzewski i in. 1998, Lehmkuhl i in. 2021
		Mapy 3D i animacyjne	Kłapyta 2020, Zasadni, Kłapyta 2014, Kłapyta i in. 2021, Zasadni i in. 2021
	Geomorfologia podwodna	Geomorfologia dna morskiego	Hillier 2011, Micallef i in. 2018, Janowski i in., 2022, Janowski, Wróblewski 2024
	Geomorfologia planetarna	Geomorfologia Marsa	Baker 1981, Jons 1986, Kim i in. 2005, Orgel i in. 2019, Ramsdale i in. 2017, 2019, Séjourné i in. 2019, Bhardwaj i in. 2021, Chao, Zhibao 2022, Ovchinnikova i in. 2025
		Geomorfologia ciał niebieskich	Baker 2001, Baker i in. 2015, Black i in. 2017, Matthews, McMahon 2018, Tirsch i in. 2018, Bétard, Peulvast 2019, Hargitai, Nass 2019, Conway 2022, Hahn, Byrne 2023, Zhang i in. 2024, Pardo-Igúzquiza, Dowd 2025

Obszar zastosowań Field of application	Dyscyplina Discipline	Zakres zastosowań Scope of application	Przykłady Examples
Cele naukowe	Geografia fizyczna	Dokumentacja fizjograficzna, opracowania fizjograficzne Regionalizacja fizycznogeograficzna	Kistowski 2001, Szponar 2003 Rehman 1895, 1904, Lencewicz 1922, 1937, Pawłowski 1917, Marsz 1966, 1974, Kondracki 1978, Gil 1979, Kostrzewski i in. 1998, Kot 2016, Kistowski i in. 2018, Solon i in. 2018, Macias, Bródka 2021
	Ekologia krajobrazu	Analiza zmian pokrycia terenu i użytkowania ziemi Analiza i interpretacja jednostek krajobrazowych, typologie krajobrazu, ochrona krajobrazów kulturowych	Kostrowicki 1959, Zgłobicki, Baran-Zgłobicka 2012, Zgłobicki i in. 2015a Kondracki 1991, Richling, Dąbrowski 1995, Bogdanowski 1998, Piotrowska 2010, Myga-Piątek 2012, Niewiarowski, Kot 2011, Niedźwiecki, Kolečka 2012, Richling, Solon 2012, Chmielewski i in. 2015, Kot 2016
		Waloryzacja krajobrazu, audyt krajobrazowy	Uruszczak i in. 2015, Ustawa krajobrazowa 2015, Obidziński 2018, RRM 2019, Raszeja 2022
	Architektura krajobrazu	Struktura krajobrazu w ujęciu architektury krajobrazu, planowanie krajobrazu parków, obszarów zieleni/terenów zieleni, infrastruktury miejskiej	Bogdanowski 1999, Chmielewski 2012, Houb, Lorens 2014
	Geologia	Kartowanie geologiczne Interpretacja strukturalno-tektoniczna rzeźby Monitoring i ocena geozagrożeń	Ber 1973, Marks, Ber 1999, Wysota 2007 Dumanowski 1963, Placek 2011, Ostaficzuk 2019 Petley 1998, Van Westen i in. 2000, Seijmonsbergen, de Graaff, 2006, Małka 2021, Małka i in. 2023
		Lokalizacja złóż surowcowych Projektowanie geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne Geostanowiska	Bażyński 1999 Bażyński 1999, Vasconcelos i in. 2017 Alexandrowicz 2003, Warowna i in. 2013, 2014, Kamieńska, Gienza 2014, Zwoliński i in. 2017, Zgłobicki i in. 2019
	Paleogeografia	Rekonstrukcja procesów kształtujących formy i typy krajobrazu w dawnych środowiskach lądowych	Florek i in. 2008, Terhorst i in. 2009, Florek, Tylman 2013, Zasadni, Kłapyta 2014 – https://skfb.ly/IsJC , Małecki i in. 2018, Łanczont i in. 2019, 2022, 2023, Kłapyta 2020
		Rekonstrukcja procesów kształtujących formy w dawnych środowiskach morskich	Łęczyński 2009, Micallef 2011, Mague 2012
	Klimatologia	Rozkład przestrzenny elementów meteorologicznych i procesów klimatycznych Topoklimat	Kwiatkowski 1969, 1975 Paszyński 1980, Kicińska i in. 2001, Bednorz, Kolendowicz 2010, Kolendowicz, Forycka-Ławniczak 2013, Półrolniczak i in. 2020
		Wydzielanie stref morfoklimatycznych	Gutiérrez 2005, Zwoliński, Gudowicz 2015

Obszar zastosowań Field of application	Dyscyplina Discipline	Zakres zastosowań Scope of application	Przykłady Examples
Cele naukowe	Paleoklimatologia	Rozpoznanie dawnych warunków klimatycznych w oparciu o charakterystyczne typy i zespoły form powierzchni Ziemi	Łanczont i in. 2021, 2023
	Hydrografia i hydrologia	Analiza obiegu wody w zlewniach rzecznych, jeziornych i rzeczno-jeziornych	Mazurek 2010
		Analiza morfometryczna zlewni rzecznych różnego rzędu	Zăvoianu 1985, Brzezińska-Wójcik i in. 2010
		Ocena zagrożeń i prognozowanie zjawisk powodziowych	Pawlik 2010, Gawrysiak i in. 2024
		Ocena zagrożeń i prognozowanie susz	
		Rewitalizacja i renaturalizacja szlaków wodnych, jezior, torfowisk, terenów porolnych	Chmielewski i in. 1996a, b, 1997, Żelazo, Popek 2002, Babiński 2013
		Regulacja cieków i zwiększanie retencji	
		Planowanie i eksploatacja zbiorników retencyjnych	Kwoczyńska, Bryś 2012, Ciupa i in. 2017, Shumilova i in. 2025
	Gleboznawstwo	Modelowanie hydrologiczne i hydrogeologiczne	Gudowicz, Zwoliński 2009
		Kartowanie glebowe	
		Typologia i klasyfikacja gleb	Ruiz-Flaño i in. 1992
	Archeologia i historia	Ochrona gleb	
		Lokalizacja grodzisk i osiedli	Gómez, Magnin 2008, Kittel 2012, Hildebrandt-Radke 2013, Chase i in. 2014, Michalski i in. 2016, Brewer i in. 2017, Zwoliński i in. 2017, Kittel i in. 2018, Beuzen-Waller i in. 2019, Pierik, Cohen 2020
		Rekonstrukcja działalności gospodarczej	Rodzik i in. 2017, Waga i in. 2022a, b, Łanczont i in. 2023
Cele zrównoważonego rozwoju	Teledetekcja	Zmiany morfologii i osady antropogeniczne	Zgłobicki 2008, Molewski, Juśkiewicz 2014, Zwoliński i in. 2018a, Łajczak, Zarychta 2020, Łajczak i in. 2020, Hohensinner i in. 2021, Werther i in. 2021, NCOSA 2023
		Mapy geomorfologiczne w oparciu o obrazy ze zdalnej rejestracji	Sendobry, Sinkiewicz 1983, Jania, Szczypek 1987, Napiórkowska 2011, Wołk-Musiał, Gatkowska 2011, Florek, Tylman 2013
	Biologia	Kartowanie geobotaniczne i fitosocjologiczne	Balcerkiewicz, Wojterska 1985, Degórski 1985, Géhu 1985, Wojterski, Kasprowicz 1985, Matuszkiewicz i in. 1995, Kozłowska, Rączkowska 1996, 1999, 2002, Kotarba, Kozłowska 1999, Kozłowska i in. 1999, 2007, de Waard i in. 2024
Cele zrównoważonego rozwoju	Ochrona i kształtowanie środowiska	Identyfikacja siedlisk, ostoi i korytarzy ekologicznych	Janowski i in. 2021
		Kartowanie sozologiczne	Kunz, Kot 2007, Macias 2007

Obszar zastosowań Field of application	Dyscyplina Discipline	Zakres zastosowań Scope of application	Przykłady Examples
Cele zrównoważonego rozwoju	Ochrona i kształtowanie środowiska	Zarządzanie (tj. planowanie i gospodarowanie) systemami obszarów i obiektów chronionych (parki narodowe, parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, rezerваты, pomniki przyrody, geoparki, stanowiska dokumentacyjne) Profilowanie siedlisk roślinnych, typów pokrycia i użytkowania ziemi, ochrony siedlisk przed zagrożeniami związanymi z gospodarczą działalnością człowieka Inżynieria ochrony środowiska Opracowania ocen oddziaływania na środowisko	Żarska 2011, Piotrowska 2012, Symonides 2014 Cienciela 2024 Najwer i in. 2016b
	Gospodarka i planowanie przestrzenna	Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego Plany zagospodarowania terenu z uwzględnieniem warunków środowiskowych	Cooke, Doornkamp 1990, Szulczewska i in. 2008, Izmailow, Michno 2009, Latocha 2009, Wałdykowski 2014, Bucała-Hrabia i in. 2022 Zgłobicki 1998, Baran-Zgłobicka i in. 2006, 2011, 2021, Baran-Zgłobicka, Zgłobicki 2011, Quesada-Román i in. 2023
	Urbanistyka	Strategie rozwojowe obszarów różnego szczebla administracyjnego Analiza rozwoju procesów urbanistycznych Opracowania fizjografii urbanistycznej	Szponar 2003
	Inżynieria środowiska	Projektowanie budownictwa wielkoobszarowego Planowanie i eksploatacja infrastruktury technicznej – linie przesyłowe itp. Projektowanie infrastruktury drogowej i kolejowej Planowanie inwestycji budowlanych, zabudowy inżynierskiej i hydrotechnicznej, składowisk odpadów i oczyszczalni ścieków	Brykała i in. 2003, Piasecka i in. 2025
	Turystyka i rekreacja	Rekultywacja terenu Waloryzacja turystyczna/geoturystyczna Mapy geoturystyczne, geologiczno-turystyczne	Sołowiej 1980 Mazurek i in. 2010, Zwoliński 2010, Dmytrowski, Kicińska 2011, Migoń 2012, Zgłobicki i in. 2012, Zgłobicki, Baran-Zgłobicka 2013, Warowna i in. 2016, Chrobak 2021, Guerra, Lazzari, 2021 Zwoliński 2004b, Castaldini i in. 2005a, b, Rychel i in. 2012, Guerra, Lazzari, 2021, Messedi i in. 2021, PIG 2025
	Sport	Planowanie infrastruktury turystycznej Ścieżki turystyczne, geoturystyczne, rowerowe, trasy biegowe, trasy narciarskie itp. Wyznaczanie tras wyścigów motocrossowych, rowerowych, przełajowych, narciarskich, maratonów itp.	Kicińska-Świdarska, Słomka 2004

Obszar zastosowań Field of application	Dyscyplina Discipline	Zakres zastosowań Scope of application	Przykłady Examples
Cele zrównoważonego rozwoju	Sport	Planowanie ekspedycji wysokogórskich i polarnych	
	Komunikacja	Analiza lokalizacyjna inwestycji i szlaków komunikacyjnych	
	Leśnictwo	Gospodarowanie zasobami leśnymi Opracowanie elaboratów i map leśnych, map urządzania lasu	Waga i in. 2022b
	Kopalnictwo	Kopalnictwo odkrywkowe Eksploracja kopalin użytecznych	Kusztal i in. 2020 Nita 2009, Dulias, Kupka 2010, Dulias 2013, Jancewicz i in. 2020
	Energetyka	Rekultywacja obszarów pokopalnianych Planowanie farm wiatrowych Lokalizacja paneli fotowoltaicznych, potencjał solarny	Roman i in. 1988, Piotrowska 1990, Żemła-Siesicka i in., w recenzji Kowalczyk, Czyża 2022
	Rolnictwo	Zarządzanie obszarami równinnymi i stokowymi użytkowanymi rolniczo Zapobieganie skutkom erozji gleb Stosowanie rolnictwa precyzyjnego	Ghosh, Bera 2023 Starkel 1954, 2014 Markowska i in. 2025
	Zarządzanie obszarami o wyjątkowych walorach przyrodniczych i estetycznych	Zarządzanie obszarami zalewowymi i podmokłymi Zarządzanie obszarami krasowymi i lessowymi Zarządzanie obszarami wybrzeżowymi i podwodnymi Zarządzanie obszarami wydmowymi Zarządzanie obszarami polarnymi	Cienciela 2024, de Waard i in. 2024 Łabuz 2013 Dulias 2021 Zwoliński, Mercier 2025
	Edukacja w programach kształcenia geografii i przyrody na różnych poziomach kształcenia	Prezentacja różnych form rzeźby, ich genezy i przekształceń, a także różnych procesów geodynamicznych Edukacja w zakresie ochrony przyrody, edukacja ekologiczna Edukacja turystyczna i geoturystyczna	Galarowski 1958, Marcinkiewicz 1960 Zgłobicki i in. 2015b, Bollati i in. 2017, Gajek, Zgłobicki 2021
	Cele wojskowe i bezpieczeństwo publiczne	Planowanie działań manewrowych na poziomie operacyjnym, taktycznym i strategicznym Forsowanie rzek przez ciężkie pojazdy wojskowe Lokalizacja stanowisk obserwacyjnych i obronnych Charakterystyka teatru działań wojennych Planowanie działań taktycznych Rekultywacja poligonów wojskowych	Kreutzinger 1928, MON 2011 Mądrzycki i in. 2019, Ostrowski 2022 Marciak i in. 2021 Gałązka, Marks 2007, Guth 2011, Marciak i in. 2020, Waga i in. 2022c Kostrzewski i in. 1997, Waga i in. 2022d, 2023
	Kryminalistyka Zarządzania kryzysowe	Analizy przestępstw kryminalnych Planowanie i ochrona infrastruktury krytycznej Wyznaczanie dróg ewakuacji w czasie zdarzeń katastrofalnych Wyznaczanie dróg ewakuacji (dróg życia) w czasie imprez masowych	Zwoliński, Guth 2017, Carabella i in. 2021

wywać pochodne mapy geomorfologicznej (Griffiths, Abraham 2008), ukierunkowane na przedstawienie wybranych procesów rzeźbotwórczych czy typów rzeźby, służące do oceny geozagrożeń (Petley 1998, Van Westen i in. 2000, Seijmonsbergen, de Graaff, 2006) lub do zrównoważonego zarządzania wykorzystaniem środowiska (Dramis i in. 2011). Jednym z dobrych przykładów tworzonych współcześnie map są mapy zagrożeń geomorfologicznych, które przedstawiają procesy geomorfologiczne potencjalnie destrukcyjne w danej skali czasoprzestrzennej, jak również ich wielkość i częstość (Dramis i in. 2011, Guo 2021, Wojciechowski 2022). Druga dekada XXI w. przyniosła wiele prób wykonywania map geomorfologicznych dla obszarów zurbanizowanych oraz zmian ukształtowania powierzchni terenu (Brandolini i in. 2021, Reynard i in. 2017, Zwoliński i in. 2018a, 2021). Mapy geomorfologiczne mogą skupiać się na wybranych cechach krajobrazu, na przykład przedstawiając jedynie morfologię aktywnych procesów rzeźbotwórczych (Kaszowski, Kotarba 1985, Kostrzewski, Zwoliński 1986, 1988, Kotarba 2002) lub dostarczać pełnego obrazu kompozycji krajobrazu i jego ewolucji (Knight i in. 2011, Verstappen 2011). Mapy geomorfologiczne są podstawą wykonywania audytów krajobrazowych w obrębie województw naszego kraju (Ustawa Krajobrazowa 2015, RRM 2019, Kamiński i in. 2023, RBGPWZ 2024).

Jedną z kluczowych ról map geomorfologicznych jest pogłębianie wiedzy poprzez analizowanie ewolucji form terenu, identyfikowanie relacji pomiędzy erozją a sedymentacją osadów. Badanie rozmieszczenia teras rzecznych przedstawionych na mapie geomorfologicznej pozwala odtworzyć dawną dynamikę rzeki i zrozumieć długoterminowe zmiany środowiskowe w dolinie i jej otoczeniu. Kartowanie form terenu wybrzeży morskich, takich jak klify, wydmy i plaże, pomaga w ocenie podatności wybrzeża na wzrost poziomu morza w skali lokalnej i globalnej oraz rozmiarów abrazji, co jest kluczową informacją do przewidywania przyszłych zmian wybrzeża w obliczu zmiany klimatu (np. Nicholls i in. 2007, Kostrzewski i in. 2015). Szczegółowe kartowanie form polodowcowych może przyczynić się do głębszego zrozumienia przeszłych wydarzeń glacialnych i ich wpływu na obecne krajobrazy. Analiza tych cech umożliwia rekonstrukcję zasięgu i dynamiki pokrywy lodowej w przeszłości, przyczyniając się do rozwoju paleoklimatologii i ulepszając modele predykcyjne dla przyszłej aktywności lodowcowej (np. Benn, Evans, 1998).

Kartowanie geomorfologiczne odgrywa istotną rolę w zrozumieniu procesów morfogenetycznych, w rekonstrukcjach geochronologicznych, w zarządzaniu zasobami naturalnymi, w ocenie zagrożeń naturalnych i przewidywaniu (szacowaniu) ryzyka, jak również w interpretacji ewolucji krajobrazu (Błaszczynski 1997, Bishop i in. 2012). W efekcie cy-

frowe mapy geomorfologiczne, niezależnie od skali, mają niepodważalną wartość, będąc niezbędne nie tylko w badaniach i praktyce geomorfologicznej, ale są również przydatne specjalistom z wielu pokrewnych obszarów i dziedzin naukowych. Wśród nich są np. gleboznawcy, geobotanicy, leśnicy, archeolodzy, ekolodzy krajobrazu, planiści, rolnicy, inżynierowie budowlani, wojskowi etc. (m.in. Griffiths, Abraham 2008, Paron, Claessens 2011), którzy w swojej pracy naukowej i działalności na rzecz praktyki odnoszą się do genezy i cech ukształtowania powierzchni Ziemi. Informacje te są wykorzystywane m.in. w planowaniu przestrzennym, w inżynierii środowiskowej, w charakterystyce typów krajobrazu, w tym krajobrazów priorytetowych, w zrównoważonym rozwoju społeczeństw (Finke 1980, Kienholz 1980, Paron, Claessens 2011). Złożoność informacji zawartych na mapach geomorfologicznych powoduje, że często ich praktyczne wykorzystanie jest znaczącym specjalistycznym wyzwaniem, co sprzyja nawiązywaniu współpracy pomiędzy geomorfologami a praktykami różnych profesji (Griffiths, Abraham 2008, Paron, Claessens 2011, RRM 2019). Jednym z ważnych społecznie zastosowań map geomorfologicznych jest analiza ryzyka naturalnego. Wiedza o formach terenu, takich jak wzniesienia, doliny czy terasy zalewowe, umożliwia przewidywanie potencjalnych zagrożeń związanych z erozją wodną, osuwiskami czy powodzią. W kontekście zmian klimatycznych, mapy geomorfologiczne pomagają w identyfikacji obszarów, które mogą być szczególnie narażone na skutki ekstremalnych zjawisk pogodowych (Jania, Zwoliński 2011, Stokes i in. 2020). Dzięki nim można lepiej planować działania prewencyjne oraz adaptacyjne, co ma na celu zminimalizowanie skutków zjawisk ekstremalnych.

W urbanistyce, planowaniu przestrzennym i rozwoju miast szczegółowe mapy geomorfologiczne dostarczają niezbędnych informacji na temat np. o różnej stabilności stoków, w tym podatnych na osuwiska, dopuszczalnych obciążeń gruntów i wskazywania odpowiednich obszarów pod zabudowę. Znajomość ukształtowania terenu wpływa na decyzje dotyczące lokalizacji budynków, infrastruktury transportowej oraz zieleni miejskiej. Przykładami mogą być miasta, w których wykorzystywane są analizy geomorfologiczne do tworzenia przestrzeni publicznych, które są odporniejsze na zmiany klimatyczne i naturalne katastrofy (Kumar i in. 2022). Dokładne oceny cech ukształtowania terenu pozwalają na podejmowanie decyzji o łagodzeniu ryzyka i optymalizację rozwoju infrastruktury, umożliwiając stosowanie takich środków zapobiegawczych jak stabilizacja zboczy (np. Highland, Bobrowsky 2008), minimalizując szkody dla środowiska i straty ekonomiczne.

Kolejnym istotnym aspektem jest rola map geomorfologicznych w ochronie środowiska. Umożliwiają one identyfikację obszarów, które są szczególnie

cenne środowiskowo, ale także wrażliwe na degradację, takie jak tereny górskie czy nadmorskie. Wspierają decyzje dotyczące zarządzania i ochrony zasobów wodnych (Thompson, Conway 2021). Projekty rekonstrukcji środowiskowej mogą na podstawie analiz geomorfologicznych skupić się na przywróceniu naturalnych procesów hydrologicznych w zniszczonych ekosystemach. W rolnictwie i zarządzaniu zasobami przyrodniczymi mapy geomorfologiczne pomagają w identyfikacji odpowiednich obszarów pod uprawę roślin, ocenie potencjału erozji gleby i zarządzaniu zasobami wodnymi. Dokładna znajomość cech ukształtowania terenu pomaga w zrównoważonych praktykach rolniczych i zoptymalizowanym wykorzystaniu zasobów. Ponadto mapy te są coraz częściej włączane do ocen oddziaływania na środowisko, zapewniając ramy do zrozumienia potencjalnych skutków środowiskowych działalności człowieka i kierując strategiami zarządzania środowiskiem.

Ostatnio Coratza i in. (2021) stwierdzili, że kartowanie geomorfologiczne i mapy geomorfologiczne mają szerokie i powszechnie uznane zastosowanie, powołując się na liczne przykłady głównie z obszaru Włoch, m.in. w planowaniu przestrzennym i zarządzaniu terytorialnym, ocenach oddziaływania na środowisko, wizualizacji i komunikacji informacji naukowej oraz inżynierii wodnej i geotechnicznej (Tricart 1965, Griffiths, Abraham 2008, Del Monte i in. 2015, Brandolini i in. 2019). Wskazano, że mapa geomorfologiczna jest punktem wyjścia do wielu zastosowań oraz do realizacji map tematycznych, powołując się na światowe przykłady różnych map pochodnych i użytkowych, takich jak mapy zagrożeń (np. Van Westen i in. 1999, Brandolini, Cevalasco 2015, Faccini i in. 2020), mapy ochrony przyrody (np. Martinez-Graña i in. 2011), mapy do celów inżynierskich (np. Teixeira i in. 2013, Faccini i in. 2008), mapy czynnikowe do oceny georóżnorodności (Zwoliński i in. 2018b, Perotti i in. 2019, Ferrando i in. 2021) lub do porównywania georóżnorodności z innymi czynnikami funkcjonalnymi (np. powiązania w systemie transportu osadów (Bollati, Cavalli 2021), mapy geodziezictwa (np. Fuertes-Gutiérrez, Fernández-Martínez 2012, Bollati i in. 2017, Faccini i in. 2018, Sacchini i in. 2018, Santos-González, Marcos-Reguero 2018), mapy geoarchaeologiczne (Brandolini i in. 2019, Aucelli i in. 2020, Gioia i in. 2020) i mapy geoturystyczne (np. Giardino i in. 2004, Castaldini i in. 2011).

Kartografia geomorfologiczna w praktyce – wybrane przykłady

Trudno omówić w ramach regularnego artykułu wszystkie możliwe zastosowania i potencjał map geo-

morfologicznych wymienionych w tabeli 2. Natomiast zostaną omówione wybrane zastosowania, w których rola map geomorfologicznych lub jej pochodnych jest podstawą dalszych opracowań i wnioskowania.

Traktowanie rzeźby terenu i jej przedstawianie w postaci map geomorfologicznych jest dość starym i częstym kryterium przy różnych podziałach regionalnych w wielu krajach (Powell 1895, Rehman 1895, 1904, Herbertson 1905, Romer 1906, Fenneman 1914, 1917, Jutson 1934, 1934, Pawłowski 1931, Jennings, Mabbutt 1977, Ni 1985, Pain i in. 2011, za Majchrowską 2018 i Richlingiem 2018). Najstarsze podziały Polski, na *pasy morfologiczne* (Nałkowski 1913, Pawłowski 1917, Lencewicz 1922, 1937, Sawicki 1922, Kondracki 1946, za Richlingiem 2018), *strefy morfogenetyczne* (Gilewska 1991, 1997) opierały się przede wszystkim o szeroko rozumiane ukształtowanie powierzchni Ziemi. W klasyfikacjach jednostek przestrzennych, zarówno typologicznej jak również regionalnej, jeden z wiodących elementów interpretacyjnych stanowi mapa geomorfologiczna, jej elementy oraz pochodne, np. nachylenie terenu, ekspozycja stoków itp. Majchrowska (2013), dokonując przeglądu typologii krajobrazów w wybranych krajach europejskich stwierdziła, że najczęściej wybieranym kryterium tych klasyfikacji jest rzeźba terenu (40 opracowań), w dalszej kolejności budowa geologiczna i gleby (po 32 opracowania) oraz roślinność (24 opracowania).

Kryteria morfograficzne i morfogenetyczne interpretowane z map geomorfologicznych były podstawą opracowania kolejnych wersji *mapy krajobrazów naturalnych Polski* (Kondracki 1991, Richling 1992, 2009, Richling, Dąbrowski 1995, Richling, Ostaszewska 2005), jak również szczegółowszych typologii krajobrazów naturalnych wybranych fragmentów kraju, np. okolic Płocka, Pojezierza Chełmińskiego-Dobrzyńskiego i części doliny Wisły, czy całego województwa kujawsko-pomorskiego (Richling i in. 2005, Niewiarowski, Kot 2011, Kot 2016).

Klasyfikacje fizycznogeograficzne przygotowywane zarówno dla poszczególnych regionów Polski, jak i dla całego kraju, od pierwszych opracowań z XIX w. i pierwszej połowie XX w. oparte były na elementach geomorfologicznych (Kondracki 1991, 1998, Richling, Ostaszewska 2005, Solon i in. 2018). Przygotowany na takiej podstawie podział regionalny Polski rekomendowany jest w pracach nad sporządzeniem *audytów krajobrazowych* województw (Solon i in. 2014a, b). Warto przy tym podkreślić, że w audytach krajobrazowych, rzeźba terenu jest jednym z kryteriów identyfikacji typów krajobrazów aktualnych, a mapy geomorfologiczne są ważnym źródłem informacji o cennych obiektach przyrodniczych, np. pojedynczych obiektach geologicznych i geomorfologicznych, które należą do analitycznych cech przyrodniczych (RRM 2019).

Współczesne *regionalizacje różnej rangi taksonomicznej* oraz wprowadzone w 2018 r. weryfikacje i korekty w przebiegu granic regionów fizycznogeograficznych Polski opracowywane zostały m.in. na podstawie map geomorfologicznych (Solon i in. 2018). Cennym uzupełnieniem podziałów fizycznogeograficznych według Kondrackiego (1991) oraz Solona i in. (2018) są podziały na mikroregiony różnych obszarów Polski, w których zasadniczą rolę odgrywają właśnie mapy geomorfologiczne (Marsz 1966, 1974, Kostrzewski i in. 1998a, Kot 2016, Kistowski i in. 2018, Macias, Bródka 2021). Kistowski i Szydlowski (2018), zestawiając 24 najważniejsze podziały fizycznogeograficzne Pomorza wykonane w XX i XXI wieku (tab. 2 w Kistowski, Szydlowski 2018), wskazali w każdym podziale na rzeźbę terenu, elementy i procesy geomorfologiczne, parametry morfometryczne itd. jako kryterium klasyfikacyjne. Zaproponowali także, aby cechami przewodnimi dla potrzeb delimitacji mikroregionów w krajobrazach plejstocenijskich i holocenijskich były w pierwszym rzędzie funkcjonalne typy rzeźby terenu, a przede wszystkim jej rola w kształtowaniu obiegu wody, wynikająca z nachyleń, położenia w układzie katen i w mniejszym stopniu z ekspozycji.

Analizy map geomorfologicznych, rzeźba terenu i jej pochodne nie tylko odgrywają rolę w kompleksowych klasyfikacjach regionalnych (regionalizacjach fizycznogeograficznych), ale również są istotnym elementem interpretacyjnym w tematycznych klasyfikacjach regionalnych, np. w *regionalizacji geomorfologicznej* Polski (Gilewska 1986).

Badania związane z *oceną georóżnorodności* dowolnego obszaru także opierają się na analizie map geomorfologicznych, jej różnych elementów i pochodnych, ocenie ilościowej powierzchni Ziemi w postaci parametrów geomorfometrycznych. Pomimo dużej różnorodności metod tej oceny (Zwoliński i in. 2018b), to jednak w zdecydowanej większości wykorzystują one treści geomorfologiczne (Kostrzewski i in. 1997, 1998, Kot 2005, 2012, Serrano, Ruiz Flaño 2007, Zwoliński 2009, Kot, Schmidt 2010, Zwoliński, Stachowiak 2012, Pereira i in. 2013, Najwer i in. 2016a, 2023, Kot, Leśniak 2017, Kot 2018, Jankowski i in. 2020, Chrobak i in. 2021, Manosso i in. 2021), jak również parametry geomorfometryczne obliczone na podstawie cyfrowych modeli wysokościowych (Serrano, Ruiz Flaño 2007, Zwoliński 2009, Pereira i in. 2013, Kot, Leśniak 2017, Kot 2018b, Jankowski i in. 2020, Manosso i in. 2021, Burnelli i in. 2025a, b). Naturalne wykorzystanie elementów geomorfologicznych w tych ocenach wynika bezpośrednio z definicji georóżnorodności, w której zaakcentowano *geomorphological (landform) features, assemblages, systems and processes* (AHC 2002, Gray 2004, 2013, Zwoliński 2004a, Najwer, Zwoliński 2014).

Nowym, obiecującym i ważnym naukowo i społecznie wykorzystaniem map geomorfologicznych

jest *analiza geoindykatorów*. Geoindykatory to mierzalne wskaźniki służące do monitorowania i analizy zmian zachodzących w środowisku geograficznym, zwłaszcza w odniesieniu do procesów geomorfologicznych (Berger, Iams 1996, Zwoliński 1998, 2004c). W kontekście map geomorfologicznych geoindykatory mogą być wykorzystywane do identyfikacji, opisu i interpretacji dynamiki form terenu oraz procesów odpowiedzialnych za ich kształtowanie. Geoindykatory pomagają rozpoznać i zlokalizować aktywne procesy modelujące powierzchnię Ziemi, np. obszary z wysokimi wskaźnikami denudacji chemicznej i mechanicznej mogą być oznaczone jako strefy intensywnej erozji (Kostrzewski, Zwoliński 1992). Na mapach geomorfologicznych wykonanych w różnych okresach geoindykatory umożliwiają analizę zmian w krajobrazie, np. przemieszczenia koryt rzecznych (Florek 1991), cofanie się linii brzegowej (Deng i in. 2017), erozja wykrotowa (Pawlik 2009), rozkład pożarów na obszarach z wieloletnią zmarzliną (Janiec i in. 2025). Geoindykatory przemieszczeń lub nachylenia stoku mogą pomóc w identyfikacji i kartowaniu obszarów narażonych na zagrożenia naturalne (Zwoliński, Sznigir 2015, Zwoliński, Guth 2017), np. osuwiska (Marciniec i in. 2019), zapadliska i deformacje gruntu (Wojciechowski i in. 2024). Zatem geoindykatory na mapach geomorfologicznych pozwalają na identyfikowanie aktywnych procesów geomorfologicznych, monitorowanie zmian morfologicznych terenu w czasie, wskazywanie obszarów zagrożonych katastrofami naturalnymi, klasyfikowanie form terenu i wreszcie analizowanie wpływu działalności człowieka na naturalne ukształtowanie powierzchni ziemi. Nie ma wątpliwości, że wykorzystanie geoindykatorów zwiększa dokładność map geomorfologicznych i pozwala na lepsze zrozumienie dynamicznych zmian w środowisku.

Rozpoznawanie zależności między mapami geomorfologicznymi a występowaniem *różnych typów gleb* stanowi ważny obszar badań naukowych (Gerrard 1992, Bednarek, Prusinkiewicz 1999, Schaetzl, Anderson 2005, Schaetzl, Thomson 2015). Analiza form powierzchni Ziemi i procesów je kształtujących, dostarcza cennych informacji, które mają bezpośredni wpływ na rodzaj i właściwości gleb. W badaniach tych analizuje się, w jaki sposób cechy morfometryczne rzeźby – takie jak nachylenie stoków, wysokość względna, pochodzenie form (np. formy polodowcowe, doliny rzeczne) – wpływają na powstawanie i rozmieszczenie określonych typów gleb, a w konsekwencji katen glebowych (Kowalkowski, Ludwikowska 1993). Na dużych obszarach badania te pozwalają na identyfikację ogólnych prawidłowości i zależności pomiędzy formami terenu a pokrywą glebową, np. obecność gleb bielcowych na terenach sandrowych, czarnoziemów w obszarach lessowych czy rozmieszczenie i budowa profilowa

mad i gleb mułowych w dolinach rzecznych (Banaszuk 2000, Kabała i in. 2019). Na mniejszych, bardziej szczegółowych obszarach, analiza ta jest jeszcze dokładniejsza, co umożliwia zbadanie lokalnych różnic w ukształtowaniu powierzchni i ich wpływu na zmienność gleb, np. na obszarach źródliskowych rzek (Jonczak, Cysewska 2010, Mazurek 2010, Jonczak 2015). W przypadku badań prowadzonych na mniejszych powierzchniach kluczową rolę odgrywają nowoczesne technologie pomiarowe, takie jak lotniczy i naziemny skanিং laserowy (ALS i TLS). Precyzja tych technik pozwala na dokładniejsze określenie relacji między ukształtowaniem terenu a procesami glebotwórczymi, co prowadzi do bardziej wiarygodnych i szczegółowych map glebowych (Godziek, Pawlik 2023). Współczesne badania integrujące dane geomorfologiczne i glebowe znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach, takich jak rolnictwo (ocena przydatności gleb), planowanie przestrzenne (identyfikacja terenów zagrożonych erozją) czy ochrona środowiska (monitorowanie degradacji gleb) (por. tab. 2). Dzięki połączeniu tradycyjnych metod kartograficznych z nowoczesnymi technologiami pomiarowymi możliwe jest uzyskanie kompleksowego obrazu relacji pomiędzy formami terenu a właściwościami gleb w różnych skalach przestrzennych.

Niezwykle powiązanie map geomorfologicznych z zagadnieniami geobotanicznymi i fitosocjologicznymi odnotowano w drugiej połowie XX w. (Balcerkiewicz, Wojterska 1985, Degórski 1985, Géhu 1985, Wojterski, Kasprowicz 1985). Mapy i szkice geomorfologiczne były wykorzystywane w kartowaniu geobotanicznym i fitosocjologicznym wykonywanym w różnych skalach, gdyż rzeźba terenu, oprócz osadów jest jednym z najważniejszych elementów środowiska przyrodniczego, warunkującym występowanie określonych zespołów roślinności (Degórski 1985, Kozłowska, Rączkowska 1999). Mapy geomorfologiczne są wykorzystywane jako podstawa w rozpoznaniu powiązań między rzeźbą i/lub procesami geomorfologicznymi a strukturą roślinności (Kozłowska, Rączkowska 1996, 2002, Kotarba, Kozłowska 1999). Bardzo dobrym przykładem zastosowania map geomorfologicznych w kartowaniu geobotanicznym jest *Mapa potencjalnej roślinności naturalnej Polski* autorstwa Matuszkiewicza i in. (1995). Przy jej opracowaniu ważnym elementem były dane dotyczące form powierzchni Ziemi, pochodzące z dostępnych wówczas map geomorfologicznych oraz szkiców geomorfologicznych załączonych do objaśnień do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000. Zestawiając mapy geomorfologiczne z mapami geobotanicznymi o skalach od przeglądowej do szczegółowej określono jakościowo przestrzenne relacje tych dwu elementów środowiska przyrodniczego (Kozłowska, Rączkowska 1996). Z kolei mapy geomorfologiczne przekształcone na mapy powierzchni

geomorfologicznych wykorzystano w pracach z zakresu podstaw teoretycznych kartografii geobotanicznej, do konstruowania podstaw metodycznych kartowania geobotanicznego, obejmującego także sukcesję roślinności, tempo rozwoju roślinności oraz przekształcanie roślinności (Faliński 1990, Kozłowska i in. 2007). Mapy powierzchni geomorfologicznych w skali szczegółowej były podstawą analiz ilościowych, prowadzących do określenia roślinnych wskaźników procesów geomorfologicznych (Kozłowska i in. 1999).

W przeszłości archeolodzy korzystali z map geomorfologicznych głównie w celu identyfikacji zależności między *lokalizacją obiektów archeologicznych*, takich jak osady, grodziska czy cmentarzyska a dużymi formami rzeźby terenu (Rączkowski 1989, Florek 1991). Analizowano, w jaki sposób ukształtowanie terenu wpływało na wybór miejsc osadnictwa, co pozwalało na lepsze zrozumienie strategii osadniczych dawnych społeczności (Jasiewicz, Hildebrandt-Radke 2009, Hildebrandt-Radke 2011). W ciągu ostatnich lat dominuje wieloaspektowe wykorzystanie obrazów lidarowych do sporządzania szczegółowych map morfologicznych i archeologicznych (Banaszek i in. 2013, 2018, Banaszek, Rączkowski 2020). Technologia LiDAR umożliwia identyfikację obiektów archeologicznych, takich jak dawne osady czy struktury, które są niewidoczne na tradycyjnych zdjęciach lotniczych, zwłaszcza w obszarach zalesionych (Makowska, Rączkowski 2023). Dzięki wysokiej rozdzielczości danych LiDAR możliwe jest precyzyjne kartowanie zarówno naturalnych, jak i antropogenicznych form terenu, co wspomaga analizy geomorfologiczne i archeologiczne (Albrecht i in. 2019). LiDAR pozwala na prowadzenie badań bezinwazyjnych, bez konieczności ingerencji w strukturę terenu, co jest szczególnie istotne w kontekście ochrony dziedzictwa kulturowego. Technologia LiDAR zrewolucjonizowała badania archeologiczne w różnych regionach świata. W Ameryce Środkowej zastosowanie LiDAR-u pozwoliło na odkrycie licznych, wcześniej nieznanych stanowisk archeologicznych, ukrytych pod gęstą szatą roślinności tropikalnej (Chase i in. 2014, Brewer i in. 2017, Ensley, Morales-Aguilar 2021, Hansen i in. 2023, Auld-Thomas i in. 2024).

Kartowanie geomorfologiczne jest nieodłącznym elementem tworzenia *map zagrożeń i ryzyka*, związanych z występowaniem procesów erozji, transportu i depozycji w różnych domenach geomorfologicznych, w szczególności stokowej, fluwialnej i na ich styku. W literaturze międzynarodowej można znaleźć liczne przykłady opracowań kartograficznych zagrożeń wynikających z ruchów masowych. Opublikowane kilka lat temu tematyczne tomy czasopisma *Journal of Maps* (Brandolini i in. 2021, Chelli i in. 2021) doskonale ilustrują szeroką skalę zastosowań kartowania form rzeźby na obszarach zurbanizowa-

nych i przekształconych antropogenicznie, zawierając mapy i komentarze do nich odnoszące się do obrywów (Cappadonia i in. 2020), głęboko zakorzenionych grawitacyjnych deformacji stoku (Faccini i in. 2020), degradacji obszarów pokopalnianych (Migoń i in. 2021), osuwisk i spływów gruzowych (Farabollini i in. 2020), powodzi (Mandarino i in. 2021), powodzi błyskawicznych (Zwoliński i in. 2021) oraz ocen zagrożenia powodziowego (Wierzbicki i in. 2021). Mapy zagrożeń geomorfologicznych mają szczególnie zastosowanie w obszarach silnie przekształconych antropogenicznie, gdzie naturalny układ form jest zatarty i ocena przestrzennego zróżnicowania zagrożeń jest bardziej skomplikowana (Dulias 2013, Raso i in. 2020). Rodzimy przykładem, który miał jednak charakter eksperymentalnego opracowania naukowego była próba oceny zagrożenia powodziowego w dolinie Ścinawki na ziemi kłodzkiej w Sudetach spowodowane orkanem Cyryl (Pawlik 2010, 2012).

Niemniej, tworzenie map zagrożeń geomorfologicznych ma znacznie dłuższą historię (Goudie 2001, Brunson 2003). Wczesnymi przykładami takich map są oceny zagrożeń ruchami masowymi wzdłuż Szosy Karakorumskiej (Jones i in. 1983) czy Drogi Transfogarskiej przecinającej pasmo Fagaraș w Karpatach Południowych w Rumunii (Urdea 2000). Przykłady kompleksowego podejścia do kartowania osuwisk i związanego z nimi ryzyka obszernie przedstawili Reichenbach i in. (2004). Z kolei problem skali takich opracowań i konieczności dostosowania legendy omówiła Grecu (2002) na trzech przykładach z Rumunii, odpowiednio w skali krajowej (1: 3 000 000), regionalnej (1: 400 000) i lokalnej (1:25 000). Równocześnie mapy zagrożeń geomorfologicznych są dobrą ilustracją kluczowego problemu odpowiedniej selekcji i sposobu przedstawienia treści, tak aby była ona zarówno istotna dla analizowanego zagadnienia (grupy procesów lub zagrożonego obiektu), jak i przyswajalna dla użytkownika (Griffiths, Abraham 2008, Shen i in. 2023).

Elementy rzeźby terenu są też składową map powstających na potrzeby *geoturystyki oraz promocji i ochrony dziedzictwa Ziemi*, aczkolwiek trudno w tym przypadku mówić o szczególnym rodzaju kartowania geomorfologicznego, a raczej o adaptacji niektórych elementów geomorfologicznych do treści wyróżniających mapy geoturystyczne. Mapy geoturystyczne zaczęły powstawać w początkach XXI w., w ramach coraz powszechniejszych działań popularyzujących nauki o Ziemi, w tym tworzenia geoparków. Taki kontekst od razu określał użytkownika mapy, którym był turysta, zainteresowany dziejami Ziemi i genezą krajobrazu, a niekoniecznie posiadający pogłębioną wiedzę na ten temat. Było więc oczywiste, że przestrzenny obraz georóżnorodności powinien być w trakcie tworzenia takiej mapy odpowiednio uproszczony. Mapy geoturystyczne powstawały ży-

wiołowo, metodą prób i błędów w zakresie rozwiązań kartograficznych, bez zunifikowanej legendy czy zasad prezentacji, stąd znaczna różnorodność podejść i produktów kartograficznych. Trudno to jednak odbierać jako zarzut, gdyż pojawia się naturalne pytanie, kto miałby opracowywać wytyczne kartograficzne i w ramach jakich uprawnień forsować je jako optymalne. Ponadto zróżnicowanie geologiczne i geomorfologiczne obszarów, na których była i jest rozwijana geoturystyka, jest ogromne i stworzenie jednego uniwersalnego wzorca mapy geoturystycznej wydaje się być zadaniem niewykonalnym. Podobnie duże jest zróżnicowanie potencjalnych odbiorców. Próbę klasyfikacji map geoturystycznych przedstawiła Regolini-Bissig (2008, 2010) wyróżniając: (1) mapy lokalizacyjne, których głównym celem jest wskazanie miejsc atrakcyjnych geoturystycznie – geostanowisk, geoparków, geościeżek; (2) mapy turystyczne, w których nacisk jest położony na obiekty infrastruktury turystycznej; (3) małoskalowe mapy georóżnorodności i dziedzictwa Ziemi; (4) wielkoskalowe mapy georóżnorodności i dziedzictwa Ziemi; (5) mapy interpretacyjne (geoedukacyjne). Te ostatnie zawierają niewiele klasycznej treści turystycznej (informacji o infrastrukturze), natomiast uwypuklają te elementy środowiska abiotycznego, które są przedmiotem interpretacji z pominięciem innych, uznanych za mniej istotne. W nawiązaniu do tej klasyfikacji, najbliższe związki z mapami geomorfologicznymi mają mapy reprezentujące grupy 4 i 5, zawierając kategoryzację i symbolikę form i procesów wypracowaną dla map geomorfologicznych.

Niemniej, udział oznaczeń zaadaptowanych z map geomorfologicznych na mapach geoturystycznych jest różny, co przynajmniej w części wynika ze specyfiki przedstawianego obszaru. Na wielu mapach warstwą podkładową jest budowa geologiczna przedstawiona metodą powierzchniową, nałożona na obraz poziomicowy lub cieniowany model wysokości. W Polsce mapy w tej manierze wydaje Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (Rychel i in. 2012, PIG 2025), w takiej formule powstała mapa geologiczno-turystyczna wyspy Wolin (Kocyła, Rumiński 2004), jak też mapa geoturystyczna Światowego Geoparku UNESCO Kraina Wygasłych Wulkanów (Bira 2024). Diametralnie odmienne podejście ilustrują mapy geoturystyczne (oryginalnie nazywane „turystyczno-środowiskowymi”) opracowane dla wybranych regionów Apeninów we Włoszech na początku XXI w., w których główną warstwą podkładową jest mapa geomorfologiczna, z zaznaczonymi formami rzeźby różnego typu (Castaldini i in. 2005a, b). Przykładowo, na mapie pokazującej najwyższy odcinek doliny Tagliole w obszarze chronionym Parco del Frignano (skala 1:10 000) uwzględniono 16 rodzajów form rzeźby, przedstawionych w formie symboli punktowych (próg wodospadowy, muton, przełęcz),

liniowych (m.in. rynna korazyjna, gardziel, krawędź kotła polodowcowego) i powierzchniowych (np. lodowiec gruzowy, osuwisko, strefa akumulacji morenowej). W analogicznym stylu przygotowano mapę dla okolic Monte Cimone (2165 m n.p.m.) – najwyższego szczytu północnych Apeninów. Tak pełne, mimo selekcji i generalizacji, kartograficzne ukazanie rzeźby wydaje się być jednak wyjątkiem. W innych propozycjach map geoturystycznych uwzględniano jedynie wybrane formy rzeźby i powierzchnie morfodynamiczne (np. Zwoliński 2004b, Ilies i in. 2011, Bouze-kraoui i in. 2018, Guerra, Lazzari 2021). Bollati in. (2017) zaproponowali sposób upraszczania map geomorfologicznych na potrzeby geoturystyki i przedstawiania szczególnie interesujących miejsc i obszarów w formie „*Geomorphological boxes*”. Nowe podejście metodologiczne do kartograficznego przedstawiania dziedzictwa Ziemi, ilustrowane przykładami z obszarów testowych we Włoszech, zaproponowali ostatnio Coratza i in. (2021).

Oprócz przekazu obrazu statycznego mapa geomorfologiczna, w tym cyfrowa mapa geomorfologiczna, przekazuje unikatową informację o *dynamice powierzchni terenu* z punktu widzenia jej pochodzenia, wieku i obecnego etapu rozwoju (Dorywalski 1958, Klimaszewski 1960, Kostrzewski, Zwoliński 1987, 1988). Informacji takiej nie przekazuje mapa hipsometryczna, pokazując tylko pośrednio kształt powierzchni, jak również mapa geologiczna i jej pochodne, pokazujące litologię, genezę i wiek utworów powierzchniowych. Mapy hipsometryczne i geologiczne nie rozróżniają pod względem morfodynamicznym takich form terenu, jak terasa zalewowa a nadzalewowa, klif aktywny a martwy, aktywne i nieaktywne formy osuwiskowe, ruchome i ustabilizowane wydmy, wąwozy a parowy i tym podobne. Nie identyfikują one również takich form degradacyjnych jak leje krasowe i zapadliska tektoniczne oraz większości form antropogenicznych. Należy jednak podkreślić, że wymienione mapy są wysoce komplementarne w stosunku do map geomorfologicznych.

Przy wykorzystaniu cyfrowych map geomorfologicznych można przedstawić informację o procesach kształtujących powierzchnię Ziemi – w przeszłości, obecnie i w ujęciu prognostycznym. W ten sposób można ocenić dynamikę powierzchni terenu i wskazać ewentualne zagrożenia z niej wypływające. Takich informacji i wizualizacji nie przekazują inne mapy, a jest to informacja kluczowa dla wymienionych powyżej możliwych zastosowań map geomorfologicznych.

Informacja o dynamice i współczesnych procesach (rzeczywistych i potencjalnych) może być – w zależności od skali mapy i natury procesu – przekazywana w sposób bezpośredni lub pośredni. W pierwszym przypadku na mapie są zaznaczone formy powstałe w wyniku aktualnego działania procesów (np. szlaki

spływów gruzowych, osuwiska aktywne – nie tylko w obszarach górskich i wyżynnych, ale również na zboczach dolinnych rzek nizinnych, klify aktywne), w drugim przypadku można natomiast wnioskować o możliwości występowania pewnych procesów, np. oznaczenie „sucha dolina denudacyjna” informuje o możliwości występowania procesów spłukiwania na jej zboczach, ale już nie osuwisk czy obrywów. W szczególności tak będzie, gdy w wersji cyfrowej warstwą do równoległego włączenia będzie mapa geomorfometryczna, np. mapa spadków, ekspozycji czy innych parametrów geomorfometrycznych. Podobnie, wydzielenie „terasa zalewowa” nie wskazuje wprost na erozyjne czy akumulacyjne zmiany powierzchni podczas przepływów wezbraniowych i powodziowych, ale wyznacza obszar, na którym takich zmian można się spodziewać i w jakim stopniu. Inne przykłady takich interpretacji pośrednich, to stoki skalne, załomy stoku, formy dolinne w obszarach lessowych, podcinane brzegi zakoli i wybrzeży morskich. Nowym polem badawczym mogą być analizy geomorfologiczne wynikające z algorytmów uczenia maszynowego, np. mapy prawdopodobieństwa wystąpienia osuwisk czy innych procesów ekstremalnych. Wreszcie mapy geomorfologiczne dają bardzo dobry obraz współczesnego, przekształcania powierzchni Ziemi przez działalność człowieka poprzez wyznaczanie zasięgów form antropogenicznych w różnych sytuacjach morfologicznych.

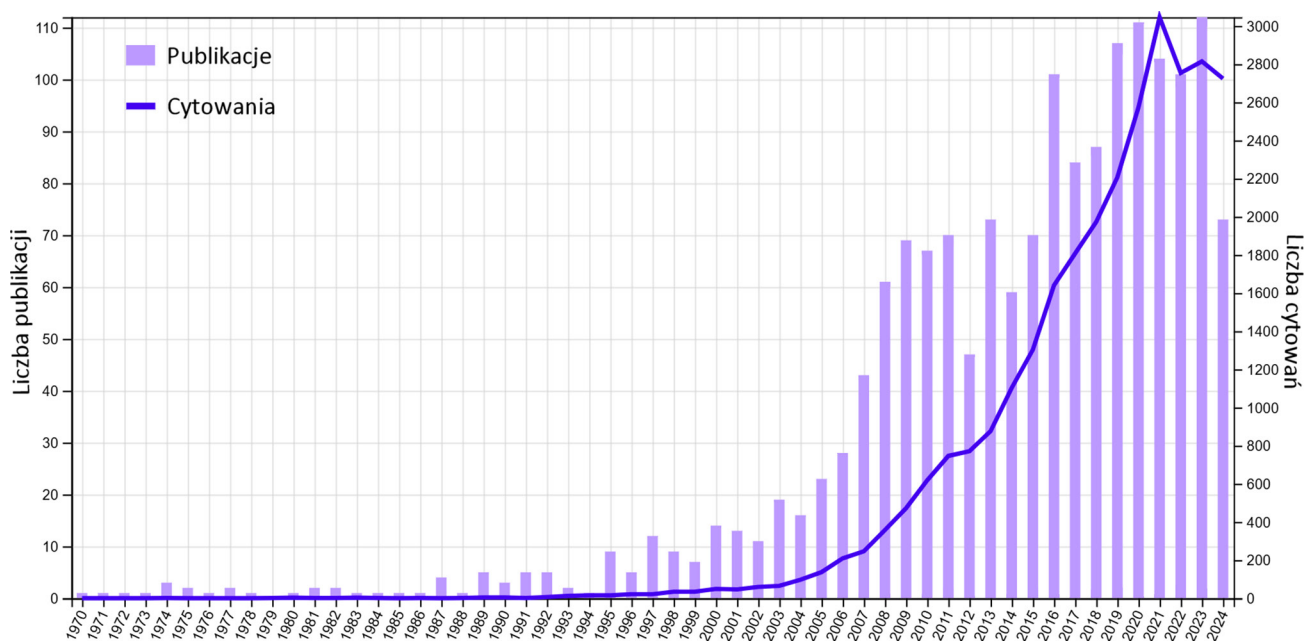
Zalety cyfrowych map geomorfologicznych

We współczesnym rozwoju kartowania geomorfologicznego szczególnego znaczenia nabierają walory cyfrowych map geomorfologicznych i ich rola w aplikacjach typu WebGIS. Cyfrowe mapy geomorfologiczne jako zaawansowane narzędzie geowizualizacji, mają potencjalnie szerokie zastosowanie w różnych dyscyplinach naukowych i dziedzinach praktycznych, ponieważ posiadają wiele walorów, wpływających na ich użyteczność. Do ich kluczowych zalet należą:

1. Precyzyjne odwzorowanie form terenu, wysoka dokładność i szczegółowość:
 - a) Dzięki wykorzystaniu technologii geoprzestrzennych oraz danych ze skanerów laserowych (LiDAR), satelitów w domenie optycznej i radarowej czy ortofotomap, cyfrowe mapy geomorfologiczne mogą odwzorowywać bardzo szczegółowe cechy terenu, włącznie z mikroformami.
 - b) Zaawansowane technologie geoprzestrzenne pozwalają na generowanie cyfrowych modeli wysokościowych (DEM) oraz na dokładne odwzorowanie nawet subtelnych form terenu na

- cyfrowych mapach geomorfologicznych, które bywają pomijane na tradycyjnych mapach geomorfologicznych.
- c) Łatwość w wyszukiwaniu na cyfrowych mapach geomorfologicznych elementów morfologicznych lub form terenu spełniających określone warunki, np. morfometryczne.
 - d) Na wektorowych mapach geomorfologicznych można wykonywać dowolne pomiary z najwyższą dokładnością.
2. Wieloskalowość i elastyczność
- a) Możliwość tworzenia cyfrowych map geomorfologicznych w różnych skalach, co pozwala na precyzyjną analizę zarówno dużych obszarów, jak i mikroskalowych struktur geomorfologicznych.
 - b) Cyfrowe mapy geomorfologiczne można skalować od poziomu globalnego do lokalnego, co pozwala na analizę zjawisk geomorfologicznych w różnych kontekstach przestrzennych.
3. Łatwość aktualizacji i integracja z innymi danymi
- a) Cyfrowe mapy geomorfologiczne można łatwo i szybko aktualizować w miarę pojawiania się nowych danych, co sprawia, że są bardziej aktualne niż tradycyjne mapy papierowe.
 - b) Aktualizacje na cyfrowych mapach geomorfologicznych mogą uwzględniać zmiany w krajobrazie wynikające z działalności człowieka lub naturalnych procesów, takich jak erozja czy osuwanie.
 - c) Możliwość wizualizacji cyfrowych map geomorfologicznych w czasie rzeczywistym łącznie z danymi pochodzącymi z aktualnego monitoringu środowiska przyrodniczego.
 - d) Baza danych cyfrowych map geomorfologicznych winna być budowana w oparciu o cyfrowe modele wysokościowe oraz bazę danych obiektów topograficznych BDOT10k.
 - e) Możliwość łączenia cyfrowych map geomorfologicznych z innymi warstwami danych w systemach informacji geograficznej, np. topograficznymi, tematycznymi (np. z mapami geologicznymi, hydrologicznymi czy użytkowania terenu itp.), przeglądowymi i ogólnogeograficznymi.
 - f) Łączenie cyfrowych map geomorfologicznych z innymi źródłami informacji geograficznej ułatwia kompleksową analizę środowiska przyrodniczego oraz podejmowanie decyzji środowiskowych w zintegrowany sposób.
4. Możliwość przeprowadzania analiz przestrzennych i czasowych
- a) Narzędzia technologii geoprzestrzennych umożliwiają wykonywanie zaawansowanych analiz przestrzennych na cyfrowych mapach geomorfologicznych, pozwalających na ilościową charakterystykę procesów rzeźbotwórczych, np. modelowanie przepływu wody w korytach rzecznych, drenażu subglacialnego, ocenę prawdopodobieństwa wystąpienia osuwisk.
 - b) Cyfrowe mapy geomorfologiczne umożliwiają analizę zmian w krajobrazie w czasie, dzięki porównywaniu map tworzonych na podstawie danych z różnych okresów (np. zdjęcia satelitarne czy dane lidarowe).
 - c) Możliwość detekcji zmian w rzeźbie terenu z biegiem czasu na cyfrowych mapach geomorfologicznych, np. w wyniku naturalnych zjawisk (lawiny, osuwiska, powodzie) czy działalności człowieka (zapadliska kopalniane, budowa infrastruktury).
 - d) Cyfrowe mapy geomorfologiczne umożliwiają interaktywną analizę wybranych krajobrazów przez co są pomocne w monitorowaniu procesów geomorfologicznych, takich jak erozja, akumulacja osadów, zmiany linii brzegowej czy rozwój osuwisk.
 - e) Możliwość generowania produktów wtórnych z cyfrowych map geomorfologicznych i cyfrowych modeli wysokościowych o różnych rozdzielczościach, takich jak np. parametry geomorfometryczne: wysokość względna (energia rzeźby), wskaźniki chropowatości (szorstkości) powierzchni Ziemi, krzywizny planarne i profilowe, topograficzny indeks pozycji (TPI), topograficzny indeks wilgotności (TWI), wskaźnik ekspozycji na wiatr (WEI), wskaźnik nasłonecznienia, ale również trójwymiarowe (3D) modele rzeźby i wiele innych.
 - f) Cyfrowe mapy geomorfologiczne umożliwiają przeprowadzanie symulacji procesów geomorfologicznych, takich jak ruchy masowe, przepływy osadów czy zmiany planarne w systemach rzecznych.
 - g) Narzędzia technologii geoprzestrzennych pozwalają na modelowanie skutków zjawisk ekstremalnych na cyfrowych mapach geomorfologicznych, takich jak powodzie lub osuwiska, co pomaga w planowaniu działań prewencyjnych.
 - h) Możliwość prowadzenia analiz wielokryterialnych, np. łączenie danych geomorfologicznych z danymi klimatycznymi czy glebowymi w celu prognozowania zmian środowiskowych.
5. Personalizacja i wizualizacja
- a) Cyfrowe mapy geomorfologiczne mogą być łatwo przysposobione do użycia przez różne przygotowanych merytorycznie użytkowników.
 - b) Elastyczność cyfrowych map geomorfologicznych w dostosowywaniu szczegółowości do potrzeb użytkownika – np. badania naukowe wymagają wysokiej rozdzielczości, podczas gdy w planowaniu regionalnym wystarczą mniej szczegółowe dane.

- c) Użytkownicy mogą dostosowywać cyfrowe mapy geomorfologiczne do swoich potrzeb, np. poprzez filtrowanie danych, podświetlanie i selekcję określonych cech elementów rzeźby terenu lub dodawanie własnych warstw informacyjnych.
 - d) Cyfrowe mapy geomorfologiczne umożliwiają tworzenie interaktywnych wizualizacji, takich jak mapy 3D czy animacje, które ułatwiają zrozumienie i prezentację wyników.
 - e) Intuicyjne narzędzia wizualizacyjne cyfrowych map geomorfologicznych są pomocne w edukacji, prezentacjach naukowych i konsultacjach społecznych.
6. Oszczędność czasu i kosztów
- a) Automatyzacja wielu procesów kartograficznych znacznie przyspiesza tworzenie i analizę cyfrowych map geomorfologicznych w porównaniu z tradycyjnymi mapami geomorfologicznymi.
 - b) Przy tworzeniu cyfrowych map geomorfologicznych jest mniejsza potrzeba terenowych prac pomiarowych dzięki wykorzystaniu danych z teledetekcji (np. drony, LiDAR, zdjęcia satelitarne).
7. Dostępność i dystrybucja
- a) Cyfrowe mapy geomorfologiczne mogą być łatwo zaimplementowane do krajowej infrastruktury informacji przestrzennej oraz odpowiadać wymaganiom ustawy o infrastrukturze informacji przestrzennej i dyrektywy INSPIRE.
 - b) Cyfrowe mapy geomorfologiczne są łatwe do udostępniania przez internet, np. poprzez Geoportal.pl, co zwiększa ich dostępność nie tylko dla naukowców, ale również dla praktyków, a przede wszystkim dla społeczeństwa.
 - c) Dzięki udostępnianiu cyfrowych map geomorfologicznych nie ma potrzeby tworzenia własnych map geomorfologicznych przez podmioty nie posiadające odpowiednich kwalifikacji.
8. Zastosowanie w wielu dziedzinach
- a) Cyfrowe mapy geomorfologiczne sprzyjają integracji informacji geomorfologicznej w kontekście naukowym, aplikacyjnym i biznesowym.
 - b) Cyfrowe mapy geomorfologiczne są nie tylko narzędziem badawczym, ale również praktycznym rozwiązaniem wspierającym biznesowe zarządzanie środowiskiem, planowaniem przestrzennym i ochroną przyrody, co czyni je niezwykle wszechstronnymi w różnych dziedzinach nauki i gospodarki, przyczyniając się do identyfikacji obszarów wrażliwych na degradację przez współczesne procesy morfogenetyczne lub wymagających ochrony czy rekultywacji.
 - c) Cyfrowe mapy geomorfologiczne są kluczowe w monitorowaniu wpływu działalności człowieka na środowisko i ocenianiu efektywności działań ochronnych.
 - d) Wykorzystanie cyfrowych map geomorfologicznych w badaniach kosmicznych, rzeźby ciał pozaziemskich (egzogeomorfologicznych),



Ryc. 1. Czasowy rozkład liczby publikacji i cytowań dla rekordów uwzględniających mapy geomorfologiczne w bazie Web of Science w latach 1970–2024

Fig. 1. Time distribution of the number of publications and citations for records including geomorphological maps in the Web of Science database in the years 1970–2024

głównie Marsa, Księżyca w celu identyfikacji form rzeźby podobnych do ziemskich, takich jak wulkany, doliny czy kratery.

Cyfrowe mapy geomorfologiczne oferują potężne narzędzia do analizy i zarządzania środowiskiem, przewyższając tradycyjne metody pod względem dokładności, elastyczności i możliwości zastosowań. Dzięki ich rozwojowi możliwe jest skuteczniejsze reagowanie na wyzwania związane ze współczesnymi globalnymi i regionalnymi zmianami klimatu, urbanizacją i ochroną środowiska. Ten kierunek badań i realizacji cyfrowych map geomorfologicznych czeka na dalszy rozwój w miarę postępu w zakresie geotechnologii mapowo-internetowych w oparciu o koncepcje Cyfrowej Ziemi (*Digital Earth*, Guo i in. 2020).

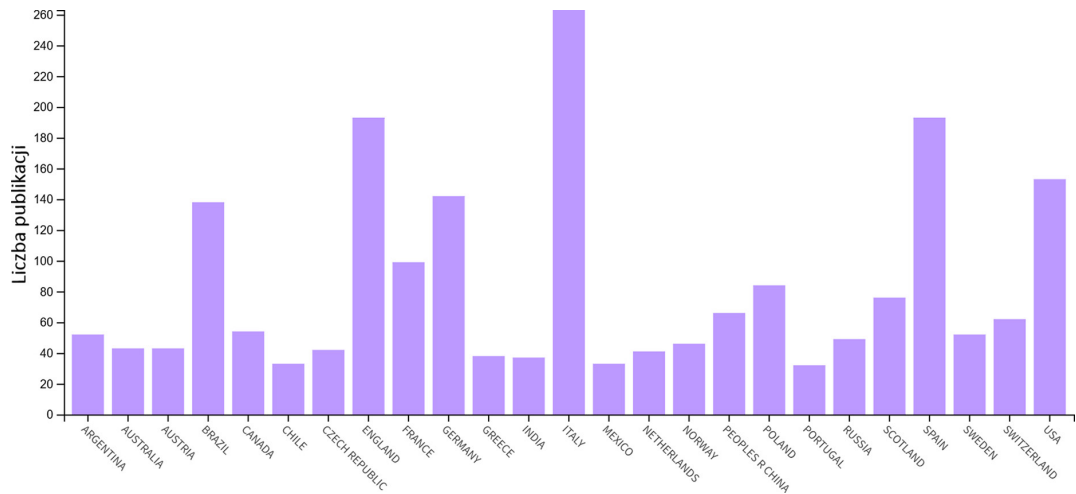
Mapy geomorfologiczne w bazie Web of Science

O znaczeniu kartowania geomorfologicznego oraz wykorzystaniu map geomorfologicznych do celów naukowych i praktycznych może świadczyć przegląd artykułów omawiających tę tematykę. Wykonano kwerendę w bazie Web of Science firmy Clarivate. Sformułowano zapytanie: <"Geomorphologic map" (Topic) or "Geomorphologic mapping" (Topic) or "Geomorphological map" (Topic) or "Geomorphological mapping" (Topic) or "Geomorphic map" (Topic) or "Geomorphic mapping" (Topic) and application (Topic) and applied (Topic) and use (Topic) and used (Topic) and using (Topic)> dla lat 1900–2024. Zapytanie obejmowało okres 125 lat, jednak pierwsze coroczne publikacje w bazie Web of Science są ukazane od roku 1970. Do roku 1970 ukazały się tylko cztery publikacje w latach 1912, 1956, 1957

Tabela 3. Liczba publikacji (≥10) uwzględniających mapy geomorfologiczne w czasopismach naukowych w bazie Web of Science (stan na 31 grudnia 2024)

Table 3. Number of publications (≥10) including geomorphological maps in scientific journals in the Web of Science database (as of December 31, 2024)

Tytuł czasopisma Journal title	Liczba publikacji Number of publications
Journal of Maps	265
Geomorphology	157
Revista Brasileira de Geomorfologia	82
Quaternary Science Reviews	50
Earth Surface Processes and Landforms	38
Zeitschrift fur Geomorphologie	29
Journal of Quaternary Science	28
Quaternary International	27
Icarus	25
Catena	23
Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria	22
Boreas	20
Journal of South American Earth Sciences	18
Geosciences	17
Geografiska Annaler Series A Physical Geography	16
Remote Sensing	15
Géomorphologie: Relief Processus Environnement	12
Cuaternario y Geomorfologia	11
Engineering Geology	11
Journal of Coastal Research	11
Journal of Geophysical Research Planets	11
Frontiers in Earth Science	10
Natural Hazards	10
Petermanns Geographische Mitteilungen	10



Ryc. 2. Liczba publikacji uwzględniających mapy geomorfologiczne, pochodzących z 25 krajów w bazie Web of Science (stan na 31 grudnia 2024)

Fig. 2. Number of publications including geomorphological maps from 25 countries in the Web of Science database (as of December 31, 2024)

i 1967. W odpowiedzi na kwerendę uzyskano 1660 rekordów (ryc. 1), w tym m.in. 1514 artykułów naukowych, 18 artykułów przeglądowych, 169 prace ze spotkań naukowych (konferencje, seminaria, sesje), 30 rozdziałów w opracowaniach książkowych (suma wymienionych publikacji wynosi 1731 a nie 1660, z powodu zakwalifikowania niektórych publikacji do dwóch kategorii). Warto zauważyć, że jest to liczba ponad dwukrotnie wyższa niż uzyskana w niedawnej podobnej analizie bibliometrycznej, przeprowadzonej przez Quesada-Román i Peralta-Reyes (2023), którzy uwzględnili tylko 735 rekordów dla okresu 2000–2021.

Wszystkie rekordy z bazy były cytowane 29 017 razy i dotyczą materiałów opublikowanych w 502 czasopismach, książkach i innych opracowaniach (ryc. 1, tab. 3). Najpopularniejszymi czasopismami są *Journal of Maps* (Taylor & Francis) i *Geomorphology* (Elsevier). Z polskich czasopism w zestawieniu występuje *Quaestiones Geographicae* (4 rekordy), *Geographia Polonica* (3 rekordy), *Miscellanea Geographica* (3 rekordy) oraz *Polish Polar Research* (2 rekordy). Zdecydowana większość artykułów została napisana w języku angielskim (1487), a następnie portugalskim (78), hiszpańskim (38), natomiast w języku polskim w bazie danych Web of Science znajduje się tylko 1 publikacja.

Na rycinie 2 przedstawiono liczbę publikacji pochodzących z 25 krajów, w tym 84 publikacje z Polski (5% z ogólnej liczby 1660 publikacji). Natomiast w tabeli 4 przedstawiono kategorie dyscyplin badawczych wg klasyfikacji Web of Science dla publikacji uzyskanych w wyniku kwerendy. Najliczniej publikacje te są przypisywane do obszarów związanych z geografią fizyczną, naukami o Ziemi, geologią itp. W zestawieniu jednak znajdują się również tak zaskakujące obszary tematyczne jak sztuka, literatura czy lingwistyka, co świadczy albo rzeczywiście o bardzo szerokich możliwościach zastosowania i wykorzystywania map geomorfologicznych albo o błędzie systemu wyszukiwania w bazie Web of Science.

Z kolei w tabeli 5 przedstawiono 20 najczęściej cytowanych publikacji. Najczęściej cytowaną pracą jest artykuł Jasiewicza i Stepińskiego (2013) o geomorfonach, który miał 476 cytowań na dzień 31 grudnia 2024, podczas gdy następna publikacja ma tylko 292 cytowania (tj. Youssef i in. 2011). W tym zestawieniu są ogółem trzy artykuły z udziałem polskich autorów, tzn. oprócz Jarosława Jasiewicza (UAM) są Marek Ewertowski (UAM) i Anita Bernatek-Jakiel (UJ).

Interesująco przedstawia się nowa klasyfikacja wprowadzona niedawno w bazie Web of Science, tj. klasyfikacja publikacji pod względem ich liczebności odpowiadających celom zrównoważonego rozwoju

Tabela 4. Kategorie nauk wg klasyfikacji Web of Science dla 1660 publikacji na temat aplikacyjności map geomorfologicznych znajdujących się w bazie Web of Science (stan na 31 grudnia 2024)

Table 4. Categories of science according to the Web of Science classification for 1660 publications on the applicability of geomorphological maps found in the Web of Science database (as of December 31, 2024)

Kategorie Web of Science Web of Science categories	Liczba publikacji Number of publications	% z 1660 % of 1660
Geography Physical	849	51,18
Geosciences Multidisciplinary	756	45,57
Geography	367	22,12
Environmental Sciences	140	8,44
Geology	128	7,72
Remote Sensing	88	5,30
Water Resources	84	5,06
Engineering Geological	61	3,68
Imaging Science Photographic Technology	44	2,65
Astronomy Astrophysics	43	2,59
Geochemistry Geophysics	42	2,53
Soil Science	37	2,23
Multidisciplinary Sciences	27	1,63
Paleontology	25	1,51
Engineering Civil	23	1,39
Meteorology Atmospheric Sciences	23	1,39
Oceanography	23	1,39
Archaeology	19	1,15
Environmental Studies	19	1,15
Ecology	13	0,78
Computer Science Interdisciplinary Applications	11	0,66
Green Sustainable Science Technology	11	0,66

Kategorie Web of Science Web of Science categories	Liczba publikacji Number of publications	% z 1660 % of 1660
Engineering Environmental	10	0,60
Engineering Electrical Electronic	8	0,48
Mining Mineral Processing	8	0,48
Anthropology	7	0,42
Marine Freshwater Biology	6	0,36
Materials Science Multidisciplinary	6	0,36
Biodiversity Conservation	5	0,30
Computer Science Information Systems	5	0,30
Agriculture Multidisciplinary	4	0,24
Limnology	4	0,24
Physics Applied	4	0,24
Biology	3	0,18
Chemistry Analytical	3	0,18
Chemistry Multidisciplinary	3	0,18
Computer Science Theory Methods	3	0,18
Engineering Multidisciplinary	3	0,18
Agronomy	2	0,12
Area Studies	2	0,12
Art	2	0,12
Computer Science Artificial Intelligence	2	0,12
Construction Building Technology	2	0,12
Engineering Biomedical	2	0,12
Engineering Ocean	2	0,12
Instruments Instrumentation	2	0,12
Mathematics Applied	2	0,12
Mineralogy	2	0,12
Plant Sciences	2	0,12
Radiology Nuclear Medicine Medical Imaging	2	0,12
Social Sciences Interdisciplinary	2	0,12
Spectroscopy	2	0,12
Transportation Science Technology	2	0,12
Acoustics	1	0,06
Architecture	1	0,06
Automation Control Systems	1	0,06
Biotechnology Applied Microbiology	1	0,06
Chemistry Inorganic Nuclear	1	0,06
Education Educational Research	1	0,06
Energy Fuels	1	0,06
Engineering Manufacturing	1	0,06
Forestry	1	0,06
History	1	0,06
History Philosophy Of Science	1	0,06
Humanities Multidisciplinary	1	0,06
Materials Science Characterization Testing	1	0,06
Medical Informatics	1	0,06
Nuclear Science Technology	1	0,06
Optics	1	0,06
Physics Multidisciplinary	1	0,06
Regional Urban Planning	1	0,06
Statistics Probability	1	0,06
Urban Studies	1	0,06
Zoology	1	0,06

Tabela 5. Najczęściej cytowane publikacje w bazie Web of Science w latach 1900–2024 (czcionką pogrubioną zaznaczono polskich autorów)

Table 5. The most frequently cited publications in the Web of Science database in the years 1900–2024 (Polish authors are marked in bold)

Lp. No.	Publikacja Publication	Liczba cytowań Number of citations	Liczba cytowań średnio rocznie Mean annual number of citations
1	Jasiewicz, J. ; Stepinski, T.F., 2013. Geomorphons – a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms. <i>Geomorphology</i> 182(): 147–156. DOI: 10.1016/j.geomorph.2012.11.005 .	476	39,6
2	Youssef, A.M.; Pradhan, B.; Hassan, A.M., 2011. Flash flood risk estimation along the St. Katherine road, southern Sinai, Egypt using GIS based morphometry and satellite imagery. <i>Environmental Earth Sciences</i> 62(3): 611–623. DOI: 10.1007/s12665-010-0551-1 .	292	20,9
3	Sapkota, S.N.; Bollinger, L.; Klinger, Y.; Tapponnier, P.; Gaudemer, Y.; Tiwari, D., 2013. Primary surface ruptures of the great Himalayan earthquakes in 1934 and 1255. <i>Nature Geoscience</i> 6(1): 71–76. DOI: 10.1038/NGEO1669 .	284	23,7
4	Evans, I.S., 2012. Geomorphometry and landform mapping: What is a landform?. <i>Geomorphology</i> 137(1): 94–106. DOI: 10.1016/j.geomorph.2010.09.029 .	249	19,2
5	Hugenholtz, Ch.H.; Whitehead, K.; Brown, O.W.; Barchyn, T.E.; Moorman, B.J.; LeClair, A.; Riddell, K.; Hamilton, T., 2013. Geomorphological mapping with a small unmanned aircraft system (sUAS): Feature detection and accuracy assessment of a photogrammetrically-derived digital terrain model. <i>Geomorphology</i> 194: 16–24. DOI: 10.1016/j.geomorph.2013.03.023 .	245	20,4
6	Kuenzer, C.; Stracher, G.B., 2012. Geomorphology of coal seam fires. <i>Geomorphology</i> 138(1): 209–222. DOI: 10.1016/j.geomorph.2011.09.004 .	212	16,3
7	Minár, J.; Evans, I.S., 2008. Elementary forms for land surface segmentation: The theoretical basis of terrain analysis and geomorphological mapping. <i>Geomorphology</i> 95(3–4): 236–259. DOI: 10.1016/j.geomorph.2007.06.003 .	197	11,6
8	Bishop, M.P.; James, L.A.; Shroder, J.F., Jr.; Walsh, S.J., 2012. Geospatial technologies and digital geomorphological mapping: Concepts, issues and research. <i>Geomorphology</i> 137(1): 5–26. DOI: 10.1016/j.geomorph.2011.06.027 .	186	14,3
9	Chandler, B.M.P.; Lovell, H.; Boston, C.M.; Lukas, S.; Barr, I.D.; Benediktsson, I.O.; Benn, D.I.; Clark, Ch.D.; Darvill, Ch.M.; Evans, D.J.A.; Ewertowski, M.W. ; Loibl, D.; Margold, M.; Otto, J.-Ch.; Roberts, D.H.; Stokes, Ch.R.; Storrar, R.D.; Stroeven, A.P., 2018. Glacial geomorphological mapping: A review of approaches and frameworks for best practice. <i>Earth-Science Reviews</i> 185: 806–846. DOI: 10.1016/j.earscirev.2018.07.015 .	179	25,6
10	Carrara, A.; Crosta, G.; Frattini, P., 2003. Geomorphological and historical data in assessing landslide hazard. <i>Earth Surface Processes and Landforms</i> 28(10): 1125–1142. DOI: 10.1002/esp.545 .	154	7,0
11	Benn, D.I.; Hulton, N.R.J., 2010. An Excel™ spreadsheet program for reconstructing the surface profile of former mountain glaciers and ice caps. <i>Computers & Geosciences</i> 36(5): 605–610. DOI: 10.1016/j.cageo.2009.09.016 .	146	9,7
12	Bernatek-Jakiel, A. ; Poesen, J., 2018. Subsurface erosion by soil piping: significance and research needs. <i>Earth-Science Reviews</i> 185: 1107–1128. DOI: 10.1016/j.earscirev.2018.08.006 .	145	20,7
13	Lucchitta, B.K.; Isbell, N.K.; Howingtonkraus, A., 1994. Topography of Valles-Marineris – Implications for Erosional and Structural History. <i>Journal of Geophysical Research-Planets</i> 99(E2): 3783–3798. DOI: 10.1029/93JE03095 .	145	4,7
14	Bocco, G.; Mendoza, M.; Velázquez, A., 2001. Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping: a tool for land use planning in developing countries. <i>Geomorphology</i> 39(3–4): 211–219. DOI: 10.1016/S0169-555X(01)00027-7 .	144	6,0
15	Putnam, A.E.; Schaefer, J.M.; Denton, G.H.; Barrell, D.J.A.; Birkel, S.D.; Andersen, B.G.; Kaplan, M.R.; Finkel, R.C.; Schwartz, R.; Doughty, A.M., 2013. The Last Glacial Maximum at 44°S documented by a 10Be moraine chronology at Lake Ohau, Southern Alps of New Zealand. <i>Quaternary Science Reviews</i> 62: 114–141. DOI: 10.1016/j.quascirev.2012.10.034 .	143	11,9

Lp. No.	Publikacja Publication	Liczba cytowań Number of citations	Liczba cytowań średnio rocznie Mean annual number of citations
16	Smith, M.J.; Rose, J.; Booth, S., 2006. Geomorphological mapping of glacial landforms from remotely sensed data: An evaluation of the principal data sources and an assessment of their quality. <i>Geomorphology</i> 76(1–2): 148–165. DOI: 10.1016/j.geomorph.2005.11.001 .	143	7,5
17	Magliulo, P.; Di Lisio, A.; Russo, F.; Zelano, A., 2008. Geomorphology and landslide susceptibility assessment using GIS and bivariate statistics: a case study in southern Italy. <i>Natural Hazards</i> 47(3): 411–435. DOI: 10.1007/s11069-008-9230-x .	140	8,2
18	Clark, C.D., 1997. Reconstructing the evolutionary dynamics of former ice sheets using multi-temporal evidence, remote sensing and GIS. <i>Quaternary Science Reviews</i> 16(9): 1067–1092. DOI: 10.1016/S0277-3791(97)00037-1 .	140	5,0
19	Anders, N.S.; Seijmonsbergen, A.C.; Bouten, W., 2011. Segmentation optimization and stratified object-based analysis for semi-automated geomorphological mapping. <i>Remote Sensing of Environment</i> 115(12): 2976–2985. DOI: 10.1016/j.rse.2011.05.007 .	139	9,9
20	Gutiérrez, F.; Cooper, A. H.; Johnson, K. S., 2008. Identification, prediction, and mitigation of sinkhole hazards in evaporite karst areas. <i>Environmental Geology</i> 53(5): 1007–1022. DOI: 10.1007/s00254-007-0728-4 .	139	8,2

Tabela 6. Liczba publikacji odpowiadająca celom zrównoważonego rozwoju dla 1660 publikacji na temat aplikacyjności map geomorfologicznych znajdujących się w bazie Web of Science (stan na 31 grudnia 2024)

Table 6. Number of publications corresponding to the sustainable development goals for 1660 publications on the applicability of geomorphological maps in the Web of Science database (as of December 31, 2024)

Cele zrównoważonego rozwoju Sustainable development goals	Liczba publikacji Number of publications	% z 1660 % of 1660
13 Działania w dziedzinie klimatu	1,217	73,36
14 Życie pod wodą	257	15,49
15 Życie na lądzie	238	14,35
06 Czysta woda i warunki sanitarne	71	4,28
02 Wyeliminować głód	65	3,92
11 Zrównoważone miasta i społeczności	60	3,62
03 Dobre zdrowie i jakość życia	52	3,13
04 Dobra jakość edukacji	4	0,24
07 Czysta i dostępna energia	1	0,06
09 Innowacyjność przemysłu i infrastruktury	1	0,06
12 Odpowiedzialność konsumpcja i produkcja	1	0,06

wg ONZ (tab. 6). O ile największa liczba publikacji jest związana z celem 13 „Działania w dziedzinie klimatu”, o tyle dwa następne cele, tj. 14 „Życie pod wodą” i 15 „Życie na lądzie” są bardziej powiązane z dziedzinami nauk społecznych. Pozostałe cele mają niewielki udział, poniżej 5%.

Dla porównania szczegółowych wyników z bazy Web of Science można podać, że dla zapytania <“Geomorphologic map” OR “Geomorphologic mapping” OR “Geomorphological map” OR “Geomorphological mapping” OR “Geomorphic map” OR “Geomorphic mapping” AND application AND applied AND use AND used AND using> w bazie Google Scholar uzyskano 17 200 rekordów. Zapewne obejmują one dużą część artykułów o mapach geomorfologicznych, ale niewątpliwie z uwagi na szeroki zakres zapytania również może być w tej liczbie wiele

artykułów związanych bardzo słabo z problematyką geomorfologiczną lub też opracowań niepublikowanych, np. maszynopisy prac dyplomowych udostępnionych online na całym świecie.

Konkluzja końcowa

Nowe perspektywy w zakresie możliwości technicznych prowadzenia kartowania geomorfologicznego i przygotowania map geomorfologicznych wraz z coraz liczniejszymi polami zastosowań aplikacyjnych przyczyniają się do utrzymującego się dużego zainteresowania tą tematyką. Mapy geomorfologiczne są potężnym instrumentem o daleko idących implikacjach dla postępu naukowego i praktycznych zastosowań.

wań, będąc niezwykle użytecznym źródłem informacji o środowisku. Ich zdolność do syntezy złożonych informacji przestrzennych sprawia, że są niezbędne do zrozumienia zachodzących dynamicznych procesów geomorfologicznych na powierzchni Ziemi, zarządzania zasobami naturalnymi, łagodzenia zagrożeń środowiskowych, przyczyniania się do zrównoważonego rozwoju społeczeństw nie tylko lokalnych. Ich znaczenie w kontekście georóżnorodności, ochrony środowiska, analizy ryzyka oraz planowania przestrzennego rośnie wraz z postępem technologicznym. Ciągły rozwój i udoskonalanie technik kartowania geomorfologicznego w połączeniu z postępem technologii geoprzestrzennych zapewni ich rosnące znaczenie w rozwiązywaniu przyszłych wyzwań środowiskowych i wzrastających potrzeb społecznych. Ich wartość leży przede wszystkim w ulepszonych możliwościach przechowywania, analizy i wizualizacji danych, co prowadzi do lepszego zrozumienia i zastosowania informacji geomorfologicznych.

Niewątpliwie jednym z wyzwań dla kartografii geomorfologicznej jest każdorazowe dostosowanie konwencji kartograficznej (wybór mapy podkładowej, dobór symboli, selekcja i generalizacja treści) do potrzeb odbiorców. Dobrą ilustracją problemu są mapy geoturystyczne, generalnie adresowane do użytkownika niebędącego reprezentantem nauk o Ziemi i nieznającego zasad przedstawiania form rzeźby, a często również niepotrafiącego samodzielnie rozpoznać form rzeźby i powiązań między nimi. Treść stricte geomorfologiczna pojawia się na takich mapach stosunkowo rzadko i głównie w postaci sygnatur wybranych form, podczas gdy całościowe przedstawienie rzeźby w sposób analogiczny do mapy geologicznej (często stanowiącej główną treść mapy geoturystycznej, po odpowiednim uproszczeniu) występuje w bardzo nielicznych przypadkach. Z podobnymi problemami styka się kartografia geomorfologiczna na potrzeby oceny zagrożeń i ryzyka, które w szczególności muszą być czytelne i jednoznaczne w odbiorze dla służb odpowiedzialnych za zapewnienie bezpieczeństwa.

Cyfrowe mapy geomorfologiczne to nowoczesne narzędzie, które zyskuje na znaczeniu w badaniach geomorfologicznych i geoinformacyjnych. Wraz z rozwojem technologii komputerowej i GIS, mapy te stały się jednym z kluczowych środków analizy i prezentacji danych przestrzennych. Ich walory można rozpatrywać w kontekście precyzji, dostępności, interaktywności oraz zastosowań w różnych dziedzinach nauki. Jednym z głównych atutów cyfrowych map geomorfologicznych jest ich wysoka precyzja. Dzięki wykorzystaniu technologii takich jak LiDAR czy fotogrametria, możliwe jest uzyskiwanie dokładnych danych o ukształtowaniu terenu. Takie podejście pozwala na szczegółową analizę cech geomorfologicznych (w tym geomorfometrycznych), co jest przede

wszystkim ważne w retrodykcji np. procesów glacialnych i fluwialnych oraz w badaniach dotyczących erozji czy ruchów masowych. Na przykład, w badaniach nad skutkami zmian klimatycznych, precyzyjne mapy geomorfologiczne mogą dostarczać cennych informacji o przekształcaniach krajobrazu wskutek intensyfikacji zjawisk ekstremalnych.

Interaktywność cyfrowych map to kolejny istotny element, który wyróżnia je spośród tradycyjnych rozwiązań. Użytkownicy mają duże możliwości postępowania z danymi lub zarządzania nimi, zmiany skali, a także wizualizacji różnych scenariuszy geomorfologicznych. Taka interaktywność jest szczególnie cenna w kontekście edukacji oraz szkoleń. Uczniowie i studenci mogą samodzielnie odkrywać zjawiska geomorfologiczne, co zwiększa ich zaangażowanie oraz ułatwia przyswajanie wiedzy. Cyfrowe mapy geomorfologiczne nie są prostym zamiennikiem tradycyjnych map geomorfologicznych. Stanowią one potężny instrument do zrozumienia, analizowania, wizualizacji i modelowania procesów geomorfologicznych. Ich doskonałe możliwości przechowywania precyzyjnych danych, możliwości analityczne, potencjał wizualizacyjny i interaktywność oferują nieoceniony wkład do podejmowania decyzji w wielu dziedzinach, od nauk o Ziemi i środowisku, poprzez zarządzanie zagrożeniami i zasobami po planowanie urbanistyczne.

Mając na uwadze dokonany przegląd możliwości interpretacyjnych i praktycznych analogowych i cyfrowych map geomorfologicznych należy stwierdzić, że winny one zasilać Państwowy Zasób Geodezyjny i Kartograficzny, wchodząc w skład zbioru map tematycznych na geoportalu Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii.

Podziękowania

Autorzy składają podziękowanie prof. dr hab. Marianowi Harasimiukowi z Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie za uwagi do wstępnej wersji artykułu. Autorzy dziękują również członkom Stowarzyszenia Geomorfologów Polskich, którzy wnieśli wiele cennych uzupełnień i sugestii, które doprecyzowały wiele istotnych kwestii i znacząco wzbogaciły ostateczną wersję artykułu. Szczególnie wartościowy wkład do artykułu wnieśli dr Anna Chrobak-Žuffová, prof. UŚ Renata Dulias, prof. Wacław Florek, prof. Piotr Gębica, dr Katarzyna Issmer, prof. UMK Tomasz Karasiewicz, dr hab. Piotr Kłapyta, prof. UMK Rafał Kot, prof. Maria Łanczont, dr Anna Łosiak, dr hab. Daniel Okupny, dr Piotr Ostrowski, prof. UŚ Łukasz Pawlik, prof. UAM Iwona Piotrowska, dr hab. Bartłomiej Szypuła, prof. UMK Piotr Weckwerth, dr Karol Witkowski, dr Radosław Wróblewski, dr inż. Jerzy Zasadni, prof. Wojciech Zglobicki. Ich rzeczowe zaangażowanie miało istotny wpływ na kompletność niniejszej publikacji.

Wkład autorów

ZZ: koncepcja, metodyka, weryfikacja, analiza formalna, gromadzenie danych, pisanie – wersja robocza, pisanie – recenzja i edycja, wizualizacja, administracja projektem; MM: koncepcja, weryfikacja, analiza formalna, pisanie – wersja robocza, pisanie – recenzja i edycja; PM: koncepcja, weryfikacja, analiza formalna, pisanie – wersja robocza, pisanie – recenzja i edycja; ZR: koncepcja, weryfikacja, analiza formalna, pisanie – wersja robocza, pisanie – recenzja i edycja; WW: koncepcja, weryfikacja, analiza formalna, pisanie – wersja robocza, pisanie – recenzja i edycja.

Literatura

- Abrams M., Crippen R., Fujisada H., 2020. ASTER Global Digital Elevation Model (GDEM) and ASTER Global Water Body Dataset (ASTWBD). *Remote Sensing* 12: 1156. DOI: [10.3390/rs12071156](https://doi.org/10.3390/rs12071156).
- Adamczyk A., Wysota W., Piotrowski J.A., 2022. Inventory of glacial curvilinearities (GCLs) at the southern periphery of the Scandinavian Ice Sheet. *Geomorphology* 400, 108094. DOI: [10.1016/j.geomorph.2021.108094](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.108094).
- Adamczyk A., Wysota W., Sobiech M., 2017. A morphometric analysis of an exceptionally long and complex tunnel valley: a case study of the Byszewo Landform, NW Poland. *Zeitschrift für Geomorphologie* 61 Suppl. 2: 27–44. DOI: [10.1127/zfg-suppl/2017/0326](https://doi.org/10.1127/zfg-suppl/2017/0326).
- AHC [Australian Heritage Commission], 2002. Australian Natural Heritage Charter for the Conservation of Places of Natural Heritage Significance, Australian Heritage Commission in association with Australian Committee for IUCN, Sydney.
- Ahnert F., 1998. Introduction to geomorphology. Edward Arnold, London.
- Albrecht C.M., Fisher C., Freitag M., Hamann H.F., Pankanti S., Pezzutti F., Rossi F., 2019. Learning and Recognizing Archeological Features from LiDAR Data. IEEE International Conference on Big Data (Big Data), Los Angeles, 09–12 December 2019: 5630–5636. DOI: [10.1109/BigData47090.2019.9005548](https://doi.org/10.1109/BigData47090.2019.9005548).
- Alexandrowicz Z., 2003. Ochrona dziedzictwa geologicznego Polski w koncepcji europejskiej sieci geostanowisk. *Przegląd Geologiczny* 51(3): 224–230.
- Anders N., Seijmonsbergen H., 2008. A Revolution in Geomorphology. GIM International online: <https://www.gim-international.com/content/article/a-revolution-in-geomorphology> (dostęp 31 marca 2025).
- Aucelli P.P.C., Valente E., Di Paola G., Amato V., Cesarano M., Cozzolino M., Pappone G., Scorpio V., Roskopf C.M., 2020. The influence of the geological–geomorphological setting on human settlements and historical urban development: The case study of Isernia (southern Italy). *Journal of Maps* 17: 1–10. DOI: [10.1080/17445647.2020.1794989](https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1794989).
- Auld-Thomas L., Canuto M.A., Morlet A.V., Estrada-Belli F., Chatelain D., Matadamas D., Pigott M., Diazet J.C.F., 2024. Running out of empty space: environmental lidar and the crowded ancient landscape of Campeche, Mexico. *Antiquity* 98(401): 1340–1358. DOI: [10.15184/aqy.2024.148](https://doi.org/10.15184/aqy.2024.148).
- Babiński Z., 2013. Problem rewitalizacji dróg wodnych – aspekt gospodarczo-ekologiczny na przykładzie Dolnej Wisły. *Journal of Health Sciences* 3(14): 152–164.
- Baker V.R., 1981. The geomorphology of Mars. *Progress in Physical Geography* 5(4): 473–513. DOI: [10.1177/030913338100500](https://doi.org/10.1177/030913338100500).
- Baker V.R., 2001. Extraterrestrial geomorphology: an introduction. *Geomorphology* 37(3–4): 175–178. DOI: [10.1016/S0169-555X\(00\)00081-7](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(00)00081-7).
- Baker V.R., Hamilton Ch.W., Burr D.M., Gulick V.C., Komatsu G., Luo W., Rice J.W., Rodriguez J.A.P., 2015. Fluvial geomorphology on Earth-like planetary surfaces: A review. *Geomorphology* 245:149–182. DOI: [10.1016/j.geomorph.2015.05.002](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.05.002).
- Balcerkiewicz S., Wojterska M., 1985. Landforms and plant-communities in the high mountain vegetation belts in the Tatra mountains. W: J.-M.Géhu (red.), *Végétation et géomorphologie*, Bailleul 1985, *Colloques Phytosociologiques* 13: 267–278.
- Banaszek Ł., Cowley D.C., Middleton M., 2018. Towards National Archeological Mapping. Assessing source data and methodology – a case study from Scotland. *Geosciences* 8(8): 272. DOI: [10.3390/geosciences8080272](https://doi.org/10.3390/geosciences8080272).
- Banaszek Ł., Florek W., Kaczmarzyk J., 2013. Sławsko and Wrzesnica – two medieval strongholds in a fluvial context. Interpretation of ALS and palaeohydrological data. AARG 2013 International Conference: The Past and Present from Above, Amersfoort, 26–28 September 2013, Book of Abstracts.
- Banaszek Ł., Rączkowski W., 2020. Interpreting Archaeological Features on the Wieprza River Floodplain, West Pomerania, Poland. W: D.G.Hadjimitsis, K.Themistocleous, B.Cuca, A.Agapitou, V.Lysandrou, R.Lasaponara, N.Masini, G.Schreier (red.), *Remote Sensing for Archaeology and Cultural Landscapes, Best Practices and Perspectives Across Europe and the Middle East*, Springer, Cham: 203–220. DOI: [10.1007/978-3-030-10979-0_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-10979-0_12).
- Banaszuk H., 2000. Rozmieszczenie i budowa profilowa mad i gleb mułowych w dolinach Narwi i Biebrzy wykształconych na obszarze Kotliny Biebrzańskiej na tle geomorfologii regionu. Wyd. UWM, Olsztyn, *Biuletyn Naukowy* 9: 181–193.
- Baran-Zgłobicka B., Gawrysiak L., Warowna J., Zgłobicki W., 2011. Znaczenie rzeźby terenu w planowaniu przestrzennym na obszarach wyżynnych. *Czasopismo Techniczne Architektura* 6-A (17/108): 101–106.
- Baran-Zgłobicka B., Godziszewska D., Zgłobicki W., 2021. The Flash Floods Risk in the Local Spatial Planning (Case Study: Lublin Upland, E Poland). *Resources* 10: 14. DOI: [10.3390/resources10020014](https://doi.org/10.3390/resources10020014).
- Baran-Zgłobicka B., Harasimiuk M., Zgłobicki W., 2006. Rola badań interdyscyplinarnych w planowaniu przestrzennym na obszarach lessowych. *Regionalne Studia Ekologiczno-Krajobrazowe, Problemy Ekologii Krajobrazu XVI*: 248–255.
- Baran-Zgłobicka B., Zgłobicki W., 2011. Rola uwarunkowań geomorfologicznych w planowaniu przestrzennym na obszarach lessowych. *Problemy Ekorozwoju* 6(Supplement 1): 225–232.
- Bartosik J., 1975. Instrukcja do zdjęcia geomorfologicznego, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Kielcach, Kielce.
- Bażyński J., Drągowski A., Frankowski Z., Kaczyński R., Rybicki S., Wysokiński L., 1999. Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Bednarek R., Prusinkiewicz Z., 1999. *Geografia gleb*. PWN, Warszawa.
- Bednorz E., Kolendowicz L., 2010. Daily course of the soil temperature in summer in chosen ecosystems of Słowiński National Park, northern Poland. *Quaestiones Geographicae* 29(1): 5–12. DOI: [10.2478/V10117-010-0001-X](https://doi.org/10.2478/V10117-010-0001-X).
- Benn D.I., Evans D.J.A., 1998. *Glaciers and glaciation*. Arnold, London.
- Ber A., 1973. *Kartografia osadów czwartorzędowych Polski*. W: E.Rühle (red.), *Metodyka badań osadów czwartorzędowych*, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa: 532–562.
- Berger A.R., Iams W.J. (red.), 1996. *Geindicators: Assessing Rapid Environmental Changes in Earth Systems*. A. A. Balkema, Rotterdam.
- Bétard F., Peulvast J.-P., 2019. Valuing and representing exogeodiversity: From scientific imagery to artistic imagination. *Géomorphologie : relief, processus, environnement* 25(3): 151–173. DOI: [10.4000/geomorphologie.13412](https://doi.org/10.4000/geomorphologie.13412).
- Beuzen-Waller T., Stéphan P., Pavlopoulos K., Desruelles S., Marast A., Puaud S., Giraud J., Fouache E., 2019. Geoarchaeological investigation of the Quriyat coastal plain (Oman). *Quaternary International* 532: 98–115. DOI: [10.1016/j.quaint.2019.10.016](https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.10.016).

- Bhardwaj A., Sam L., Gharehchahi S., 2021. Four decades of understanding Martian geomorphology: Revisiting Baker's 'The geomorphology of Mars'. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment* 45(6): 979–989. DOI: [10.1177/03091333211026215](https://doi.org/10.1177/03091333211026215).
- Bira T., 2024. Mapa geoturystyczna Światowy Geopark UNESCO Kraina Wygasłych Wulkanów. Stowarzyszenie „Lokalna Grupa Działania Partnerstwo Kaczawskie”.
- Bishop M., Allan J., Shroder Jr. J.F., Stephen W., 2012. Geospatial technologies and digital geomorphological mapping: Concepts, issues and research. *Geomorphology* 137: 5–26. DOI: [10.1016/j.geomorph.2011.06.027](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.06.027).
- Bishop M.P., James L.A., Shroder J.F., Walsh S.J., 2012. Geospatial technologies and digital geomorphological mapping: Concepts, issues and research. *Geomorphology* 137(1): 5–26. DOI: [10.1016/j.geomorph.2011.06.027](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.06.027).
- Bissig G., 2008. Mapping geomorphosites: an analysis of geotourist maps. *Geoturystyka* 3(14): 3–12.
- Black B.A., Taylor Perron J., Hemingway D., Bailey E., Nimmo F., Zebker H., 2017. Global drainage patterns and the origins of topographic relief on Earth, Mars, and Titan. *Science* 356: 727–731. DOI: [10.1126/science.aag0171](https://doi.org/10.1126/science.aag0171).
- Blaszczyński J.S., 1997. Landform Characterization with Geographic Information Systems. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 63(2): 183–191.
- Błaszkiwicz M., Danel W., 2019. Formy pierścieniowe w rejonie Wejherowa jako prawdopodobne pozostałości po-pingo i ich znaczenie dla paleogeografii późnego glacjału w północnej Polsce. *Przegląd Geograficzny* 91(3): 405–419. DOI: [10.7163/PrzG.2019.3.6](https://doi.org/10.7163/PrzG.2019.3.6).
- Bogdanowski J., 1998. Kulturowy krajobraz zabytkowy i problem jego ochrony. *Ochrona Zabytków* 51/1(200): 4–13.
- Bogdanowski J., 1999. Metoda jednostek i wnętrz architektoniczno-krajobrazowych (JARK-WAK) w studiach i projektowaniu. Politechnika Krakowska, Kraków.
- Bollati I.M., Cavalli M., 2021. Unraveling the relationship between geomorphodiversity and sediment connectivity in a small alpine catchment. *Transaction GIS* 25(5): 2481–2500. DOI: [10.1111/tgis.12793](https://doi.org/10.1111/tgis.12793).
- Bollati I.M., Crosa Lenz B., Zanoletti E., Pelfini M., 2017. Geomorphological mapping for the valorization of the alpine environment. A methodological proposal tested in the Loana Valley (Sesia Val Grande Geopark, Western Italian Alps). *Journal of Mountain Science* 14: 1023–1038. DOI: [10.1007/s11629-017-4427-7](https://doi.org/10.1007/s11629-017-4427-7).
- Borkowski A., Głowienka E., Hejmanowska B., Kwiatkowska-Malina J., Kwolek M., Michałowska K., Mikrut S., Pękala A., Pirowski T., Zabrzaska-Gąsiorek B., 2015. Wykorzystanie ogólnodostępnych danych przestrzennych do analizy zmian geomorfologicznych. W: E. Głowienka (red.), *GIS i teledetekcja w monitoringu środowiska*, Wyższa Szkoła Inżynierii i Ekonomiczna, Rzeszów: 82–98.
- Borzechowski J., Olędzki J.R., 2011. Cyfrowa mapa geomorfologiczna Karpat. *Teledetekcja Środowiska* 46: 52–71.
- Bosino A., La Licata M., Franceschi L., Hafiz A., Maggi V., Maerker M., Szatten D., De Amicis M., 2024. Multi-strata geomorphological database (MorphDB): a methodological breakthrough in geomorphological mapping. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria* 47(1): 147–160. DOI: [10.4454/d45h97j](https://doi.org/10.4454/d45h97j).
- Bouzekraoui H., Barakat A., Elyoussi M., Touhami F., Mouaddine A., Hafid A., Zwoliński Zb., 2018. Mapping geosites as gateways to the geotourism management in Central High-Atlas (Morocco). *Quaestiones Geographicae* 37: 87–102.
- Brandolini P., Cappadonia C., Luberti G.M., Donadio C., Stamatopoulos L., Di Maggio C., Faccini F., Stanislao C., Vergari F., Paliaga G., Agnesi V., Alevizos G., Del Monte M., 2019. Geomorphology of the anthropocene in mediterranean urban areas. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment* 44(4): 461–494. DOI: [10.1177/0309133319881108](https://doi.org/10.1177/0309133319881108).
- Brandolini P., Cevasco A., 2015. Geo-Hydrological Risk Mitigation Measures and Land-Management in a Highly Vulnerable Small Coastal Catchment. W: *Engineering Geology for Society and Territory*, Gabler, Wiesbaden, 5: 759–762.
- Brandolini P., Cremaschi M., Pelfini M., 2019. Correction to: Estimating the potential of archaeo-historical data in the definition of geomorphosites and geo-educational itineraries in the central po plain (N Italy). *Geoheritage* 11, 1397. DOI: [10.1007/s12371-019-00382-1](https://doi.org/10.1007/s12371-019-00382-1).
- Brandolini P., Del Monte M., Faccini F., Cattoor B., Zwoliński Zb., Smith M., 2021. Geomorphological mapping in urban areas. *Journal of Maps* 17(4): 1–5. DOI: [10.1080/17445647.2021.1952671](https://doi.org/10.1080/17445647.2021.1952671).
- Brewer J.L., Carr Ch., Dunning N.P., Walker D.S., Hernández A.A., Peuramaki-Brown M., Reese-Taylor K., 2017. Employing airborne lidar and archaeological testing to determine the role of small depressions in water management at the ancient Maya site of Yaxnohcah, Campeche, Mexico. *Journal of Archaeological Science: Reports* 13(1): 291–302. DOI: [10.1016/j.jasrep.2017.03.044](https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.03.044).
- Brunsdon D., 2003. Geomorphology, engineering and planning. *Geographia Polonica* 76(2): 185–205.
- Brykała D., Gierszewski P., Gębica P., 2003. Geomorphological effects of the catastrophic drainage of artificial reservoir in the Młynówka valley at Górowo Iławeckie, Poland. *Labdform Analysis* 4: 75–82.
- Brzezińska-Wójcik T., Gawrysiak L., Chabudziński Ł., 2010. Metody morfometryczne w badaniach geomorfologicznych regionu lubelskiego. *Landform Analysis* 12: 7–22.
- Bucala-Hrabia A., Kijowska-Strugała M., Śleszyński P., Rączkowska Z., Izdebski W., Malinowski Z., 2022. Evaluating the use of the landslide database in spatial planning in mountain communes (the Polish Carpathians). *Land Use Policy* 112: 105842. DOI: [10.1016/j.landusepol.2021.105842](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105842).
- Bukowska A., Jasiewicz J., Rotnicki K., 2011a. Geomorfologia południowo-wschodniej Wielkopolski w skali 1:200 000. Poznań: Instytut Geoekologii i Geoinformacji. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza.
- Bukowska A., Jasiewicz J., Rotnicki K., 2011b. Geomorfologia Wzgórz Ostrzeszowskich w skali 1:75 000. Poznań: Instytut Geoekologii i Geoinformacji. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza.
- Buraczynski J., 2014. Development of the relief of Roztocze Upland (with electronic geomorphological map 1:50 000, elaborated by J. Buraczynski and Ł. Chabudziński). *Landform Analysis* 27: 67–89. DOI: [10.12657/landfana.027.006](https://doi.org/10.12657/landfana.027.006).
- Burke M.J., 2013. LiDAR Data for DEM Generation and Flood Plain Mapping. MS., University of Southern Queensland, Toowoomba.
- Burnelli M., Melelli L., Alvioli M., 2025b. Geomorphodiversity and anthropization indices for Italian urban areas. *Geomorphology* 471: 109532. DOI: [10.1016/j.geomorph.2024.109532](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2024.109532).
- Burnelli M., Pica A., Del Monte M., Delchiaro M., Melelli L., Reame F., Vergari F., Alvioli M., 2025a. Does anthropogenic morphogenesis contribute to geomorphodiversity in urban environments? *Geomorphology* 471: 109582. DOI: [10.1016/j.geomorph.2024.109582](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2024.109582).
- Cappadonia C., Cafiso F., Ferraro R., Martinello C., Rotigliano E., 2020. Rockfall hazards of Mount Pellegrino area (Sicily, Southern Italy). *Journal of Maps* 17(3): 29–39. DOI: [10.1080/17445647.2020.1824826](https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1824826).
- Carabella C., Boccabella F., Buccolini M., Ferrante S., Pacione A., Gregori C., Pagliani T., Piacentini T., Miccadei E., 2021. Geomorphology of landslide–flood-critical areas in hilly catchments and urban areas for EWS (Feltrino Stream and Lanciano town, Abruzzo, Central Italy). *Journal of Maps* 17(3): 40–53. DOI: [10.1080/17445647.2020.1819903](https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1819903).
- Castaldini D., Conventi M., Coratza P., Dallai D., Liberatoscioli E., Sala L., Buldrini F. 2011. Carta Turistico-Ambientale della Riserva Naturale Regionale delle Salse di Nirano, Comune di Fiorano Modenese, Tipolitografia Notizie: Modena, Italy.
- Castaldini D., Valdati J., Ilieș D.C., Chiriac C., 2005a. Geo-tourist map of the Natural Reserve of Salse di Nirano (Modena Appennines, Northern Italy). *Il Quaternario* 18(1): 245–255.

- Castaldini D., Valdati J., Ilieș D.C., 2005b. The contribution of geomorphological mapping to environmental tourism in protected areas: examples from the Apennines of Modena (Northern Italy). *Revista de geomorfologie* 7: 91–106.
- Chandler B.M.P., Lovell H., Boston C.M., Lukas S., Barr I.D., Benediktsson Í.Ö., Benn D.I., Clark Ch.D., Darvill Ch.M., Evans D.J.A., Ewertowski M.W., Loibl D., Margold M., Otto J.-Ch., Roberts D.H., Stokes Ch.R., Storrar R.D., Stroeve A.P., 2018. Glacial geomorphological mapping: A review of approaches and frameworks for best practice. *Earth-Science Reviews* 185: 806–846. DOI: [10.1016/j.earscirev.2018.07.015](https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.07.015).
- Chao L., Zhibao D., 2022. Distribution of Dune Landform on Mars. *Frontiers in Astronomy Space Sciences* 9:811702. DOI: [10.3389/fspas.2022.811702](https://doi.org/10.3389/fspas.2022.811702).
- Chase A.F., Chase D.Z., Awe J.J., Weishampel J.F., Iannone G., Moyes H., Yaeger J., Brown M.K., 2014. The Use of LiDAR in Understanding the Ancient Maya Landscape: Caracol and Western Belize. *Advances in Archaeological Practice* 2(3): 208–221. DOI: [10.7183/2326-3768.2.3.208](https://doi.org/10.7183/2326-3768.2.3.208).
- Chelli A., Bordonni M., Cappadonia C., Pepe G., Rotigliano E., Smith M., 2021. Geomorphological tools for mapping natural hazards. *Journal of Maps* 17(3): 1–4. DOI: [10.1080/17445647.2021.1920794](https://doi.org/10.1080/17445647.2021.1920794).
- Chmielewski J., Myga-Piątek U., Solon J., 2015. Typologia aktualnych krajobrazów Polski. *Przegląd Geograficzny* 87(3): 377–408.
- Chmielewski T.J., 2012. Systemy krajobrazowe struktura-funkcjonowanie-planowanie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Chmielewski T.J., Harasimiuk M., Radwan S. (red.), 1996b. Renaturalizacja ekosystemów wodno-torfowiskowych na Pojezierzu Łężyńsko-Włodawskim. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin.
- Chmielewski T.J., Harasimiuk M., Radwan S., 1996a. Projekt renaturalizacji zespołu ekosystemów wodno-torfowiskowych na Pojezierzu Łężyńsko-Włodawskim i jego pierwsze efekty. *Przegląd Przyrodniczy* 7(3–4): 149–166.
- Chmielewski T.J., Radwan S., Karbowski Z., 1997. Program renaturalizacji jezior, torfowisk i terenów porolnych w Poleskim Parku Narodowym. *Przegląd Przyrodniczy* 8(1–2): 145–148.
- Chorley R., Kennedy B.A., 1971. *Physical Geography. A Systems Approach*. Prentice Hall, London.
- Chorley R.J., Schumm S.A., Sugden D.E. 1984. *Geomorphology*. Methuen, London.
- Chrobak A., 2021. Przegląd metod waloryzacji obiektów przyrody nieożywionej wykorzystywanych w geoturystyce. *Prace Komisji Geografii Przemysłu PTG* 35(3): 116–145. DOI: [10.24917/20801653.353.8](https://doi.org/10.24917/20801653.353.8).
- Chrobak A., Novotný J., Struś P., 2021. Geodiversity Assessment as a First Step in Designating Areas of Geotourism Potential. Case Study: Western Carpathians. *Frontiers in Earth Science* 9: 752669. DOI: [10.3389/feart.2021.752669](https://doi.org/10.3389/feart.2021.752669).
- Cienciela P., 2024. A case for stronger integration of physical landscape processes in conservation science and practice. *Conservation Biology* 38: e14229. DOI: [10.1111/cobi.14229](https://doi.org/10.1111/cobi.14229).
- Ciupa T., Suligowski R., Wałek G., 2017. Możliwości wykorzystania danych z lotniczego skanowania laserowego do modelowania rzeźby dna projektowanego zbiornika wodnego Pietraszki (Kielce). *Prace Geograficzne* 150: 29–40.
- Conway S.J., 2022. *Planetary geomorphology*. Geological Society, London, *Memoirs* 58: 395–414. DOI: [10.1144/M58-2021-33](https://doi.org/10.1144/M58-2021-33).
- Cooke R.U., Doornkamp J.C., 1990. *Geomorphology in environmental management, A New Introduction*. Clarendon Press, Oxford.
- Coratza P., Bollati I.M., Panizza V., Brandolini P., Castaldini D., Cucchi F., Deiana G., Del Monte M., Faccini F., Finocchiaro F., Gioia D., Melis R., Minopoli C., Nesci O., Paliaga G., Pennetta M., Perotti L., Pica A., Tognetto F., Trocchia A., Valentini L., Giardino M., Pelfini M., 2021. Advances in geoheritage mapping: application to iconic geomorphological examples from the Italian landscape. *Sustainability* 13: 11538. DOI: [10.3390/su132011538](https://doi.org/10.3390/su132011538).
- Costantino D., Angelini M.G., 2013. Production of DTM quality by TLS data. *European Journal of Remote Sensing* 46(1): 80–103. DOI: [10.5721/EuJRS20134606](https://doi.org/10.5721/EuJRS20134606).
- Danovaro E., De Florian L., Papaleo L., Vitali M., 2006. A Multi-resolution Representation for Terrain Morphology. W: M.Raubal, J.M.Harvey, A.U.Frank, M.F.Goodchild, 2006, *GIScience* 2006, *Lecture Notes in Computer Science* 4197: 33–46. DOI: [10.1007/11863939_3](https://doi.org/10.1007/11863939_3).
- Davis W.M., 1899. The Geographical Cycle. *Geographical Journal* 14(5): 481–504. DOI: [10.2307/1774538](https://doi.org/10.2307/1774538).
- de Waard F., Connolly J., Barthelmes A., Joosten H., van der Linden S., 2024. Remote sensing of peatland degradation in temperate and boreal climate zones – A review of the potentials, gaps, and challenges. *Ecological Indicators* 166: 112437. DOI: [10.1016/j.ecolind.2024.112437](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112437).
- Degórski M., 1985. Connection between geomorphology and vegetation in glacial valley on the example of Pisza valley in Central Poland. W: J.M.Géhu (red.), *Végétation et géomorphologie*, Bailleul 1985, *Colloques Phytosociologiques* 13: 447–460.
- Del Monte M., Vergari F., Brandolini P., Capolongo D., Cevasco A., Ciccacci S., Conoscenti C., Fredi P., Melelli L., Rotigliano E., Zucca F., 2015. Multi-method evaluation of denudation rates in small mediterranean catchments. W: *Engineering Geology for Society and Territory*, Gabler, Wiesbaden, 1: 563–567.
- Demek J., 1972. *Manual of detailed geomorphological mapping*, Academia, Prague.
- Demek J., Embleton C., 1978. *Guide to medium-scale geomorphological mapping*, IGU, Stuttgart.
- Deng J., Harff J., Giza A., Hartleib J., Dudzińska-Nowak J., Bobertz B., Furmańczyk K., Zölitz R., 2017. Reconstruction of Coastline Changes by the Comparisons of Historical Maps at the Pomeranian Bay, Southern Baltic Sea. W: J.Harff, K.Furmańczyk, H. von Storch (red.), *Coastline Changes of the Baltic Sea from South to East*. Coastal Research Library 19, Springer, Cham. DOI: [10.1007/978-3-319-49894-2_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-49894-2_13).
- Dmowska A., Gudowicz J., Zwoliński Zb., 2010. Cyfrowa adaptacja analogowych map geomorfologicznych. W: T.Kalicki, J.Szmańda (red.), *Metody badań w geomorfologii*, *Landform Analysis* 12: 35–47.
- Dmytrowski P., Kicińska A., 2011. Waloryzacja geoturystyczna obiektów przyrody nieożywionej i jej znaczenie w perspektywie rozwoju geoparków. *Problemy Ekologii Krajobrazu* 29: 11–20.
- Dorywalski M., 1958. Przykład mapy morfodynamicznej. *Acta Geographica Universitatis Lodzensis* 8: 67–97.
- Dramis F., Guida D., Cestari A., 2011. Nature and Aims of Geomorphological Mapping. In: *Geomorphological Mapping: methods and applications*. W: M.J.Smith, P.Paron, J.Griffiths (red.), Elsevier, London: 39–74.
- Dulias R., 2010. Rzeźba antropogeniczna Wyżyny Śląskiej w opracowaniach kartograficznych. *Kształtowanie Środowiska Geograficznego i Ochrona Przyrody na Obszarach Uprzemysłowionych i Zurbanizowanych* 42: 19–25.
- Dulias R., 2013. Denudacja antropogeniczna na obszarach górniczych na przykładzie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Uniwersytet Śląski, Katowice*.
- Dulias R., 2021. The disappearance of inland dunes landscape – a case study from southern Poland. *Environmental & Socio-economic Studies* 9(2): 72–79. DOI: [10.2478/environ-2021-0012](https://doi.org/10.2478/environ-2021-0012).
- Dulias R., Kupka R. 2010. Wpływ górnictwa na rzeźbę Katowic. *Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych* 42: 26–31.
- Dumanowski B., 1963. Stosunek rzeźby do struktury w granicie Karkonoszy. *Acta Univ. Wratisl. 9, Studia Geogr.* 1: 27–35.
- Duszyński F., Jancewicz K., Kasprzak M., Migoń P., 2017. The role of landslides in downslope transport of caprock-derived boulders in sedimentary tablelands, Stołowe Mts, SW Poland. *Geomorphology* 295: 84–101. DOI: [10.1016/j.geomorph.2017.06.016](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.06.016).
- Dyba K., 2024. Explanation of the influence of geomorphometric variables on the landform classification based on selected areas in Poland. *Scientific Reports* 14, 5447. DOI: [10.1038/s41598-024-56066-6](https://doi.org/10.1038/s41598-024-56066-6).

- Ensley R., Morales-Aguilar C., 2021. Identification of Caves in the Mirador-Calakmul Karst Basin Through Visualization of LiDAR Data. W: R.D.Hansen, E.Suyuc-Ley, G.Martinez-Hidalgo (red.), *Investigaciones multidisciplinarias en La Cuenca Mirador*, Informe temporada de campo 2021. DOI: [10.13140/RG.2.2.16737.48488](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16737.48488).
- Evans I.S., 1972. General geomorphometry, derivatives of altitude, and descriptive statistics. W: R.J.Chorley (red.), *Spatial Analysis in Geomorphology*, Methuen & Co. Ltd., London: 17–90. DOI: [10.4324/9780429273346-2](https://doi.org/10.4324/9780429273346-2).
- Ewertowski M.W., Tomczyk A.M., Evans D.J.A., Roberts D.H., 2019. Operational framework for rapid, very-high resolution mapping of glacial geomorphology using low-cost unmanned aerial vehicles and structure-from-motion approach. *Remote Sensing* 11(1): 65. DOI: [10.3390/rs11010065](https://doi.org/10.3390/rs11010065).
- Faccini F., Federico L., Torchio S., Roccati A., Capponi G., Crispini L., 2020. A mountain slope deformation in an alpine meta-ophiolitic massif (Ligurian Alps, Italy). *Journal of Maps* 17: 77–89. DOI: [10.1080/17445647.2020.1854130](https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1854130).
- Faccini F., Federico L., Torchio S., Roccati A., Capponi G., Crispini L., 2020. A mountain slope deformation in an alpine meta-ophiolitic massif (Ligurian Alps, Italy). *Journal of Maps* 17(3): 77–89. DOI: [10.1080/17445647.2020.1854130](https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1854130).
- Faccini F., Gabellieri N., Paliaga G., Piana P., Angelini S., Coratza P., 2018. Geoheritage map of the Portofino Natural Park (Italy). *Journal of Maps* 14: 87–96. DOI: [10.1080/17445647.2018.1433561](https://doi.org/10.1080/17445647.2018.1433561).
- Faccini F., Giardino M., Paliaga G., Perotti L., Brandolini P., 2021. Urban geomorphology of Genoa Old City (Italy). *Journal of Maps* 17(4): 51–64. DOI: [10.1080/17445647.2020.1777214](https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1777214).
- Faccini F., Piccazzo M., Robbiano A., Roccati A., 2008. Applied geomorphological map of the Portofino Municipal Territory (Italy). *Journal of Maps* 4: 451–462. DOI: [10.4113/jom.2008.1023](https://doi.org/10.4113/jom.2008.1023).
- Faliński J.B., 1990. Kartografia geobotaniczna. Cz. 2, Kartografia fitosocjologiczna. Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych im. Eugeniusza Romera.
- Fan L., Atkinson P.M., 2015. Accuracy of Digital Elevation Models Derived From Terrestrial Laser Scanning Data. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters* 12(9): 1923–1927. DOI: [10.1109/LGRS.2015.2438394](https://doi.org/10.1109/LGRS.2015.2438394).
- Farabolini P., De Pari P., Discenza M. E., Minnillo M., Carabella C., Paglia G., Miccadei E., 2020. Geomorphological evidence of debris flows and landslides in the Pescara del Tronto area (Sibillini Mts, Marche Region, Central Italy). *Journal of Maps* 17(3): 90–99. DOI: [10.1080/17445647.2020.1827055](https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1827055).
- Fenneman N.M., 1914. Physiographic boundaries within the United States. *Annals of the Association of American Geographers* 4: 84–134.
- Fenneman N.M., 1917. Physiographic division of the United States. *Annals of the Association of American Geographers* 6: 19–98.
- Ferrando A., Faccini F., Paliaga G., Coratza P., 2021. A quantitative GIS and AHP based analysis for geodiversity assessment and mapping. *Sustainability* 13(18), 10376. DOI: [10.3390/su131810376](https://doi.org/10.3390/su131810376).
- Finke L., 1980. Anforderungen aus der Planungspraxis an ein geomorphologisches Kartenwerk. W: D.Barsch, H.Liedtke (red.), *Methoden und Anwendbarkeit geomorphologischer Detailkarten*, Freie Universität Berlin: 75–81.
- Florek E., Florek W., Łęczyński L., 2008. Funkcjonowanie zbiorników zaporowych na Słupi jako czynnik rzeźbotwórczy. *Landform Analysis* 7: 12–22.
- Florek W., 1991. Postglacialny rozwój dolin rzek środkowej części północnego skłonu Pomorza. Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Słupsku: 174–238.
- Florek W., Tylman I., 2013. Skanning laserowy w badaniach morfologicznych małych dolin rzecznych (przypadek doliny Jarosławianki). W: J.Jonczak, W.Florek (red.), *Środowisko glebotwórcze i gleby dolin rzecznych*, Wydawnictwo Naukowe Bogucki, Poznań-Słupsk: 19–32.
- Fuertes-Gutiérrez I., Fernández-Martínez E., 2012. Mapping geosites for geoheritage management: A methodological proposal for the Regional Park of Picos de Europa (León, Spain). *Environmental Management* 50: 789–806.
- Gajek G., Zgłobicki W., 2021. Ocena możliwości wykorzystania punktów widokowych projektowanego Geoparku Małopolski Przełom Wisły w edukacji geomorfologicznej i geoturystyce. *Landform Analysis*, 40: 109–122. DOI: [10.12657/landfana-040-005](https://doi.org/10.12657/landfana-040-005).
- Galarowski T., 1958. Atlas form i typów rzeźby do ćwiczeń geomorfologicznych. Cz. 1 (objaśnienia). Uniwersytet Jagielloński, Kraków.
- Gałązka D., Marks L., 2007. Bitwa pod Grunwaldem w 1410 r. – oczami geologa. *Przegląd Geologiczny* 55(1): 26–28.
- Gawrysiak L., 2018. Segmentacje rzeźby terenu z wykorzystaniem metod automatycznej klasyfikacji i ich relacja do mapy geomorfologicznej. Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- Gawrysiak L., Baran-Zgłobicka B., Zgłobicki W., 2024. Flash Floods Hazard to the Settlement Network versus Land Use Planning (Lublin Upland, East Poland). *Applied Sciences* 14(18): 8425. DOI: [10.3390/app14188425](https://doi.org/10.3390/app14188425).
- Gawrysiak L., Kociuba W., 2020. Application of geomorphons for analysing changes in the morphology of a proglacial valley (case study: The Scott River, SW Svalbard). *Geomorphology* 371: 107449. DOI: [10.1016/j.geomorph.2020.107449](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107449).
- Géhu J.-M. (red.), 1985. *Végétation et géomorphologie*. Bailleul 1985. *Colloques Phytosociologiques* 13.
- Gerrard J., 1992. *Soil Geomorphology: An Integration of Pedology and Geomorphology*. Chapman and Hall, London.
- Gębica P., Sokołowski T., 1999. Catastrophic geomorphic processes and sedimentation in the Vistula valley between the Dunajec and Wisłoka mouths during the 1997 flood, Southern Poland. In: R.K.Borówka (red.), *Late Glacial, Holocene and present-day evolution of the coastal geosystems of the southern Baltic. Quaternary Geology and Palaeogeography*. Quaternary Studies in Poland. Special Issue, 253–261.
- Gębica P., Sokołowski T., 2002. Crevassing of an inland dune during the 1998 flood in the Upper Vistula River valley (South Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae* 72: 191–197.
- Gębica P., Starkel L., Cebulak E., Limanówka D., Pyrc R., Hajder M., Kolbusz J., 2019. Ulew i powódzie opadowe w województwie podkarpackim: Studium przebiegu, skutków i przeciwdziałania. Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego.
- Gębica P., Starkel L., Czajka A., Dulias R., Fajer M., Waga J.M., 2021. Współczesna ewolucja rzeźby Kotliny Podkarpackich. W: A.Kostrzewski, K.Krzemień, P.Migoń, L.Starkel, M.Winowski, Zb.Zwoliński (red.), *Współczesne przemiany rzeźby Polski*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 295–331. DOI: [10.12657/9788379863822-06](https://doi.org/10.12657/9788379863822-06).
- Ghosh A., Bera B., 2023. Landform classification and geomorphological mapping of the Chota Nagpur Plateau, India. *Quaternary Science Advances* 10: 100082. DOI: [10.1016/j.qsa.2023.100082](https://doi.org/10.1016/j.qsa.2023.100082).
- Giardino M., Giordan D., Baggio P., Mortara G., 2004. Map of the Sangonetto Valley Geosites (Western Alps): Geological research and tourism enhancement. W: G.Pasquare, C.Venturini (red.), *Mapping Geology in Italy*, APAT, Dipartimento di Difesa del Suolo, S.E.L.C.A., Firenze: 325–336.
- Gil E., 1979. Typologia i ocena środowiska naturalnego okolic Szymbarku. *Dokumentacja Geograficzna* 5: 1–91.
- Gilbert G.K., 1977. Report on the geology of the Henry Mountains. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. DOI: [10.3133/70039916](https://doi.org/10.3133/70039916).
- Gilewska S., 1986. Podział Polski na jednostki geomorfologiczne. *Przegląd Geograficzny* 58(1–2): 16–40.
- Gilewska S., 1991. Rzeźba. W: L.Starkel (red.), *Geografia Polski, środowisko przyrodnicze*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 248–296.
- Gilewska S., 1997. Mapa 23.2.2. Główne strefy morfogenetyczne i wiek bezwzględny rozwoju rzeźby 1:6 000 000. W: Atlas Rzeczypospolitej Polski, Główny Geodeta Kraju.
- Gioia D., Bavusi M., Di Leo P., Giammatteo T., Schiattarella M., 2020. Geoarchaeology and geomorphology of the Metaponto area, Ionian coastal belt, Italy. *Journal of Maps* 16: 117–125. DOI: [10.1080/17445647.2019.1701575](https://doi.org/10.1080/17445647.2019.1701575).

- Godziek J., Pawlik Ł., 2023. Indicators of wind-driven forest disturbances – pit-mound topography, its automatic detection and significance. *Catena* 221(A): 106757. DOI: [10.1016/j.catena.2022.106757](https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106757).
- Gołębiowska I., 2015. Legend Layouts for Thematic Maps: A Case Study Integrating Usability Metrics with the Thinking Aloud Method. *The Cartographic Journal* 52(1): 28–40. DOI: [10.1179/1743277413Y.0000000045](https://doi.org/10.1179/1743277413Y.0000000045).
- Goudie A.S., 2001. Applied Geomorphology: An introduction. *Zeitschrift für Geomorphologie N.F., Suppl. Bd. 124*: 101–110.
- Gómez J.C., Magnin L., 2008. Cartografía geomorfológica aplicada a un sector de interés arqueológico en el Macizo del Deseado, Santa Cruz (Patagonia Argentina). *Investigaciones Geográficas* 65: 22–37.
- Gray M., 2004. *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*. John Wiley and Sons, Chichester.
- Gray M., 2013. *Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*, 2nd edition. Wiley-Blackwell, Chichester.
- Grecu F., 2002. Mapping geomorphic hazards in Romania: small, medium and large scale representations of land instability. *Géomorphologie : relief, processus, environnement* 8(2): 197–206.
- Griffiths J.S., Abraham J.K., 2008. Factors affecting the use of applied geomorphology maps to communicate with different end-users. *Journal of Maps* 4(1): 201–210. DOI: [10.4113/jom.2008.89](https://doi.org/10.4113/jom.2008.89).
- Gudowicz J., Buchwał A., Ćwiakła P., 2010. Zastosowanie wysokorozdzielczych cyfrowych modeli wysokościowych w badaniu zmian mikrorzeźby. *Landform Analysis* 12: 71–78.
- Gudowicz J., Zwoliński Zb., 2009. Geoinformacyjne modelowanie hydrologiczne. W: Zb. Zwoliński (red.), *GIS – platforma integracyjna geografii*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 101–114.
- Guerra V., Lazzari M., 2021. Geomorphological mapping as a tool for geoheritage inventory and geotourism promotion: a case study from the middle valley of the Marecchia River (northern Italy). *Géomorphologie : relief, processus, environnement*. Articles sous presse.
- Guerra V., Lazzari M., 2021. Geomorphological mapping as a tool for geoheritage inventory and geotourism promotion: a case study from the middle valley of the Marecchia River (northern Italy). *Géomorphologie. Relief, Processus, Environnement* 27: 127–145.
- Guo C., Xu Q., Dong X., Li W., Zhao K., Lu H., Ju Y., 2021. Geohazard Recognition and Inventory Mapping Using Airborne LiDAR Data in Complex Mountainous Areas. *Journal of Earth Sciences* 32: 1079–1091. DOI: [10.1007/s12583-021-1467-2](https://doi.org/10.1007/s12583-021-1467-2).
- Guo H., Goodchild M.F., Annoni A. (red.), 2020. *Manual of Digital Earth*. Springer Nature Singapore Pte Ltd.
- Gustavsson M., Kolstrup E., Sejmonsbergen A.C., 2006. A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: renewal of a scientific discipline for understanding landscape development. *Geomorphology* 77(1–2): 90–111.
- Gustavsson M., Sejmonsbergen A.C., Kolstrup E., 2008. Structure and contents of a new geomorphological GIS database linked to a geomorphological map – With an example from Liden, central Sweden. *Geomorphology* 95(3–4): 335–349.
- Guth P.L., 2011. Military applied geomorphological mapping: Normandy case study. W: M.J. Smith, P. Paron, J. Griffiths (red.), *Geomorphological Mapping: methods and applications*, Elsevier, London: 39–74.
- Gutiérrez M.E., 2005. *Climatic Geomorphology*. Elsevier, Developments in Earth Surface Processes 8: 1–760.
- Hahn R.M., Byrne P.K., 2023. A Morphological and Spatial Analysis of Volcanoes on Venus. *Journal of Geophysical Research: Planets* 128(4): e2023JE007753. DOI: [10.1029/2023JE007753](https://doi.org/10.1029/2023JE007753).
- Hansen R.D., Morales-Aguilar C., Thompson J., Ensley R., Hernández E., Schreiner T., Suyuc-Ley E., Martínez G., 2023. LiDAR analyses in the contiguous Mirador-Calakmul Karst Basin, Guatemala: an introduction to new perspectives on regional early Maya socioeconomic and political organization. *Ancient Mesoamerica* 34(3): 587–626. DOI: [10.1017/S0956536122000244](https://doi.org/10.1017/S0956536122000244).
- Hargitai H., Nass A., 2019. Planetary Mapping: A Historical Overview. W: H. Hargitai (red.), *Planetary Cartography and GIS. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*: 27–64.
- Herbertson A.J., 1905. The Major Natural Regions: An Essay in Systematic Geography. *Geographical Journal* 25(3): 300–310.
- Highland L.M., Bobrowsky P.T., 2008. The relationship between landslide size and contributing area. *Geomorphology* 93(1–2): 15–26.
- Hildebrandt-Radke I., 2011. Główne etapy zasiedlenia i rozbudowy grodziska w Bonikowie (Wielkopolska) w świetle badań litologicznych i geochemicznych. *Landform Analysis* 16: 77–80.
- Hildebrandt-Radke I., 2013. Pradziejowa i wczesnohistoryczna antropopresja i jej zapis w środowisku przyrodniczym na przykładzie regionu środkowej Obry (Wielkopolska), Bogucki Wydawnictwo Naukowe.
- Hillier J.K., 2011. Submarine Geomorphology: Quantitative Methods Illustrated with the Hawaiian Volcanoes. W: Smith M.J., Paron P., Griffiths J.S., *Geomorphological Mapping, Developments in Earth Surface Processes* 15: 359–375.
- Hillier J.K., Smith M.J., 2008. Residual relief separation: digital elevation model enhancement for geomorphological mapping. *Earth Surface Processes and Landforms* 33(14): 2266–2276.
- Hohensinner S., Egger G., Muhar S., Vaudor L., Piégay H., 2021. What remains today of pre-industrial Alpine rivers? Census of historical and current channel patterns in the Alps. *River Research and Applications* 37(2): 128–149. DOI: [10.1002/rra.3751](https://doi.org/10.1002/rra.3751).
- Houb A., Lorens P., 2014. Urbanistyka i plan miasta. W: P. Lorens, J. Martyniuk-Pęczek (red.), *Wprowadzenie do projektowania urbanistycznego*. Akapit-DTP, Gdańsk: 42–64.
- Hutchinson M.F., Gallant J.C., 1999. *Geographical Information Systems, Chapter 9: Representation of Terrain*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1(2): 105–124.
- Hutchinson M.F., Gallant J.C., 2000. Digital elevation models and representation of terrain shape. W: J. Wilson, J.C. Gallant, (red.), *Terrain Analysis: Principles and Applications*, John Wiley & Sons Inc.: 29–50.
- Ilieș D.C., Ilieș A., Herman G.V., Baiaș S., Morar C., 2011. Geotourist map of the Băile Felix – Băile 1 Mai – Băile Area (Bihor County, Romania). *GeoJournal of Tourism and Geosites* 4(2), 8: 219–226.
- Instrukcja [Instrukcja mapy geomorfologicznej i hydrograficznej – opracowanie zespołowe], 1954. Klasyfikacja genetyczno-chronologiczna form badanych i kartowanych w ramach zdjęcia geomorfologicznego Polski. *Biuletyn Geograficzny* 7: 18–26.
- Izmailov B., Michno A., 2009. Geomorfologiczne uwarunkowania zagospodarowania obszarów lessowych na przykładzie Płaskowyżu Proszowickiego w rejonie Koszyc. W: Z. Górka, A. Zborowski (red.), *Człowiek i rolnictwo, Instytut Geografii i Geoparku Przestrzennej*, Uniwersytet Jagielloński, Kraków: 121–133.
- Jancewicz K., Traczyk A., Migoń P., 2020. Landform modifications within an intramontane urban landscape due to industrial activity, Wałbrzych, SW Poland. *Journal of Maps* 17(4): 194–201. DOI: [10.1080/17445647.2020.1805805](https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1805805).
- Jania J., Szczepke T., 1987. Kartowanie geomorfologiczne otoczenia fiordu Hornsund na podstawie interpretacji zdjęć lotniczych. *Fotointerpretacja w geografii* 9(19): 108–128.
- Jania J., Zwoliński Zb., 2011. Ekstremalne zdarzenia meteorologiczne, hydrologiczne i geomorfologiczne w Polsce. *Landform Analysis* 15: 51–64.
- Janiec P., Nowosad J., Zwoliński Zb., 2025. Lakes as geoindicators of thermokarst landscape changes following wildfires. *Environmental Monitoring and Assessment* 197: 472. DOI: [10.1007/s10661-025-13879-w](https://doi.org/10.1007/s10661-025-13879-w).
- Jankowski P., Najwer A., Zwoliński Zb., Niesterowicz J., 2020. Geodiversity Assessment with Crowdsourced Data and Spatial Multicriteria Analysis. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 9(12): 716. DOI: [10.3390/ijgi9120716](https://doi.org/10.3390/ijgi9120716).
- Jankowski P., Śalap-Ayca S., Najwer A., Ligmann-Zielińska A., Zwoliński Zb., 2024. Effectiveness of Adjacent and Bivariate Maps in Communicating Global Sensitivity Analysis for Geodi-

- versity Assessment. ISPRS International Journal of Geo-Information 13, 199. DOI: [10.3390/ijgi13060199](https://doi.org/10.3390/ijgi13060199).
- Janowski Ł., Wróblewski R., 2024. Application and Evaluation of the AI-Powered Segment Anything Model (SAM) in Seafloor Mapping: A Case Study from Puck Lagoon, Poland. *Remote Sensing* 16(14): 2638. DOI: [10.3390/rs16142638](https://doi.org/10.3390/rs16142638).
- Janowski Ł., Wróblewski R., Dworniczak J., Kołakowski M., Rogowska K., Wójcik M., Gajewski J., 2021. Offshore benthic habitat mapping based on object-based image analysis and geomorphometric approach. A case study from the Słupsk Bank, Southern Baltic Sea. *Science of the Total Environment* 801: 149712. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2021.149712](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149712).
- Janowski Ł., Wróblewski R., Rucińska M., Kubowicz-Grajewska A., Tysiąc P., 2022. Automatic classification and mapping of the seabed using airborne LiDAR bathymetry. *Engineering Geology* 301: 106615. DOI: [10.1016/j.enggeo.2022.106615](https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2022.106615).
- Jasiewicz J., Hildebrandt-Radke I., 2009. Zastosowanie oprogramowania OPEN SOURCE GIS do oszacowania wpływu parametrów morfometrycznych terenu na rozwój osadnictwa pradziejowego, na przykładzie Równiny Kościańskiej. W: A.Kostrzewski, R.Paluszkiwicz (red.), *Geneza, litologia i stratygrafia osadów czwartorzędowych*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, *Seria Geografia* 88: 151–164.
- Jasiewicz J., Stepinski T. F., 2013. Geomorphons – a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms. *Geomorphology* 182: 147–156.
- Jasiewicz J., Zwoliński Zb., Mitsova H., Hengl T., 2015. *Geomorphometry for geosciences*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe. Poznań.
- Jennings J.N., Mabbutt J.A., 1977. *Physiographic outlines and regions*. W: D.N.Jeans (red.), *Australia: a Geography*, Sydney University Press: 38–52.
- Johnson K., Nissen E., Saripalli S., Arrowsmith J.R., McGarey P., Scharer K., Williams P., Blisniuk K., 2014. Rapid mapping of ultrafine fault zone topography with structure from motion. *Geosphere* 10(5): 1–18. DOI: [10.1130/GES01017.1](https://doi.org/10.1130/GES01017.1).
- Jonczak J., 2015. Geneza, ewolucja i właściwości gleb dolin rzek źródłowych w młodoglacjalnych obszarach zastoiskowych na przykładzie Leśnej (Równina Sławieńska), Wydawnictwa Naukowe Akademii Pomorskiej w Słupsku.
- Jonczak J., Cysewska J., 2010. Pozycja systematyczna i wybrane właściwości gleb nisz źródłiskowych w dolinie Jarosławianki (Równina Sławieńska). *Roczniki Gleboznawcze* 61(2): 45–56.
- Jones D.K.C., Brunnsden D., Goudie A.S., 1983. A preliminary geomorphological assessment of part of the Karakoram Highway. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology* 16: 331–355.
- Jons H.P., 1986. Das Relief des Mars' Versuch einer zusammenfassenden Übersicht. *Geologische Rundschau* 75: 461–493. DOI: [10.1007/BF01820623](https://doi.org/10.1007/BF01820623).
- Jurczyński J., 1953. Rzut oka na rozwój zagadnienia mapy morfologicznej Polski. *Przegląd Geograficzny* 25(3): 3–15.
- Jutson J.T., 1934. The physiography (geomorphology) of Western Australia. *Western Australia Geological Survey Bulletin* 95.
- Kabała C., Charzyński P., Chodorowski J., Drewnik M., Głina B., Greinert A., Hulisz P., Jankowski M., Jonczak J., Łabaz B., Łachacz A., Marzec M., Mendyk Ł., Musiał P., Musielok L., Smreczak B., Sowiński P., Świtoniak M., Uzarowicz L., Waroszewski J., 2019. Polish Soil Classification, 6th edition – principles, classification scheme and correlations. *Soil Science Annual* 70(2): 71–97. DOI: [10.2478/ssa-2019-0009](https://doi.org/10.2478/ssa-2019-0009).
- Kamińska K., Gieźma A., 2014. Inwentaryzacja geostanowisk w projektowanym Geoparku „Polodowcowa Kraina Drawy i Dębny”. *Przegląd Geologiczny* 62(1): 15–21.
- Kamiński J., Podgórska A., Roszak C., 2023. Audyt krajobrazowy województwa wielkopolskiego. *Sejmik Województwa Wielkopolskiego*. Online: https://bip.umww.pl/279---k_122---k_1---audyt-krajobrazowy-wojewodztwa-wielkopolskiego (dostęp 6 września 2023).
- Karczewski A., Dmowska A., Stach A., Gudowicz J., Zwoliński J., 2008. *Geomorfologia Pojezierza Mysliborskiego i Niziny Szczyńskiej*, 1:200 000. Instytut Paleogeografii i Geoekologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.
- Karczewski A., Mazurek M., Stach A., Zwoliński Zb., 2007. *Mapa geomorfologiczna Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej pod redakcją B.Krygowskiego*, 1:300 000, wersja numeryczna. Instytut Paleogeografii i Geoekologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.
- Karwel A., Kraszewski B., Kurczyński Z., Ziółkowski D., 2015. Integracja satelitarnych modeli wysokościowych. *Bulletin of the Military University of Technology* 64(2): 123–133.
- Kasprzak M., Traczyk A., 2013. Ukształtowanie powierzchni. W: R.Knapik, A.Raj (red.), *Przyroda Karkonoskiego Parku Narodowego*, Karkonoski Park Narodowy, Jelenia Góra: 47–90.
- Kaszowski L., Kotarba A., 1985. *Mapa współczesnych procesów morfogenetycznych TPN. Atlas Tatrzańskiego Parku Narodowego*, Zakopane–Kraków.
- Kayima P., Karasiewicz T., 2025. Harnessing Geo-Diversity: Geosites and Geotourism in Uganda's Albertine Region. *Geoheritage* 17: 3. DOI: [10.1007/s12371-024-01053-6](https://doi.org/10.1007/s12371-024-01053-6).
- Kennelly P., 2017. *Terrain Representation*. W: J.P.Wilson (red.), *The Geographic Information Science & Technology Body of Knowledge (4th Quarter 2017 Edition)*. DOI: [10.22224/gist-bok/2017.4.9](https://doi.org/10.22224/gist-bok/2017.4.9).
- Kicińska B., Olszewski K., Żmudzka E., 2001. Uwagi o wykorzystaniu klasyfikacji J. Paszyńskiego do kartowania topoklimatycznego (z doświadczeń Zakładu Klimatologii Uniwersytetu Warszawskiego). W: M.Kuchcik (red.), *Współczesne badania topoklimatyczne*, Dokumentacja Geograficzna 23: 143–151.
- Kicińska-Świdorska A., Słomka T., 2004. Projektowanie tras geoturystycznych. *Folia Turistica* 15: 179–184.
- Kienholz H., 1978. *Maps of geomorphology and natural hazards in Grindelwald, Switzerland: scale 1:10,000*. *Arctic and Alpine Research* 10(2): 169–184.
- Kienholz H., 1980. *Beurteilung und Kartierung von Naturgefahren*. W: D.Barsch, H.Liedtke (red.), *Methoden und Anwendbarkeit geomorphologischer Detailkarten*, Freie Universität Berlin: 83–90.
- Kijowski A., Żynda S., Mania W., 2012. Archiwalne materiały kartowania geomorfologicznego Polski w dobie kartografii cyfrowej. *Landform Analysis* 19: 41–48.
- Kim J.R., Muller J.-P., van Gasselt S., Morley J.G., Neukum G., 2005. Automated Crater Detection, A New Tool for Mars Cartography and Chronology. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 71(10): 1205–1217. DOI: [10.14358/PERS.71.10.1205](https://doi.org/10.14358/PERS.71.10.1205).
- Kistowski M., 2001. Wybrane problemy metodologiczne i terminologiczne opracowań ekofizjograficznych. *Problemy Ocen Środowiskowych* 3(14): 32–39.
- Kistowski M., Myga-Piątek U., Solon J. (red.), 2018. *Studia nad regionalizacją fizyczno-geograficzną Polski*. *Prace Geograficzne IGIPZ PAN* 266: 1–278.
- Kistowski M., Szydłowski J., 2018. Problemy regionalizacji fizycznogeograficznej terenów młodoglacjalnych i nadmorskich Pomorza w świetle dotychczasowej ewolucji poglądów i wykonanych podziałów. W: M.Kistowski, U.Myga-Piątek, J.Solon (red.), *Studia nad regionalizacją fizycznogeograficzną Polski*, *Prace Geograficzne IGIPZ PAN* 266: 43–66.
- Kittel P., 2012. Wpływ georóżnorodności zlewni Neru (Polska środkowa) na lokalizację osadnictwa pradziejowego. *Landform Analysis* 19:49–66.
- Kittel P., Sikora J., Wroniecki P., 2018. A Late Medieval motte-and-bailey settlement in a lowland river valley landscape of Central Poland. *Geoarchaeology* 33(5): 558–578. DOI: [10.1002/gea.21676](https://doi.org/10.1002/gea.21676).
- Klimaszewski M. (red.), 1963. *Problems of geomorphological mapping*. *Geographical Studies IG PAS* 46.
- Klimaszewski M. (red.), 1968. *Project of the unified key to the detailed geomorphological map of the world*, IGU Commission on Applied Geomorphology, Subcommittee on Geomorphological Mapping. *Folia Geographica* 2.
- Klimaszewski M., 1953. Zagadnienie zdjęcia geomorfologicznego Polski. *Przegląd Geograficzny* 25(3): 16–32.

- Klimaszewski M., 1960. Problematyka szczegółowej mapy geomorfologicznej oraz jej znaczenia naukowe i praktyczne. *Przegląd geograficzny* 32(4): 459–485.
- Klimaszewski M., 1978. *Geomorfologia*. PWN, Warszawa.
- Klimaszewski M., 1985. Mapa Geomorfologiczna Tatr Wysokie, Tatr Zachodnie, 1:30 000. W: K.Trafas (red.), *Atlas Tatrzańskiego Parku Narodowego, Zakopane–Kraków*.
- Klimaszewski M., 1990. Thirty years of geomorphological mapping. *Geographia Polonica* 58: 11–18.
- Kłapyta P., 2020. Geomorphology of the high-elevated flysch range – Mt. Babia Góra Massif (Western Carpathians). *Journal of Maps* 16(2): 689–701. DOI: [10.1080/17445647.2020.1800530](https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1800530).
- Kłapyta P., Zasadni J., Dubis L., Świąder A., 2021. Glaciation in the highest parts of the Ukrainian Carpathians (Chornohora and Sydvovets massifs) during the local last glacial maximum. *Catena* 203: 105346. DOI: [10.1016/j.catena.2021.105346](https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105346).
- Knight J., Mitchell W.A., Rose J., 2011. Geomorphological Field Mapping. W: M.J.Smith, P.Paron, J.S.Griffiths, *Geomorphological Mapping, Developments in Earth Surface Processes* 15: 151–187. DOI: [10.1016/B978-0-444-53446-0.00006-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53446-0.00006-9).
- Kociuba W., Janicki G., Rodzik J., 2014. 3D laser scanning as a new tool of assessment of erosion rates in forested loess gullies (case study: Kolonia Celejów, Lublin Upland). *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Sectio B* 69(1): 107–116. DOI: [10.2478/v10066-012-0041-4](https://doi.org/10.2478/v10066-012-0041-4).
- Kocyła J., Rumiński J., 2004. Wyspa Wolin: Mapa geologiczno-turystyczna w skali 1:50 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Kolendowicz L., Forycka-Ławniczak H., 2013. Thermal and humidity conditions over a salient land form as exemplified by a coastal sand dune at the Łeba Sandbar in the Słowiński National Park. *Quaestiones Geographicae* 32(3): 15–25. DOI: [10.2478/quageo-2013-0026](https://doi.org/10.2478/quageo-2013-0026).
- Kondracki J., 1946. Regiony geograficzne Polski. *Czasopismo Geograficzne* 17(3–4): 281–286.
- Kondracki J., 1978. *Geografia fizyczna Polski*. Wyd. 3 zm., Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Kondracki J., 1991. Typologia i regionalizacja środowiska przyrodniczego. W: L.Starkel (red.), *Geografia Polski, Środowisko przyrodnicze*. wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa: 561–603.
- Kondracki J., 1998. *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kostrowicki J., 1959. Polskie zdjęcie użytkowania ziemi. *Dokumentacja Geograficzna* 2: 1–129.
- Kostrzewski A., 2000. Monitoring środowiska przyrodniczego w geografii fizycznej. W: B.Kortus, A.Jackowski, K.Krzemień (red.), *Nauki geograficzne poszukiwaniu prawdy o ziemi i człowieku*. Instytut Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków: 187–196.
- Kostrzewski A., Krzemień K., Migoń P., Starkel L., Winowski M., Zwoliński Zb., 2021. Przedmowa. W: A.Kostrzewski, K.Krzemień, P.Migoń, L.Starkel, M.Winowski, Zb.Zwoliński (red.), *Współczesne przemiany rzeźby Polski*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 17–19. DOI: [10.12657/9788379863822-00](https://doi.org/10.12657/9788379863822-00).
- Kostrzewski A., Mazurek M., Szpikowski J., Tomczak G., Zwoliński Zb., 1997. Współczesne procesy morfogenetyczne w świetle analizy mapy morfodynamicznej byłego poligonu Borne Sulino. W: E.Bukowska-Janina, M.Pulina (red.), *Studia nad środowiskiem przyrodniczym geograficznym Bornego Sulino*. PWN, Warszawa: 89–100.
- Kostrzewski A., Mazurek M., Szpikowski J., Zwoliński Zb., 1998. Podział Drawskiego Parku Krajobrazowego na jednostki geomorfologiczne. W: K.Pękala (red.), *Główne kierunki badań geomorfologicznych w Polsce. Stan aktualny i perspektywy*. IV Zjazd Geomorfologów Polskich, UMCS, Lublin: 17–26.
- Kostrzewski A., Musielak S., Furmańczyk K., Dudzińska-Nowak J., Osadczuk K., Winowski M., Wolski T., Zwoliński Zb., 2021b. Współczesna ewolucja rzeźby wybrzeża Bałtyku Południowego. W: A.Kostrzewski, K.Krzemień, P.Migoń, L.Starkel, M.Winowski, Zb.Zwoliński (red.), *Współczesne przemiany rzeźby Pol-*
- ski*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 575–619. DOI: [10.12657/9788379863822-10](https://doi.org/10.12657/9788379863822-10).
- Kostrzewski A., Starkel L., Zwoliński Zb., 1997. Georóżnorodność rzeźby. *Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa*.
- Kostrzewski A., Starkel L., Zwoliński Zb., 1998. Georóżnorodność rzeźby. *Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa*.
- Kostrzewski A., Zwoliński Zb., 1986. Operation and morphologic effects of present-day morphogenetics processes modelling the cliffed coast of Wolin Island, N.W. Poland. W: V.Gardiner (red.), *International Geomorphology 1986 Pt 1*, John Wiley and Sons: 1231–1252.
- Kostrzewski A., Zwoliński Zb., 1988. Morphodynamics of the cliffed coast, Wolin Island. *Geographia Polonica* 55: 69–81.
- Kostrzewski A., Zwoliński Zb., 1992. Udział denudacji chemicznej i mechanicznej we współczesnym systemie geomorficznym górnej Parsęty (Pomorze Zachodnie). *Prace Geograficzne IGI PAN* 155: 11–45.
- Kostrzewski A., Zwoliński Zb., Andrzejewski L., Florek W., Mazurek M., Niewiarowski W., Podgórski Z., Rachlewicz G., Smolska E., Stach A., Szmańda J., Szpikowski J., Wysota W., 2021a. Współczesna ewolucja rzeźby młodoglacjalnej Niżu Polskiego. W: A.Kostrzewski, K.Krzemień, P.Migoń, L.Starkel, M.Winowski, Zb.Zwoliński (red.), *Współczesne przemiany rzeźby Polski*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 485–571. DOI: [10.12657/9788379863822-09](https://doi.org/10.12657/9788379863822-09).
- Kostrzewski A., Zwoliński Zb., Winowski M., Tylkowski J., Samolyk M., 2015. Cliff top recession rate and cliff hazards for the sea coast of Wolin Island (Southern Baltic). *Baltica*, 28 (2), 109–120. DOI: [10.5200/baltica.2015.28.10](https://doi.org/10.5200/baltica.2015.28.10).
- Kot R., 2005. Ocena georóżnorodności rzeźby terenu na przykładzie fordońskiego odcinka doliny Wisły i jej otoczenia w skali 1:25000. W: A.Kostrzewski, R.Kolander (red.), *Funkcjonowanie geosystemów Polski w warunkach zmian klimatu i różnokierunkowej antropopresji*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Poznań: 475–484.
- Kot R., 2012. Zastosowanie indeksu georóżnorodności dla określenia zróżnicowania rzeźby terenu na przykładzie zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej, Pojezierze Chełmińskie. *Problemy Ekologii Krajobrazu* 33: 87–96.
- Kot R., 2016. Metodyka klasyfikacji fizycznogeograficznej obszaru województwa kujawsko-pomorskiego. *Problemy Ekologii Krajobrazu* 41: 43–57.
- Kot R., 2018a. A comparison of results from geomorphological diversity evaluation methods in the Polish Lowland (Toruń Basin and Chełmno Lakeland). *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography* 118(1): 17–35. DOI: [10.1080/00167223.2017.1343673](https://doi.org/10.1080/00167223.2017.1343673).
- Kot R., 2018b. Trudności wyznaczania granic mezoregionów fizycznogeograficznych w dolinach na przykładzie fragmentu Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej. *Prace i Studia Geograficzne* 63(1): 45–57.
- Kot R., Leśniak K., 2017. Impact of different roughness coefficients applied to relief diversity evaluation: Chełmno Lakeland (Polish Lowland). *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography* 99(2): 102–114. DOI: [10.1080/04353676.2017.1286547](https://doi.org/10.1080/04353676.2017.1286547).
- Kot R., Szmidt K., 2010. Ocena georóżnorodności rzeźby terenu fragmentu Basenu Świeckiego w skalach 1:10 000 oraz 1:25 000. *Problemy Ekologii Krajobrazu* 27: 189–196.
- Kotarba A., 1970. Charakterystyka rzeźby okolic Szymbarku. W: L.Starkel (red.), *Badania fizycznogeograficzne otoczenia Stacji Naukowo-Badawczej Instytutu Geografii PAN w Szymbarku, Dokumentacja Geograficzna* 3: 7–24.
- Kotarba A., Kozłowska A. (red.), 1999. Badania geoeekologiczne w otoczeniu Kasprzewego Wierchu. *Prace Geograficzne IGI PAN* 174: 9–16.
- Kotarba A. 2002. Współczesne przemiany przyrody nieożywionej w Tatrzańskim Parku Narodowym. W: W.Borowiec, A.Kotarba, A.Kownacki, Z.Krzysztof, Z.Mirek (red.), *Przemiany środowiska przyrodniczego Tatr*. TPN, Kraków– Zakopane, 13–19.

- Kotowska M., Jancewicz K., 2024. Geomorphological mapping of sandstone mesas at the scale of 1:5000 – a study of Ostaš and Hejda, Broumovská vrchovina, Czechia. W: State of Geomorphological Research in 2024. Abstracts. DOI: [10.13140/RG.2.2.35517.27367](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35517.27367) (poster dostępny pod: <https://www.researchgate.net/publication/380186691>)
- Kowalczyk A.M., Czyża S., 2022. Optimising Photovoltaic Farm Location Using a Capabilities Matrix and GIS. *Energies* 15: 6693. DOI: [10.3390/en15186693](https://doi.org/10.3390/en15186693).
- Kowalkowski A., Ludwikowska M., 1993. Katena gleb na południowym stoku Góry Plebańskiej w zlewni rzeki Bobrzyczy. *Monitoring Środowiska Regionu Świętokrzyskiego* 1: 101–108.
- Kozłowska A., Rączkowska Z., 1996. The spatial relation of relief and vegetation. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica* 30: 117–128.
- Kozłowska A., Rączkowska Z., 1999. Badania geoekologiczne w otoczeniu Kasprowego Wierchu. Wprowadzenie. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN* 174: 9–16.
- Kozłowska A., Rączkowska Z., 2002. Vegetation as a tool in the characterisation of geomorphological forms and processes: an example from the Abisko Mountains. *Geografiska Annaler Ser. A* 84(3/4): 233–244.
- Kozłowska A., Rączkowska Z., Jakomulska A., 1999. Roślinność jako wskaźnik morfodynamiki stoku wysokogórskiego. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN* 174: 91–104.
- Kozłowska A., Rączkowska Z., Zagajewski B., 2007. Links between vegetation and morphodynamics of high-mountain slopes in the Tatra Mountains. *Geographia Polonica* 79(1): 27–39.
- Kreutzinger J., 1928. *Topografia. Pomiar i zdjęcie kraju, kartografia i wojskowe znaczenie terenu*. Warszawa.
- Krygowski B., 1961. *Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej*. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Poznań.
- Krzemiński J., 2009. Przeglądowa mapa geomorfologiczna Podlasia, w skali 1:300 000. *Teledetekcja środowiska* 42: 43–58.
- Kumar P., Singh A., Ramesh K., 2022. Urban planning and geomorphological mapping for sustainable cities: A case study. *Journal of Urban Ecology* 18(3): 225–238.
- Kunz M., Kot R., 2007. Doświadczenia Instytutu Geografii UMK w zakresie sporządzania numerycznych map sozologicznych. W: M.Kunz (red.), *systemy informacji geograficznej w praktyce (studium zastosowań)*. Wydawnictwo UMK, Toruń: 139–147.
- Kwiatkowski J., 1969. Próba klimatologicznej interpretacji przyczyn wiatrołomów na północnych stokach Karkonoszy w dniach 4 i 5 listopada 1966 r. *Opera Corcontica* 6: 25–33.
- Kwiatkowski J., 1975. Rola fenów karkonoskich w gospodarce leśnej Kotliny Jeleniogórskiej, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 162: 527–540.
- Kwoczyńska B., Bryś M., 2012. Ocena zastosowania integracji danych lidarowych i fotogrametrycznych do generowania NMT dla okolic zbiornika wodnego Chańcza. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 2(II): 171–186.
- Latocha A., 2009. The Geomorphological Map as a Tool for Assessing Human Impact on Landforms. *Journal of Maps* 103–107.
- Lencewicz S., 1922. *Kurs geografii Polski*. Główna Księgarnia Wojskowa, Warszawa.
- Lencewicz S., 1937. *Polska. Wielka Geografia Powszechna*, T. 1–6, Księgarnia Wydawnicza Trzaska, Evert i Michalski, Warszawa.
- Liu X., 2008. Airborne LiDAR for DEM generation: Some critical issues. *Progress in Physical Geography* 32(1): 31–49. DOI: [10.1177/0309133308089496](https://doi.org/10.1177/0309133308089496).
- Lupiano V., Rago V., Terranova O.G., Giulio Iovine G., 2021. Landslide inventory and main geomorphological features affecting slope stability in the Picentino river basin (Campania, southern Italy). *Journal of Maps* 15(2): 131–141. DOI: [10.1080/17445647.2018.1563836](https://doi.org/10.1080/17445647.2018.1563836).
- Łabuz T., 2013. Sposoby ochrony brzegów morskich i ich wpływ na środowisko przyrodnicze polskiego wybrzeża Bałtyku. W: *W. Łajczak A., Zarychta R., 2020. Reconstruction of the morphology and hydrography of the centre of Kraków before the mid-13th century. Geographia Polonica* 93(1): 25–50.
- Łajczak A., Zarychta R., Wałek G., 2020. Changes in the topography of Krakow city centre, Poland, during the last millennium. *Journal of Maps*, DOI: [10.1080/17445647.2020.1823253](https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1823253).
- Łanczont M., Komar M., Madeyska T., Mroczek P., Standzikowski K., Hołub B., Fedorowicz S., Sytnyk O., Bogucki A., Dmytruk R., Yatsyshyn A., Koropetskyi R., Tomeniuk O., 2021. Spatio-temporal variability of topoclimate and local palaeoenvironments in the Upper Dniester River Valley: Insights from the Middle and Upper Palaeolithic key-sites of the Halych region (western Ukraine). *Quaternary International* 632: 112–131. DOI: [10.1016/j.quaint.2021.10.013](https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.10.013).
- Łanczont M., Madeyska T., Hołub B., Komar M., Mroczek P., Standzikowski K., Valde-Nowak P., Kraszewska A., Cieśla M., Skłucki J., 2019. Late Glacial environment and human settlement of the Central Western Carpathians: a case study of the Nowa Biała 1 open-air site (Podhale Region, Southern Poland). *Quaternary International* 512: 113–132. DOI: [10.1016/j.quaint.2019.02.036](https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.02.036).
- Łanczont M., Madeyska T., Mroczek P., Komar M., Hołub B., Standzikowski K., Fedorowicz S., 2023. Reconstruction of the environmental conditions during the earliest Palaeolithic occupations in the Podillia Upland (W Ukraine) and the formation of archaeological layers. *Catena* 221: 106753. DOI: [10.1016/j.catena.2022.106753](https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106753).
- Łanczont M., Mroczek P., Komar M., Fedorowicz S., Woronko B., Nawrocki J., Frankowski Z., Standzikowski K., 2022. A remarkable last glacial loess sedimentation at Roxolany in the Dniester Liman (Southern Ukraine). *Quaternary Science Review* 285: 107521. DOI: [10.1016/j.quascirev.2022.107521](https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2022.107521).
- Łęczyński L., 2009. *Morfodynamika przybrzeża Półwyspu Helskiego*. Wydawnictwa UG, Gdańsk.
- Macias A., 2007. Ewolucja zakresu treści mapy sozologicznej w skali 1:50 000. W: V konferencja naukowo-techniczna Geodezja i kartografia w ochronie środowiska przyrodniczego, Poznań–Jeziory.
- Macias A., Bródka S. (red.), 2021. *Regiony fizycznogeograficzne województwa wielkopolskiego*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Mague S.T., 2012. Retracing the Past: Recovering 19th Century Benchmarks to Measure Shoreline Change Along the Outer Shore of Cape Cod, Massachusetts. *Cartography and Geographic Information Science* 39(1): 30–47. DOI: [10.1559/1523040639130](https://doi.org/10.1559/1523040639130).
- Majchrowska A., 2013. Doświadczenia innych krajów w identyfikacji typów krajobrazowych. W: *Identyfikacja i waloryzacja krajobrazów – wdrażanie Europejskiej Konwencji Krajobrazowej*, Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa: 6–17. Online: <http://www.gdos.gov.pl/files/artykuly/5458/1.pdf> (dostęp 31 stycznia 2021).
- Majchrowska A., 2018. Wybrane doświadczenia zagraniczne w zakresie regionalizacji fizycznogeograficznej. W: M.Kistowski, U.Myga-Piątek, J.Solon (red.), *Studia nad regionalizacją fizycznogeograficzną Polski*, *Prace Geograficzne IGiPZ PAN* 266: 33–42.
- Makowska A., Rączkowski W. (red.), 2023. *Metody teledetekcyjne dla archeologów. Poradnik część 1*. Narodowy Instytut Dziedzictwa, Warszawa.
- Mall U., Kloskowski D., Laserstein P., 2023. Artificial intelligence in remote sensing geomorphology — a critical study. *Frontiers in Astronomy and Space Sciences* 10: 1176325. DOI: [10.3389/fspas.2023.1176325](https://doi.org/10.3389/fspas.2023.1176325).
- Małecki J., Lovell H., Ewertowski W., Górski Ł., Kurczaba T., Latos B., Miara M., Piniarska D., Plocieniczak J., Sowada T., Spiralski M., Warczachowska A., Rabatel A., 2018. The glacial landsystem of a tropical glacier: Charquini Sur, Bolivian Andes. *Earth Surface Processes and Landforms* 43(12): 2584–2602. DOI: [10.1002/esp.4417](https://doi.org/10.1002/esp.4417).
- Małka A., 2021. Landslide susceptibility mapping of Gdynia using geographic information systembased statistical models. *Natural Hazards* 107: 639–674. DOI: [10.1007/s11069-021-04599-8](https://doi.org/10.1007/s11069-021-04599-8).
- Małka A., Zabuski L., Enzmann F., Krawiec A., 2023. Mass-Movement Causes and Landslide Susceptibility in River Valleys

- of Lowland Areas: A Case Study in the Central Radunia Valley, Northern Poland. *Geosciences* 13, 277. DOI: [10.3390/geosciences13090277](https://doi.org/10.3390/geosciences13090277).
- Mandarino A., Luino F., Faccini, F., 2021. Flood-induced ground effects and flood-water dynamics for hydro-geomorphic hazard assessment: The 21–22 October 2019 extreme flood along the lower Orba River (Alessandria, NW Italy). *Journal of Maps* 17(3): 136–151. DOI: [10.1080/17445647.2020.1866702](https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1866702)
- Mania W., 2005. Numeryczna mapa geomorfologiczna Wysoczyzny Torzymskiej. W: A.Kijowski, J.Kijowska, L.Kozacki, W.Mania (red.), Środowisko przyrodnicze Ziemi Lubuskiej. Wybrane zagadnienia. Sesja naukowa dedykowana prof. dr hab. Stefanowi Żyndzie z okazji 50-lecia pracy naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej, Oficyna, Poznań: 99–104.
- Manosso F., Zwoliński Zb., Najwer A., Basso B.T., Santos D.S., Pagliarini M.V., 2021. Spatial pattern of geodiversity assessment in the Marrecas River drainage basin, Paraná, Brazil. *Ecological Indicators* 126, 107703. DOI: [10.1016/j.ecolind.2021.107703](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107703).
- Marciak M., Głogowski P., Szypuła B., Pirowski T., Gomiero G. 2020. Gaugamela in the Plains of Nineveh? The Southern Location of the Battle of Gaugamela Reconsidered. *Anabasis. Studia Classica et Orientalia* 11: 60–110.
- Marciak M., Szypuła B., Sobiech M., Pirowski T. 2021. The battle of Gaugamela and the question of visibility on the battlefield. *Iraq* 83: 87–103. DOI: [10.1017/irq.2021.11](https://doi.org/10.1017/irq.2021.11).
- Marciniak P., Zimnal Z., Perski Z., Wojciechowski T., Rączkowski W., Laskowicz I., Nescieruk P., Grabowski D., Kułak M., Wójcik A., 2019. Osuwiska w Polsce: od rejestracji do prognozy, czyli 13 lat projektu SOPO. *Przegląd Geologiczny* 67(5): 291–297.
- Marcinkiewicz A., 1960. Atlas form i typów rzeźby terenu Polski. Skala 1:25 000. Zarząd Topograficzny Sztabu Generalnego, Warszawa.
- Marcinkowska A., Ochtyra A., Olędzki J.R., Wołk-Musiał E., Zagajewski B., 2013. Mapa geomorfologiczna województw pomorskiego i warmińsko-mazurskiego z wykorzystaniem metod geoinformatycznych. *Teledetekcja środowiska* 49: 43–79.
- Marcy D., Brooks W., Draganov K., Hadley B., Haynes Ch., Herold N., McCombs J., Pendleton M., Ryan S., Schmid K., Sutherland M., Waters K., 2011. New mapping tool and techniques for visualizing sea level rise and coastal flooding impacts. W: L.A.Wallendorf, Ch.Jones, L.Ewing, B.Battalio (red.), *Proceedings of the 2011 Solutions to coastal disasters conference*, Anchorage, Alaska, June 26 to June 29, 2011: 474–490.
- Markowska A., Dąbrowska-Zielińska K., Wróblewski K., Wyczalek-Jagiello M., Ziolkowski D., Goliński P., 2025. Application maps in precision agriculture – grassland production management in Poland. *Quaestiones Geographicae* 44(1): 117–129. DOI: [10.14746/quageo-2025-0008](https://doi.org/10.14746/quageo-2025-0008).
- Marks L., Ber A. (red.) 1999. *Metodyka opracowania Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1: 50 000*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa: 1–90.
- Marsz A., 1966. Próba regionalizacji fizycznogeograficznej Wyspy Wolin. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią* 17(A): 58–108.
- Marsz A., 1974. A new method of physiographic regionalization. *Quaestiones Geographicae* 1: 97–107.
- Martinez-Graña A.M., Goy J.L.G.Y., Cardeña C.Z., 2011. Natural heritage mapping of the las batuecas-sierra de Francia and Quilamas Nature Parks (SW Salamanca, Spain). *Journal of Maps* 7(1): 600–613.
- Maruszczak H., 1972. Wyżyny lubelsko-wołyńskie. W: M.Klimaszewski (red.), *Geomorfologia Polski*, 1, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa: 340–383.
- Matthews J., McMahon S., 2018. Exogeoconservation: Protecting Geological Heritage on Celestial Bodies. *Acta Astronautica* 149: 55–60. DOI: [10.1016/j.actaastro.2018.05.034](https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.05.034).
- Matuszkiewicz W., Faliński J.B., Kostrowicki A.S., Matuszkiewicz J.M., Olaczek R., Wojterski T., 1995. Potencjalna roślinność naturalna Polski, Mapa przeglądowa 1:300 000, Arkusze 1–12. IGI PAN, Warszawa.
- Mazurek M., 2010. Hydrogeomorfologia obszarów źródłiskowych (dorzecze Parsęty, Polska NW). Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, *Seria Geografia* 92: 1–308.
- Mazurek M., 2015. Geomorphometric attributes of channel heads initiated by seepage erosion in a postglacial zone (NW Poland). W: J.Jasiewicz, Zb.Zwoliński, H.Mitasova, T.Hengl (red.), *Geomorphometry for Geosciences*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 251–254.
- Mazurek M., Paluszkiwicz R., Piotrowska I., 2010. Walory turystyczne sieci dolinnej w dorzeczu Parsęty (NW Polska). W: U.Myga-Piątek (red.), *Krajobraz a turystyka. Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG* 14: 229–242.
- Mądrzycki P., Burek M., Marcinkowska M., Rusewicz M., Ostrowski P., 2019. Potrzeby rozpoznania warunków forsowania koryt rzecznych Niżu Polskiego przez pojazdy wojskowe w świetle normatywów NATO. *Journal of KONBiN* 49(4): 139–156. DOI: [10.2478/jok-2019-0080](https://doi.org/10.2478/jok-2019-0080).
- Messedí A.G., Fraj T.B., Ouezdou H.B., Clivaz M., Comisso C., Lambiel Ch., Reynard E., 2021. De la carte géomorphologique à la carte géotouristique: Proposition et application d'une méthode de représentation cartographique par SIG. *Géomorphologie: relief, processus, environnement* 15394.
- Micallef A., 2011. Marine Geomorphology: Geomorphological Mapping and the Study of Submarine Landslides. *Developments in Earth Surface Processes* 15: 377–395. DOI: [10.1016/B978-0-444-53446-0.00013-6](https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53446-0.00013-6).
- Micallef A., Krastel S., Savini A. (red.), 2018. *Submarine Geomorphology*. Springer.
- Michalski T., Makohonienko M., Kara M., Jasiewicz J., 2016. Poznań na tle wczesnośredniowiecznego osadnictwa grodowego obszaru wielkopolski w kontekście uwarunkowań środowiskowych – studium geoinformacyjne. W: M.Kara, M.Makohonienko, A.Michałowski (red.), *Przemiany osadnictwa i środowiska przyrodniczego Poznania i okolic od schyłku starożytności do lokacji miasta*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 213–245.
- Michniewicz A., Jancewicz K., Migoń P., 2020. Large-scale geomorphological mapping of tors – Proposal of a key and landform interpretation. *Geomorphology* 357: 107106. DOI: [10.1016/j.geomorph.2020.107106](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107106)
- Migoń P., 2012. *Geoturystyka*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Migoń P., Jancewicz K., Kasprzak M., 2020. Inherited periglacial geomorphology of a basalt hill in the Sudetes, Central Europe: Insights from LiDAR-aided landform mapping. *Permafrost and Periglacial Processes* 31: 587–597. DOI: [10.1002/ppp.2062](https://doi.org/10.1002/ppp.2062)
- Migoń P., Jancewicz K., Różycka M., Duszyński F., Kasprzak M., 2017. Large-scale slope remodelling by landslides – geomorphic diversity and geological controls, Kamienne Mts, Central Europe. *Geomorphology* 289: 134–151. DOI: [10.1016/j.geomorph.2016.09.037](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.09.037)
- Migoń P., Kasprzak M., 2016. Pathways of geomorphic evolution of sandstone escarpments in the Góry Stołowe tableland (SW Poland) – insights from LiDAR-based high-resolution DEM. *Geomorphology* 260: 51–63. DOI: [10.1016/j.geomorph.2015.08.022](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.08.022)
- Migoń P., Kasprzak M., Traczyk A., 2013. How high-resolution DEM based on airborne LiDAR to reinterpret landforms – examples from Sudetes, SW Poland. *Landform Analysis* 22: 89–101. DOI: [10.12657/landfana.022.007](https://doi.org/10.12657/landfana.022.007).
- Minár J., Evans I.S., 2023. Physical geomorphometry. *Conference Geomorphometry 2023*, Iasy, Romania.
- Minár J., Evans I.S., Krcho J., 2013. Geomorphometry: Quantitative Land-Surface Analysis. W: Shroder J.F., *Treatise on Geomorphology*, Academic Press: 22–34. DOI: [10.1016/B978-0-12-374739-6.00370-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374739-6.00370-5).
- Molewski P., Juśkiewicz W., 2014. Próba rekonstrukcji pierwotnej rzeźby obszaru Zespołu Staromiejskiego w Toruniu i jego bliskich przedmieściach na podstawie geoinformacji geologicznej i historycznej. *Landform Analysis* 25: 115–124.
- MON [Ministerstwo Obrony Narodowej], 2011. *Tablice poglądowe do nauki topografii wojskowej*. Warszawa.

- Myga-Piątek U., 2012. Krajobrazy kulturowe. Aspekty ewolucyjne i typologiczne. Uniwersytet Śląski, Katowice.
- Najwer A., Borysiak J., Gudowicz J., Mazurek M., Zwoliński Zb., 2016a. Geodiversity and biodiversity of the postglacial landscape (Dębica River catchment, Poland). *Quaestiones Geographicae* 35(1): 5–28. DOI: [10.1515/quageo-2016-0001](https://doi.org/10.1515/quageo-2016-0001).
- Najwer A., Borysiak J., Gudowicz J., Mazurek M., Zwoliński Zb., 2016b. Waloryzacja georóżnorodności i bioróżnorodności na potrzeby ocen oddziaływania na środowisko. W: M. Nowak (red.), GIS i dane przestrzenne w ocenach oddziaływania na środowisko, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań: 155–165.
- Najwer A., Reynard E., Zwoliński Zb., 2023. Geodiversity assessment for geomorphosites management: Derborence and Illgraben, Swiss Alps. *Geological Society, London, Special Publications* 530: 89–106. DOI: [10.1144/SP530-2022-122](https://doi.org/10.1144/SP530-2022-122).
- Najwer A., Zwoliński Zb., 2014. Semantyka i metodyka oceny georóżnorodności — Przegląd i propozycja badawcza. *Landform Analysis* 26: 115–127. DOI: [10.12657/landfana.026.011](https://doi.org/10.12657/landfana.026.011).
- Najwer A., Zwoliński Zb., 2015. Geomorphometry-based method of landform assessment for geodiversity. *Geophysical Research Abstracts* 17 EGU2015-980.
- Nałkowski W., 1913. Materiały do geografii ziem dawnej Polski. Warszawa.
- Napiórkowska M., 2011. Cyfrowa mapa geomorfologiczna Mazowsza. *Teledetekcja środowiska* 45: 23–39.
- NCOSA [North Carolina Office of State Archaeology], 2023. Archaeological Investigation Standards and Guidelines for background research, field methodologies, technical reports, and curation.
- Nering K., 2009. SRTM – technologia obrazowania powierzchni Ziemi. *Czasopismo Techniczne. Środowisko* 106(1-Ś): 97–106.
- Ni S.X., 1985. A preliminary review of research on the physiographic regionalisation of China. *Area* 17(1): 19–24.
- Nicholls R.J., Wong P.P., Burkett V.R., Codignotto J.O., Hay J.E., McLean R.F., Ragoonaden S., Woodroffe C.D., 2007. Coastal systems and low-lying areas. W: Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J., Hanson C.E. (red.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge: 315–356.
- Niedźwiecki J., Kolečka N., 2012. Ukształtowanie powierzchni terenu a wartości metryk krajobrazowych w górach wysokich na przykładzie Tatr. *Prace Geograficzne* 128: 81–98. DOI: [10.4467/20833113PG.12.007.0356](https://doi.org/10.4467/20833113PG.12.007.0356).
- Niewiarowski W., Kot R., 2011. Delimitation and characteristics of natural landscapes of the Chełmno-Dobrzyń Lakeland, Urszulewo Plain and the neighbouring Vistula and Drwęca valleys. *Geographia Polonica* 84(1): 33–59.
- Nita J., 2009. Zmiany krajobrazowe na obszarze Wyżyny Śląskiej (w granicach GZW) pod wpływem eksploatacji surowców. *Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych* 40: 149–156.
- O'Banion M.S., Olsen M.J., Hollenbeck J.P., Wright W.C., 2020. Data Gap Classification for Terrestrial Laser Scanning-Derived Digital Elevation Models. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 9(12): 749.
- Obidziński A. (red.), 2018. Inwentaryzacja i waloryzacja przyrodnicza. Metody naziemne i geomatyczne. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Oguchi T., Hayakawa Y., Waskiewicz T., 2011. Data Sources. W: M.J. Smith, P. Paron, J. Griffiths (red.), *Geomorphological Mapping: methods and applications*, Elsevier, London: 189–224.
- Orgel C., Hauber E., van Gasselt S., Reiss D., Johnsson A., Ramsdale J.D., Smith I.B., Swirad Z.M., Séjourné A., Wilson J.T., Balme M., Conway S.J., Costard F., Eke V., Gallagher C., Kereszturi A., Losiak A., Massey R., Platz T., Skinner J.A., Teodoro L.F.A., 2019. Grid Mapping the Northern Plains of Mars: A New Overview of Recent Water- and Ice-Related Landforms in Acidalia Planitia. *Journal of Geophysical Research: Planets* 124: 454–482. DOI: [10.1029/2018JE005664](https://doi.org/10.1029/2018JE005664).
- Ostaficzuk S., 2019. Atlas i klucz interpretacyjny numerycznych obrazów rzeźby terenu Polski dla potrzeb geologii stosowanej i badań podstawowych. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków.
- Ostrowski P., 2022. Teledetekcyjne możliwości rozpoznania miejsc dogodnych do forsowania koryt dużych rzek nizinnych przez ciężkie pojazdy. *Journal of KONBiN* 52(3): 107–121. DOI: [10.2478/jok-2022-0026](https://doi.org/10.2478/jok-2022-0026).
- Otto J.C., Smith M.J., 2013. Geomorphological mapping. W: L.E. Clarke, J.M. Nield (red.) *Geomorphological Techniques* (Online Edition). British Society for Geomorphology, London: 1–10.
- Ovchinnikova A., Jaumann R., Walter S.H.G., Gross Ch., Zschneid W., Postberg F., 2025. A modeling approach for water and sediment transport in Jezero crater on Mars based on new geomorphological evidence. *Icarus* 426: 116349. DOI: [10.1016/j.icarus.2024.116349](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2024.116349).
- Pain C., Gregory L., Wilson P., McKenzie N., 2011. The physiographic regions of Australia – Explanatory notes 2011. Australian Collaborative Land Evaluation Program and National Committee on Soil and Terrain.
- Pardo-Igúzquiza E., Dowd P., 2025. Closed depressions on the surface of the Moon. *Planetary and Space Science* 257: 106049. DOI: [10.1016/j.pss.2025.106049](https://doi.org/10.1016/j.pss.2025.106049).
- Paron P., Claessens L., 2011. Makers and users of geomorphological maps. W: M.J. Smith, P. Paron, J. Griffiths (red.), *Geomorphological Mapping: methods and applications*, Elsevier, London: 75–106.
- Paszyński J., 1980. Metody sporządzania map topoklimatycznych, *Dokumentacja Geograficzna* 3: 13–28.
- Paul K., Jha V.Ch., 2021. Paradigm Shifts in Geographical Research and Geospatial Applications. *Sociedade & Natureza* 33: e59651. DOI: [10.14393/SN-v33-2021-59651](https://doi.org/10.14393/SN-v33-2021-59651).
- Pawlik Ł., 2009. Znaczenie saltacji wykrotowej w kształtowaniu rzeźby stoku. *Czasopismo Geograficzne* 80(3): 130–146.
- Pawlik Ł., 2010. Mapa zagrożeń geomorfologicznych wywołanych wezbraniem rzeki górskiej (na przykładzie dolnej części doliny Ścinawki, Sudety Środkowe). *Przegląd Geograficzny* 82(3): 367–387.
- Pawlik Ł., 2012. Forest damage in the Sudety Mts. caused by the Kyrill storm (18–19.01.2007) – historic and regional implications. *Przegląd Geograficzny* 84(1): 53–75. DOI: [10.7163/PrzG.2012.1.3](https://doi.org/10.7163/PrzG.2012.1.3).
- Pawłowski S., 1917. *Geografia Polski*. Książnica Polska, Lwów.
- Pawłowski S., 1931. O kształtach powierzchni i o podziale Wielkopolski na krainy. *Badania Geograficzne nad Polską Północno-Zachodnią* 6–7: 137–172.
- Pereira D.I., Pereira P., Brilha J., Santos L., 2013. Geodiversity assessment of Paraná State (Brazil): an innovative approach. *Environmental Management* 52: 541–552. DOI: [10.1007/s00267-013-0100-2](https://doi.org/10.1007/s00267-013-0100-2).
- Perotti L., Carraro G., Giardino M., De Luca D.A., Lasagna M., Luca D., 2019. Geodiversity evaluation and water resources in the sesia val grande UNESCO geopark (Italy). *Water* 11(10), 2102. DOI: [10.3390/w11102102](https://doi.org/10.3390/w11102102).
- Petley D.N., 1998. Geomorphological Mapping for Hazard Assessment in a Neotectonic Terrain. *The Geographical Journal* 164(2): 183–201. DOI: [10.2307/3060369](https://doi.org/10.2307/3060369).
- Piasecka J., Świąchowicz L., Najwer A., Zwoliński Zb., 2025. Impact of the Water Reservoir and River Engineering Structures on Longitudinal and Transverse (Dis)connectivity Associated With Sediment Transfer. *Land Degradation and Development* 5519. DOI: [10.1002/ldr.5519](https://doi.org/10.1002/ldr.5519).
- Piechota A.M., Piotrowski J.A., 2010. Drenaż subglacjalny lądolodu skandynawskiego (Polska NW) w świetle modelowania numerycznego. *Landform Analysis* 13: 91–106.
- Pierik H.J., Cohen K.M., 2020. The use of geological, geomorphological and soil mapping products in palaeolandscapes reconstructions for the Netherlands. *Netherlands Journal of Geosciences* 99: e9. DOI: [10.1017/njg.2020.8](https://doi.org/10.1017/njg.2020.8).
- PIG [Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy], 2025. Atlasy i mapy geologiczno-turystyczne. Online:

- www.pgi.gov.pl/oferta-inst/wydawnictwa/atlas-y-i-mapy/geologiczno-turystyczne.html (dostęp 30 marca 2025).
- Pike R.J., 2000. Geomorphometry – diversity in quantitative surface analysis. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment* 24(1): 1–20. DOI: [10.1177/030913330002400101](https://doi.org/10.1177/030913330002400101).
- Piotrowska I., 1990. Wpływ działalności górniczej na komponenty środowiska przyrodniczego ze szczególnym uwzględnieniem zmian w ukształtowaniu powierzchni. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Geografia Fizyczna, seria A* 41: 105–113.
- Piotrowska I., 2010. Krajobraz doliny Warty w Poznaniu. W: I. Piotrowska, M. Cichoń (red.), *Człowiek w krajobrazie miasta Poznania*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 19–33.
- Piotrowska I., 2012. Geopark Poznański Przełom Warty. *Przegląd Wielkopolski* 3: 14–22.
- Piotrowski J.A., Hermanowski P., Piechota A.M., 2009. Meltwater discharge through the subglacial bed and its land-forming consequences from numerical experiments in the Polish lowland during the last glaciation. *Earth Surface Processes and Landforms* 34: 481–492.
- Placek A., 2011. Rzeźba strukturalna Sudetów w świetle pomiarów wytrzymałości skał i analiz numerycznego modelu wysokości. *Rozprawy Naukowe IGiRR UW* 16. Wrocław.
- Powell J.W., 1895. *Physiographic Regions of the United States*. National Geographic Society Monograph 1: 65–100.
- Półrolniczak M., Zwolska A., Kolendowicz L., 2020. An estimation of the accuracy of the topoclimate range based on the land surface temperature with reference to a case study of the Drawa National Park, Poland. *Theoretical and Applied Climatology* 142: 369–379. DOI: [10.1007/s00704-020-03316-y](https://doi.org/10.1007/s00704-020-03316-y).
- Quesada-Román A., Peralta-Reyes, M., 2023. Geomorphological mapping global trends and applications. *Geographies* 3: 610–621. DOI: [10.3390/geographies3030032](https://doi.org/10.3390/geographies3030032).
- Quesada-Román A., Umaña-Ortiz J., Zumbado-Solano M., Islam A., Abioui M., Zangmo Tefogoum G., Kariminejad N., Mutaqin B.W., Pupim F., 2023. Geomorphological regional mapping for environmental planning in developing countries. *Environmental Development* 48, 100935. DOI: [10.1016/j.envdev.2023.100935](https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100935).
- Ramsdale J.D., Balme M.R., Conway S.J., Gallagher C., van Gasselt S.A., Hauber E., Orgel C., Séjourné A., Skinner J.A., Costard F., Johnsson A., Losiak A., Reiss D., Swirad Z.M., Kereszturi A., Smith I.B., Platz T., 2017. Grid-based mapping: A method for rapidly determining the spatial distributions of small features over very large areas. *Planetary and Space Science* 140: 49–61. DOI: [10.1016/j.pss.2017.04.002](https://doi.org/10.1016/j.pss.2017.04.002).
- Ramsdale J.D., Balme M., Gallagher C., Conway S.J., Smith I.B., Hauber E., Orgel C., Séjourné A., Costard F., Eke V., van Gasselt S., Johnsson A., Kereszturi A., Losiak A., Massey R., Platz T., Reiss D., Skinner J.A., Swirad Z.M., Teodoro L.F., Wilson J.T., 2019. Grid Mapping the Northern Plains of Mars: Geomorphological, Radar, and Water-Equivalent Hydrogen Results From Arcadia Plantia. *Journal of Geophysical Research: Planets* 124: 504–527. DOI: [10.1029/2018JE005663](https://doi.org/10.1029/2018JE005663).
- Raso E., Mandarino A., Pepe G., Calcaterra D., Cevasco A., Confurto P., Di Napoli M., Firpo M., 2020. Geomorphology of Cinque Terre National Park (Italy). *Journal of Maps* 17(3): 171–184. DOI: [10.1080/17445647.2020.1837270](https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1837270).
- Raszeja E., Szczepańska M., Gałęcka-Drozd A., de Mezer E., Wilkaniec A., 2022. Ochrona i kształtowanie krajobrazu kulturowego w zintegrowanym planowaniu rozwoju. *Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań*.
- Rączkowska Z., 2021. Współczesna ewolucja rzeźby Tatr. W: A. Kostrzewski, K. Krzemień, P. Migoń, L. Starkel, M. Winowski, Zb. Zwoliński (red.), *Współczesne przemiany rzeźby Polski*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 61–94. DOI: [10.12657/9788379863822-03](https://doi.org/10.12657/9788379863822-03).
- Rączkowska Z., Zwoliński Zb., 2015. Digital Geomorphological Map of Poland. *Geographia Polonica* 88(2): 205–210. DOI: [10.7163/GPol.0025](https://doi.org/10.7163/GPol.0025).
- Rączkowski W., 1989. Działalność człowieka w strefie doliny Słupi w pradziejach i wczesnym średniowieczu. *Zeszyty Naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej, Geologia* 15(1–2): 114–128.
- RBGPWZ [Regionalne Biuro Gospodarki Przestrzennej Województwa Zachodniopomorskiego], 2024. Audyt krajobrazowy województwa zachodniopomorskiego. Online: <http://audyt-krajobrazowy-projekt.rbgp.pl/mapa-krajobrazy.html> (dostęp 14 listopada 2024).
- Regolini-Bissig G., 2010. Mapping geoheritage for interpretive purpose: definition and interdisciplinary approach. W: G. Regolini-Bissig, E. Reynard (red.), *Mapping Geoheritage*, Institut de Géographie – UNIL, Lausanne, *Géovisions* 35: 1–13.
- Rehman A., 1895. *Ziemia dawnej Polski i sąsiednich krajów słowiańskich opisane pod względem fizyczno-geograficznym*. Cz. I, Karpaty, Lwów.
- Rehman A., 1904. *Ziemia dawnej Polski i sąsiednich krajów słowiańskich opisane pod względem fizyczno-geograficznym*. Cz. II, Niżowa Polska, Lwów.
- Reichenbach P., Galli M., Cardinali M., Guzzetti F., Ardizzone F., 2004. Geomorphological mapping to assess landslide risk: Concepts, methods and applications in the Umbria region of central Italy. W: *Landslide Hazard and Risk*, Glade T., Anderson M., Crozier M.J. (red.). Wiley, Chichester, s. 429–468.
- Ren D., Zhang J., Lei S., Zhang L., Yu H., 2014. DEM extraction based on SFM using remote sensing images. 2014 World Automation Congress, Waikoloa: 779–783. DOI: [10.1109/WAC.2014.6936148](https://doi.org/10.1109/WAC.2014.6936148).
- Reynard E., Pica A., Coratza P., 2017. Urban geomorphological heritage. An overview. *Quaestiones Geographicae* 36(3): 7–20. DOI: [10.1515/quageo-2017-0022](https://doi.org/10.1515/quageo-2017-0022).
- Richling A., 1992. *Kompleksowa geografia fizyczna*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Richling A., 2009. Znaczenie rzeźby powierzchni terenu w podziałach krajobrazowych. *Prace i Studia Geograficzne* 41: 163–172.
- Richling A., 2018. Rozwój XIX i XX-wiecznych poglądów na temat regionalizacji fizycznogeograficznej Polski. W: M. Kistowski, U. Myga-Piątek, J. Solon (red.), *Studia nad regionalizacją fizycznogeograficzną Polski*, *Prace Geograficzne IGiPZ PAN* 266: 13–31.
- Richling A., Dąbrowski A., 1995. *Typy krajobrazów naturalnych 1:1 500 000*. W: *Atlas Rzeczypospolitej Polskiej*, PPWK im. E. Romera, Warszawa.
- Richling A., Malinowska E., Lechnio J., 2005. *Typologia i regionalizacja krajobrazów terenów w strefie oddziaływania Płockiego Zespołu Miejsko-Przemysłowego*. W: A. Richling, J. Lechnio (red.), *Z problematyki funkcjonowania krajobrazów nizinnych*, Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Warszawa: 29–54.
- Richling A., Ostaszewska K. (red.), 2005. *Geografia fizyczna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Richling A., Solon J., 2012. *Ekologia Krajobrazu*. Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa.
- Rodzík J., Ciupa T., Janicki G., Kociuba W., Tyc A., Zgłobicki W., 2021. Współczesne przemiany rzeźby Wyżyn Polskich. W: A. Kostrzewski, K. Krzemień, P. Migoń, L. Starkel, M. Winowski, Zb. Zwoliński (red.), *Współczesne przemiany rzeźby Polski*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 335–414. DOI: [10.12657/9788379863822-07](https://doi.org/10.12657/9788379863822-07).
- Rodzík J., Niezabitowska-Wiśniewska B., Nitychoruk J., Budziszewski J., Jakubczak M., 2017. Geological and geomorphologic conditions and traces of prehistoric and historic human settlements in the vicinity of Ulów (Roztocze region, Southeastern Poland). *Studia Quaternaria* 34(2): 83–97. DOI: [10.1515/squa-2017-0007](https://doi.org/10.1515/squa-2017-0007).
- Roman W., Wesołowski D., Kunkel J., 1988. Mapa form geomorfologicznych ze szczególnym uwzględnieniem form antropogenicznych, woj. katowickie 1:25 000, Arkusze: 521.43.19, 521.44, 531.21.27, 531.22.28, 531.23.37, 531.24.38.
- Romer E., 1906. *Ziemia. Geografia fizyczna ziem polskich*. W: *Polska. Obrazy i opisy*, t. I, Wydawnictwo Macierzy Polskiej, Lwów, 83.

- Różycka M., 2015. Wskaźniki morfometryczne w geomorfologii tektonicznej. *Landform Analysis* 30: 3–20. DOI: [10.12657/land-fana.030.001](https://doi.org/10.12657/land-fana.030.001).
- RRM, 2019. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 stycznia 2019 r. w sprawie sporządzania audytów krajobrazowych (Dz.U. z 2019 poz. 394).
- Ruiz-Flaño P., García-Ruiz J.M., Ortigosa L., 1992. Geomorphological evolution of abandoned fields. A case study in the Central Pyrenees. *Catena* 19(3–4): 301–308. DOI: [10.1016/0341-8162\(92\)90004-U](https://doi.org/10.1016/0341-8162(92)90004-U).
- Rychel J., Kucharska M., Pochocka-Szwarc K., 2012. Mapy geologiczno-turystyczne jako jedna z podstawowych form popularyzacji geoturystyki. *Przegląd Geologiczny* 60(11): 589–592.
- Sacchini A., Ponaro M.I., Paliaga G., Piana P., Faccini F., Coratza P., 2018. Geological landscape and stone heritage of the Genoa Walls Urban Park and surrounding area (Italy). *Journals of Maps* 14(2): 528–541. DOI: [10.1080/17445647.2018.1508378](https://doi.org/10.1080/17445647.2018.1508378).
- Santos-González J., Marcos-Reguero A., 2018. Applying the geological heritage in land management: Cartography and management proposals of geosites in Burgos Province (Spain). *Geoh Heritage* 11: 485–500. DOI: [10.1007/s12371-018-0301-4](https://doi.org/10.1007/s12371-018-0301-4).
- Sawicki L., 1922. Polskie słownictwo geograficzne I. Terminologia regionalna ziem polskich uchwalona i polecona przez zjazd geograficzny zorganizowany staraniem Tow. Naucz. Szk. Wyż. w Krakowie 1922. Księgarnia Geograficzna Orbis, Kraków.
- Schaetzl R.J., Anderson S., 2005. *Soils, Genesis and Geomorphology*. Cambridge University Press.
- Schaetzl R.J., Thompson M.L., 2015. *Soils, Genesis and Geomorphology*. Cambridge University Press.
- Seijmonsbergen A.C., de Graaff L.W.S., 2006. Geomorphological mapping and geophysical profiling for the evaluation of natural hazards in an alpine catchment. *Natural Hazards and Earth System Science* 6(2): 185–193.
- Séjourne A., Costard F., Swirad Z.M., Losiak A., Bouley S., Smith I.B., Balme M., Orgel C., Ramsdale J.D., Hauber E., Conway S.J., van Gasselt S., Reiss D., Johnsson A., Gallagher C., Skinner J.A., Kereszturi A., Platz T., 2019. Grid Mapping the Northern Plains of Mars: Using Morphotype and Distribution of Ice-Related Landforms to Understand Multiple Ice-Rich Deposits in Utopia Planitia. *Journal of Geophysical Research: Planets* 124: 483–503. DOI: [10.1029/2018JE005665](https://doi.org/10.1029/2018JE005665).
- Sendobry K., Sinkiewicz M., 1983. Próba wykorzystania zdjęć lotniczych do sporządzenia mapy geomorfologicznej okolic lodowca Dahl. *Fotointerpretacja w geografii* 4(16): 34–42.
- Serrano Cañadas E., Ruiz Flaño P., 2007. Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial. El caso de Tiermes Caracena (Soria). *Boletín de la A.G.E.N.* 45: 79–98.
- Shen S.M., Chen Y.H., Lo C.M., Yu M.T., Lin S.C., Wang, S., Chang C.H., Lin S.C., 2023. A user-centered mapping design for geomorphological hazard thematic map. *Journal of Maps* 19(1): 2251510. DOI: [10.1080/17445647.2023.2251510](https://doi.org/10.1080/17445647.2023.2251510).
- Shumilova O., Sukhodolov A., Osadcha N., Oreshchenko A., Constantinescu G., Afanasyev S., Koken M., Osadchyi V., Rhoads B., Tockner K., Monaghan M.T., Schröder B., Nabyvanets J., Wolter C., Lietytska O., van de Koppel J., Magas1 N., Jähnig S.C., Lakisova V., Trokhymenko G., Venohr M., Komorin V., Stepanenko S., Khilchevskyi V., Domisch S., Blettler M., Gleick P., De Meester L., Grossart H.-P., 2025. Environmental effects of the Kakhovka Dam destruction by warfare in Ukraine. *Science* 387(6739): 1181–1186. DOI: [10.1126/science.adn86](https://doi.org/10.1126/science.adn86).
- Smith M.J., Clark Ch.D., 2005. Methods for the visualization of digital elevation models for landform mapping. *Earth Surface Processes and Landforms* 30: 885–900. DOI: [10.1002/esp.1210](https://doi.org/10.1002/esp.1210).
- Smith M.J., Pain C., 2009. Applications of Remote Sensing in Geomorphology. *Progress in Physical Geography* 33(4): 568–582.
- Smith M.J., Paron P., Griffiths J.S., 2011. *Geomorphological Mapping: Methods and Applications*. Volume 15, Elsevier Science, Amsterdam, 610.
- Sobiech M., Wysota W., 2014. Geneza rzeźby glacialnej i dynamika ostatniego lądolodu w rejonie Górzna i Lidzbarka (północno-środkowa Polska) na podstawie analiz geoprzestrzennych. *Landform Analysis* 25: 135–142.
- Solon J., Borzyszkowski J., Bidlasik M., Richling A., Badora K., Balon J., Brzezińska-Wójcik T., Chabudziński Ł., Dobrowolski R., Grzegorzczak I., Jodłowski M., Kistowski M., Kot R., KrażP., Lechnio J., Macias A., Majchrowska A., Malinowska E., Mi-goń P., Myga-Piątek U., Nita J., Papińska E., Rodzik J., Strzyż M., Terpilowski S., Ziaja W., 2018. Physico-geographical mesoregions of Poland: verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographia Polonica* 91(2): 143–170. DOI: [10.7163/GPol.0115](https://doi.org/10.7163/GPol.0115).
- Solon J., Plit J., Chmielewski T.J., Myga-Piatek U., Kistowski M., 2014a. Opracowanie szczegółowej instrukcji postępowania, prowadzącej wykonawcę audytu od rozpoczęcia prac do pełnego zakończenia. Wersja 2. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego, Polska Akademia Nauk, Warszawa.
- Solon J., Plit J., Kistowski M., Milewski P., 2014b. Propozycja podstawowej klasyfikacji krajobrazów w oparciu o dotychczasowe opracowania w zakresie regionalizacji fizycznogeograficznej oraz typologii krajobrazów, z uwzględnieniem zróżnicowania geologicznego, morfometrycznego, genezy rzeźby i roślinności potencjalnej oraz zróżnicowania historyczno-kulturowego. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego, Polska Akademia Nauk, Warszawa.
- Sołowiej D., 1980. Wstępna charakterystyka refulatów położonych na półwyspie Prztyór. *Sprawozdania PTPN* 96: 27–30.
- Starkel L., 1954. Znaczenie mapy geomorfologicznej dla rolnictwa. *Przegląd Geograficzny* 33(34): 198–212.
- Starkel L., 2014. Kartowanie geomorfologiczne i badania procesów rzeźbotwórczych w służbie gospodarki (z badań Zakładu Geomorfologii i Hydrologii IGiPZ PAN w Krakowie). *Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* nr 65: 279–289.
- Stokes M.A., Evans K., Dynes J., 2020. The role of geomorphology in assessing flood risk in changing climates. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 20(2): 673–689.
- Symonides E., 2014. *Ochrona przyrody*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Szafranec J., 2008. Powodzie lodowcowe na Pomorzu – zapis w morfometrii powierzchni sandrowych. *Landform Analysis* 8: 73–77.
- Szafranec J., 2010. Zastosowanie wskaźnika urzeźbienia powierzchni sandrowych jako informacji o charakterze drenażu lądolodu Wisły na Pomorzu. *Landform Analysis* 13: 117–128.
- Szafranec J., 2012. Digital relief intensity map of Pomerania – a concept. *Landform Analysis* 21: 35–41.
- Sze L.T., Cheaw W.G., Ahmad Z.A., Ling C.A., Chet K.V., Lateh H., Bayuaji L., 2015. High resolution DEM generation using small drone for interferometry SAR. 2015 International Conference on Space Science and Communication (IconSpace): 366–369. DOI: [10.1109/IconSpace.2015.7283801](https://doi.org/10.1109/IconSpace.2015.7283801).
- Szponar A., 2003. *Fizjografia urbanistyczna*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Szulczewska B., Cieszeńska A., Giedych R., Fornal-Pieniak B., Sikorski P., Wierzba M., Dudek Klimiuk J., Maksymiuk G., Wądkowski P., Fic M., Kręgiel J., Siatecka E., Pirowski A., Gałązka A., 2008. Studium ekofizjograficzne dla obszaru położonego w rejonie Zakola Wawerskiego wraz z układem hydrograficznym rowu i kanału Zerzeńskiego w celu ustalenia predyspozycji terenów do pełnienia różnych funkcji i sposobów zagospodarowania. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa.
- Szypuła B., 2011. Analiza rzeźby antropogenicznej Wyżyny Śląskiej w świetle danych kartograficznych. Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych 43: 89–98. DOI: [10.6084/m9.figshare.9944228](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.9944228).
- Szypuła B., 2014. Quantitative changes of anthropogenic relief over the last 100 years in the Silesian Upland (south Poland). *Zeitschrift für Geomorphologie* 58(2): 175–183. DOI: [10.1127/0372-8854/2013/0111](https://doi.org/10.1127/0372-8854/2013/0111).

- Szypuła B., 2016. Geomorphometric comparison of DEMs built by different interpolation methods. *Landform Analysis* 32: 45–58. DOI: [10.12657/landfana.032.004](https://doi.org/10.12657/landfana.032.004).
- 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](https://doi.org/10.1515/geo-2017-0039).
- Szypuła B., 2020. Digital adaptation of Geomorphological Map of GOP: old map – new possibilities. *Journal of Maps* 16(2): 614–624. DOI: [10.1080/17445647.2020.1800528](https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1800528).
- Szypuła B., Wieczorek M., 2011. Geomorfometryczna analiza rzeźby Wyżyny Śląskiej metodą wskaźnika TPI. W: W.Żyszkowska, W.Spallek (red.), *Główne problemy współczesnej kartografii. Zastosowanie statystyki w GIS i kartografii*, Wrocław: 73–82.
- Szypuła B., Wieczorek M., 2020. Geomorphometric relief classification with the k-median method, Silesian Upland, southern Poland. *Frontiers of Earth Science* 14(1): 152–170. DOI: [10.1007/s11707-019-0765-9](https://doi.org/10.1007/s11707-019-0765-9).
- Świąchowski J., Margielewski W., Starkel L., Łajczak A., Pietrzak M., Krzemień K., Gorczyca E., Bucala-Hrabia A., 2021. Współczesna ewolucja rzeźby Karpat Zewnętrznych i Podhala. W: A.Kostrzewski, K.Krzemień, P.Migoń, L.Starkel, M.Winowski, Zb.Zwoliński (red.), *Współczesne przemiany rzeźby Polski*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 97–222. DOI: [10.12657/9788379863822-04](https://doi.org/10.12657/9788379863822-04).
- Tao R., Xu J., 2023. Mapping with ChatGPT. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 12: 284. DOI: [10.3390/ijgi12070284](https://doi.org/10.3390/ijgi12070284).
- Teixeira J., Chaminé H.I., Carvalho J.M., Pérez-Alberti A., Rocha F., 2013. Hydrogeomorphological mapping as a tool in groundwater exploration. *Journal of Maps* 9(2): 263–273. DOI: [10.1080/17445647.2013.776506](https://doi.org/10.1080/17445647.2013.776506).
- Terhorst B., Damm B., Peticzka R., Kötttrisch E., 2009. Reconstruction of Quaternary landscape formation as a tool to understand present geomorphological processes in the eastern Prealps (Austria). *Quaternary International* 209(1–2): 66–78. DOI: [10.1016/j.quaint.2009.06.004](https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.06.004).
- Thompson R., Conway D., 2021. Geomorphological insights for conservation strategies in sensitive ecosystems. *Environmental Conservation* 48(4): 312–324.
- Tirsch D., Bishop J.L., Voigt J.R.C., Tornabene L.L., Erkeling G., Jaumann R., 2018. Geology of central Libya Montes, Mars: Aqueous alteration history from mineralogical and morphological mapping. *Icarus* 314: 12–34. DOI: [10.1016/j.icarus.2018.05.006](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2018.05.006).
- Traczyk A., 2009. Złodowacenie Śnieżnych Kotłów w Karkonoszach Zachodnich w świetle analizy morfometrycznej oraz GIS. *Opera Corcontica* 46: 41–56.
- Traczyk A., Kasprzak M., 2012. Morfologia masywu Zielonej Kopy w Górach Izerskich w świetle danych LIDAR i analizy geomorfometrycznej. *Przyroda Sudetów* 15: 169–188.
- Tricart J., 1965. *Principes et methodes de la geomorphologie*. Masson: Paris.
- Turkowska K., 1999. Kryteria oceny roli morfogenezy peryglacialnej w Polsce środkowej. *Acta Geographica Lodziensis* 76: 101–132.
- Urdea P., 2000. The geomorphological risk in Transfăgărașan Highway area. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica* 34: 113–122.
- Uruszczak M., Myga-Piątek U., Pijanowski J., Przegon W., Nita J., Szczepańska M., Kwoczyńska B., Dudzińska A., Koziara Z., 2015. Planowanie krajobrazu a rozwój regionalny. *Architektura krajobrazu w polityce rozwoju regionalnego w Polsce*. Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego, Kraków.
- Ustawa Krajobrazowa, 2015. Ustawa z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu. *Dz.U. z 2015 r. poz. 774*, 1688.
- Van der Meij W.M., Meijles E.W., Marcos D., Harkema T.T.L., Candel J.H.J., Maas G.J., 2022. Comparing geomorphological maps made manually and by deep learning. *Earth Surface Processes and Landforms* 47(4): 1089–1107. DOI: [10.1002/esp.5305](https://doi.org/10.1002/esp.5305).
- Van Westen C.J., Rengers N., Soeters R., 2003. Use of geomorphological information in indirect landslide susceptibility assessment. *Natural Hazards* 30(3): 399–419. DOI: [10.1023/B:N-HAZ.0000007097.42735.9e](https://doi.org/10.1023/B:N-HAZ.0000007097.42735.9e).
- Van Westen C.J., Seijmonsbergen H., Mantovani F., 1999. Comparing landslide hazard maps. *Natural Hazards* 20: 137–158. DOI: [10.1023/A:1008036810401](https://doi.org/10.1023/A:1008036810401).
- Van Westen C.J., Soeters R., Sijmons K., 2000. Digital geomorphological landslide hazard mapping of the Alago area. *Italy International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 2(1): 51–60.
- Vasconcelos V.V., Koontanakulvong S., Suthidhumajit C., Junior P.P.M., Hadad R.M., 2017. Analysis of spatial-temporal patterns of water table change as a tool for conjunctive water management in the Upper Central Plain of the Chao Phraya River Basin, Thailand. *Applied Water Science* 7(1): 245–262. DOI: [10.1007/s13201-014-0240-4](https://doi.org/10.1007/s13201-014-0240-4).
- Verstappen H.T., 2011. Old and New Trends in Geomorphological and Landform Mapping. W: M.J.Smith, P.Paron, J.Griffiths (red.), *Geomorphological Mapping: methods and applications*, Elsevier, London: 13–38.
- Waga J.M., Fajer M., Szypuła B., 2022d. The scars of war: A programme for the identification of the environmental effects of World War II bombings for the purposes of spatial management in the Koźle Basin. *Environmental & Socio-economic Studies* 10(1): 57–67. DOI: [10.2478/environ-2022-0005](https://doi.org/10.2478/environ-2022-0005).
- Waga J.M., Fajer M., Szypuła B., 2023. Current and potential landscape functions of areas with the remnants of World War II bombing in the Koźle Basin, southern Poland. *Environmental & Socio-economic Studies* 11(2): 29–41. DOI: [10.2478/environ-2023-0009](https://doi.org/10.2478/environ-2023-0009).
- Waga J.M., Szypuła B., Fajer M., 2022c. The archaeology of unexploded WWII bomb sites in the Koźle Basin, southern Poland. *International Journal of Historical Archaeology* 27: 688–713. DOI: [10.1007/s10761-022-00672-5](https://doi.org/10.1007/s10761-022-00672-5).
- Waga J.M., Szypuła B., Sendobry K., Fajer M. 2022a. Anthropogenic landforms derived from LiDAR data in the woodlands near Kotłarnia (Koźle Basin, Poland). *Sensors* 22: 8328. DOI: [10.3390/s22218328](https://doi.org/10.3390/s22218328).
- Waga J.M., Szypuła B., Sendobry K., Fajer M., 2022b. Ślady działalności człowieka na terenach leśnych Parku Krajobrazowego „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich” odczytane z obrazów LiDAR oraz ich znaczenie w ochronie dziedzictwa kulturowego i przyrodniczego. *Czasopismo Geograficzne* 93(1): 107–138. DOI: [10.12657/czageo-93-05](https://doi.org/10.12657/czageo-93-05).
- Waldykowski P., 2014. Znaczenie rzeźby terenu w dokumentach planistycznych na tle różnych typów rzeźby Polski. *Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* 66: 421–431.
- Warowna J., Migoń P., Kołodyńska-Gawrysiak R., Kiebała G., Zglobicki W., 2013. Geomorphosites of Poland: the role played by the Central Register of Geosites. *Landform Analysis* 22: 117–124. DOI: [10.12657/landfana.022.010](https://doi.org/10.12657/landfana.022.010).
- Warowna J., Zglobicki W., Gajek G., Telecka M., Kołodyńska-Gawrysiak R., Zieliński P., 2014. Geomorphosite assessment in the proposed geopark vistula river gap (E Poland). *Quaestiones Geographicae* 33(3): 173–180. DOI: [10.2478/quageo-2014-0040](https://doi.org/10.2478/quageo-2014-0040).
- Warowna J., Zglobicki W., Kołodyńska-Gawrysiak R., Gajek G., Gawrysiak L., Telecka M., 2016. Geotourist values of loess geoheritage within the planned Geopark Małopolska Vistula River Gap, E Poland. *Quaternary International* 399: 46–57. DOI: [10.1016/j.quaint.2015.06.064](https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.06.064).
- Weckwerth P., Wysota W., Piotrowski J.A., Adamczyk A., Krawiec A., Dąbrowski M., 2019. Late Weichselian glacier outburst floods in North-Eastern Poland: Landform evidence and palaeohydraulic significance. *Earth-Science Reviews* 194: 216–233. DOI: [10.1016/j.earscirev.2019.05.006](https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.05.006).
- Werther L., Mehler N., Schenk G.J., Zielhofer C., 2021. On the Way to the Fluvial Anthroposphere – Current Limitations and Perspectives of Multidisciplinary Research. *Water* 13(16): 2188. DOI: [10.3390/w13162188](https://doi.org/10.3390/w13162188).
- Wężyk P. (red.), 2015. *Podręcznik dla uczestników szkoleń z wykorzystania produktów LiDAR*. Główny Urząd Geodezji i Kartografii, Warszawa.

- Wierzbicki G., Ostrowski P., Bartold P., Bujakowski F., Falkowski T., Osiński P., 2021. Urban geomorphology of the Vistula River valley in Warsaw. *Journal of Maps*. DOI: [10.1080/17445647.2020.1866698](https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1866698).
- Witkowski K., 2021a. Reconstruction of Nineteenth-Century Channel Patterns of Polish Carpathians Rivers from the Galicia and Bucovina Map (1861–1864). *Remote Sensing* 13(24): 5147. DOI: [10.3390/rs13245147](https://doi.org/10.3390/rs13245147).
- Witkowski K., 2021b. Man's impact on the transformation of channel patterns (the Skawa River, southern Poland). *River Research and Applications* 37(2): 150–162. DOI: [10.1002/rra.3702](https://doi.org/10.1002/rra.3702).
- Witkowski K., 2023. Spuścizny dziewięciowiekowej antropopresji w zlewni Skawy. *Wadoviana. Przegląd Historyczno-Kulturalny* 26: 169–184.
- Wojciechowski T., Laskowicz I., Kos J., Marciniak P., Uścińcowski G., Karkowska K., Przyłucka M., Wódka M., 2022. Zagrożenia geologiczne w Polsce w 2021 roku. *Przegląd Geologiczny* 70(9): 617–626.
- Wojterski T., Kasprowicz M., 1985. Le relief de la pente et la végétation à travers les étages dans le Massif de Babia Góra (Hautes Beskides) dans les Carpathes occidentales. W: J.M.Géhu (red.), *Végétation et géomorphologie*, Bailleul 1985, *Colloques Phytosociologiques* 13: 257–266.
- Wolk-Musiał E., 1994. Metodyka opracowania mapy geomorfologicznej w skali 1:50000 w systemie numerycznym. *Ogólnopolskie Seminarium Systemy informacji terenowej GIS/LIS oraz analityczne i cyfrowe opracowania w fotogrametrii i teledetekcji*, Kraków: 3-1-3-5.
- Wolk-Musiał E., Gatkowska M., 2011. Mapa geomorfologiczna Narwiańskiego Parku Narodowego wraz z otuliną w skali 1:25000. *Teledetekcja Środowiska* 45: 40–50.
- Wolk-Musiał E., Gatkowska M., 2011. Mapa geomorfologiczna Narwiańskiego Parku Narodowego wraz z otuliną w skali 1:25 000. *Teledetekcja środowiska* 45: 40–50.
- Wu B., Li F., Hu H., Zhao Y., Wang Y., Xiao P., Li Y., Liu W. Ch., Chen L., Ge X., Yang M., Xu Y., Ye Q., Wu X., Zhang H., 2020. Topographic and Geomorphological Mapping and Analysis of the Chang'E-4 Landing Site on the Far Side of the Moon. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 86(4): 247–258. DOI: [10.14358/PERS.86.4.247](https://doi.org/10.14358/PERS.86.4.247).
- Wysota W., 2007. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 – baza danych geologicznych i jej wykorzystanie. *Geoinformacja w Zarządzaniu* 4: 9–14.
- Zasadni J., Kałuża P., Kłapyta P., Świąder A., 2021. Evolution of the Białka valley Pleistocene moraine complex in the High Tatra Mountains. *Catena* 207: 105704. DOI: [10.1016/j.catena.2021.105704](https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105704).
- Zasadni J., Kłapyta P., 2014. The Tatra Mountains during the Last Glacial Maximum. *Journal of Maps* 10: 440–456. DOI: [10.1080/17445647.2014.885854](https://doi.org/10.1080/17445647.2014.885854).
- Zăvoianu I., 1985. Morphometry of drainage basins. Elsevier, Developments in water science, 20.
- Zglobicki W., 1998. Rola mapy morfodynamicznej w planowaniu przestrzennym na obszarach wiejskich zagrożonych erozją (na przykładzie gminy Wąwolnica). W: K.Pękala (red.), *IV Zjazd Geomorfologów Polskich, Główne kierunki badań geomorfologicznych w Polsce. Stan aktualny i perspektywy*, I: 443–446.
- Zglobicki W., 2008. Geochemiczny zapis działalności człowieka w osadach stokowych i rzecznych. Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- Zglobicki W., Baran-Zglobicka B., 2012. Impact of loess relief on land use mosaic in SE Poland. *Catena* 96: 76–82. DOI: [10.1016/j.catena.2012.04.014](https://doi.org/10.1016/j.catena.2012.04.014).
- Zglobicki W., Baran-Zglobicka B., 2013. Geomorphological Heritage as a Tourist Attraction. A Case Study in Lubelskie Province, SE Poland. *Geoheritage* 5: 137–149. DOI: [10.1007/s12371-013-0076-6](https://doi.org/10.1007/s12371-013-0076-6).
- Zglobicki W., Baran-Zglobicka B., Gawrysiak L., Telecka M., 2015a. The impact of permanent gullies on present-day land use and agriculture in loess areas (E. Poland). *Catena* 126: 28–36. DOI: [10.1016/j.catena.2014.10.022](https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.10.022).
- Zglobicki W., Gawrysiak L., Kołodyńska-Gawrysiak R., 2015b. Gully erosion as a natural hazard: the educational role of geotourism. *Natural Hazards* 79(Supplement 1): 159–181. DOI: [10.1007/s11069-014-1505-9](https://doi.org/10.1007/s11069-014-1505-9).
- Zglobicki W., Kołodyńska-Gawrysiak R., Gawrysiak L., Pawłowski A., 2012. Walory geoturystyczne rzeźby lessowej zachodniej części Wyżyny Lubelskiej. *Przegląd Geologiczny* 60 (1): 26–31.
- Zglobicki W., Poesen J., Cohen M., Del Monte M., García-Ruiz J.M., Ionita I., Niacsu L., Machová Z., Martín-Duque J.F., Nadal-Romero E., Pica A., Rey R., Solé-Benet A., Stankoviansky M., Stolz Ch., Torri D., Soms J., Vergari F., 2019. The potential of permanent gullies in Europe as geomorphosites. *Geoheritage* 11(2): 217–239. DOI: [10.1007/s12371-017-0252-1](https://doi.org/10.1007/s12371-017-0252-1).
- Zhang C., Chen J., Pan Y., Wu S., Chen J., Hu X., Pang Y., Liu X., Wang K., 2024. Geomorphology, Mineralogy, and Chronology of Mare Basalts in the Oceanus Procellarum Region. *Remote Sensing* 16(4):634. DOI: [10.3390/rs16040634](https://doi.org/10.3390/rs16040634).
- Zwoliński Zb., 1998. Geoindykatory w badaniach współczesnej dynamiki geosystemów. W: K.Pękala (red.), *Główne kierunki badań geomorfologicznych w Polsce. Stan aktualny i perspektywy*. I. Referaty i komunikaty. Lublin: 223–227.
- Zwoliński Zb., 2004a. Geodiversity. W: A.S.Goudie (red.), *Encyclopedia of Geomorphology*, Routledge: London, 1: 417–418.
- Zwoliński Zb., 2004b. Koncepcja mapy geoturystycznej. W: Kartografia tematyczna w kształtowaniu środowiska geograficznego, L.Kozacki, B.Medyńska-Gulij, (red.), *Materiały Ogólnopolskich Konferencji Kartograficznych*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 293–301.
- Zwoliński Zb., 2004c. Geoindicators. W: A.Goudie (red.), *Encyclopedia of Geomorphology*, Routledge: 418–419.
- Zwoliński Zb., 2009. The routine of landform geodiversity map design for the Polish Carpathian Mts. W: *Geocology of the Euroasiatic Alps*, E.Rojan, A.Łajczak (red.), *Landform Analysis* 11: 79–87.
- Zwoliński Zb., 2010. Aspekty turystyczne georóżnorodności rzeźby Karpat. *Prace Komisji Krajoznawstwa Kulturowego PTG*, 14: 316–327.
- Zwoliński Zb., 2012. W poszukiwaniu problemów badawczych współczesnej geomorfologii. *Landform Analysis* 20: 117–133.
- Zwoliński Zb., Gudowicz J., 2015. Geomorphometric analysis of morphoclimatic zones on the Earth. W: J.Jasiewicz, Zb.Zwoliński, H.Mitasova, T.Hengl (red.), *Geomorphometry for Geosciences*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 19–22.
- Zwoliński Zb., Guth P.L., 2017. Geomorphometry for geomodeling of natural hazards. *Zeitschrift für Geomorphologie* 61(2): 1–7.
- Zwoliński Zb., Hildebrandt-Radke I., Mazurek M., Makohonienko M., 2017. Existing and proposed urban geosites values resulting from geodiversity of Poznań City. *Quaestiones Geographicae* 36(3): 125–149. DOI: [10.1515/quageo-2017-0031](https://doi.org/10.1515/quageo-2017-0031).
- Zwoliński Zb., Hildebrandt-Radke I., Mazurek M., Makohonienko M., 2018a. Anthropogeomorphological metamorphosis of an urban area in the postglacial landscape: A case study of Poznań city. W: M.J. Thornbush, C.D. Allen (red.), *Urban geomorphology. Landforms and processes in cities*, Elsevier: 55–77. DOI: [10.1016/B978-0-12-811951-8.00004-7](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811951-8.00004-7).
- Zwoliński Zb., Jasiewicz J., Mazurek M., Hildebrandt-Radke I., Makohonienko M., 2021. Geohazards and Geomorphological Setting in Poznań Urban Area, Poland. *Journal of Maps*, 17:4, 202–214. DOI: [10.1080/17445647.2021.1950581](https://doi.org/10.1080/17445647.2021.1950581).
- Zwoliński Zb., Mercier D., 2025. Management strategies for the earth's surface processes in (sub)polar areas. W: A.A.Beylich, D.V.Tarrio, D.Li, M.Oliva, M.M.Marteles (red.), *Climate and Anthropogenic Impacts on Earth Surface Processes in the Anthropocene*. Elsevier: 241–247. DOI: [10.1016/B978-0-443-13215-5.00009-7](https://doi.org/10.1016/B978-0-443-13215-5.00009-7).
- Zwoliński Zb., Najwer A., Giardino M., 2018b. Methods for Assessing Geodiversity. In: *Geoheritage: Assessment, Protection, and Management*, E. Reynard, J.Brilha (red.), Elsevier, Amsterdam: 27–52.

- Zwoliński Zb., Stachowiak J., 2012. Geodiversity map of the Tatra National Park for geotourism. *Quaestiones Geographicae* 31(1). DOI: [10.2478/v10117-012-0012-x](https://doi.org/10.2478/v10117-012-0012-x).
- Zwoliński Zb., Sznigir E., 2015. Spatial distribution of hypsometric curves within the Parsęta River drainage basin (Poland) as a geoindicator of geomorphological hazards. W: J.Jasiewicz, Zb.Zwoliński, H.Mitasova, T.Hengl (red.), *Geomorphometry for Geosciences*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 267–271.
- Żarska B., 2011. *Ochrona krajobrazu*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Żelazo J., Popek Z., 2002. *Podstawy renaturyzacji rzek*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Żemła-Siesicka A., Szypuła B., Myga-Piątek U., Piechota A.M., w recenzji. How to assess landscape changes caused by land subsidence due to deep coal mining? Methodology test in the mining area of Jastrzębie Coal Company (Southern Poland). *Environmental Impact Assessment Review*.