

Załącznik 2 do wniosku
z dnia 30 października 2017 roku
o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego;
wnioskodawca: dr **Rafał Kot**

AUTOREFERAT

1. Imię i nazwisko: **Rafał Kot**

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,

1992-1997, studia magisterskie, kierunek geografia, **magister geografii**, 1997 r., Praca magisterska pt. *Waloryzacja krajobrazu Rezerwatu „Dolina Osy” na tle mapy uroczysk i typów terenu*, promotor prof. dr hab. Leon Andrzejewski,

2005 stopień naukowy **doktor Nauk o Ziemi** w zakresie **geografii**, 2005 r., Tytuł rozprawy: *Georóżnorodność - problem jej oceny i zastosowania w ochronie i kształtowaniu środowiska na przykładzie fordońskiego odcinka doliny dolnej Wisły*, promotor prof. dr hab. Leon Andrzejewski

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/artystycznych

1996-1997 zatrudnienie na stanowisku asystenta stażysty w Zakładzie Geografii Fizycznej i Paleogeografii Czwartorzędu, Instytut Geografii, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Mikołaja Kopernika

01.11.1997 zatrudnienie na stanowisku asystenta w Zakładzie Geografii Fizycznej i Paleogeografii Czwartorzędu, Instytut Geografii, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Mikołaja Kopernika

01.10.2004 zatrudnienie na stanowisku asystenta w Zakładzie Geomorfologii i Paleogeografii Czwartorzędu, Instytut Geografii, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Mikołaja Kopernika

19.07.2007 zatrudnienie na stanowisku adiunkta w Zakładzie Geomorfologii i Paleogeografii Czwartorzędu, Instytut Geografii, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Mikołaja Kopernika

20.09.2013 zatrudnienie na stanowisku adiunkta w Katedrze Geomorfologii i Paleogeografii Czwartorzędu, Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

2001 (kontrakt dwa semestry) Wyższa Pomorska Szkoła Turystyki i Hotelarstwa w Bydgoszczy (obecnie Wyższa Szkoła Gospodarki)

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.):

a) tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego:

METODYKA OCENY ZRÓŻNICOWANIA RZEŻBY TERENU NA WYBRANYCH PRZYKŁADACH MŁODOGLACJALNYCH OBSZARÓW POLSKI PÓŁNOCNEJ

b) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy) – w układzie chronologicznym:

[1]. Kot R. 2012a. *Zastosowanie indeksu georóżnorodności dla określenia zróżnicowania rzeźby terenu na przykładzie zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej, Pojezierze Chełmińskie*, Problemy Ekologii Krajobrazu. 33, Lublin, 87–96.

(Wykaz MNiSW: lista B, 4 pkt.)

[2]. Kot R., 2012b. *Zastosowanie kartograficznej metody określenia zróżnicowania rzeźby terenu w ocenie potencjału turystyczno-rekreacyjnego na przykładzie fragmentu zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej, Pojezierze Chełmińskie*, Problemy Ekologii Krajobrazu, 34, Warszawa-Biała Podlaska, 95–102.

(Wykaz MNiSW: lista B, 4 pkt.)

[3]. Kot R., 2014. *Zastosowanie modelowania GIS w ocenie georóżnorodności*, Problemy Ekologii Krajobrazu, 38, Warszawa, 95–105.

(Wykaz MNiSW: lista B, 5 pkt.)

[4]. Kot R., 2015b. *The point bonitation method for evaluating geodiversity: a guide with examples (Polish Lowland)*. Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, 97(2), 375–393. doi:10.1111/geoa.12079.

(Wykaz MNiSW: lista A, 25 pkt., IF: 1.609)

[5]. 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. <http://dx.doi.org/10.1080/04353676.2017.1286547>.

(Wykaz MNiSW: lista A, 25 pkt., IF: 1.302)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zainicjowaniu koncepcji artykułu, wykonaniu wszystkich map i rycin, oraz współtworzeniu obliczeń oraz tekstu manuskryptu. Mój udział procentowy szacuję na 80%.

[6]. Kot R., 2017. *A comparison of results from geomorphological diversity evaluation methods in the Polish Lowland (Toruń Basin and Chełmno Lakeland)*. Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography, ••/•, ••–••. <http://dx.doi.org/10.1080/00167223.2017.1343673>.

(Wykaz MNiSW: lista A, 20 pkt., IF: 0.807)

c) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

Prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego zostały opublikowane w okresie od 2012 do 2017 roku. Pięć z nich to prace jednoautorskie, a pozostała jest pracą współautorską. Trzy z nich, w tym praca współautorska, opublikowane zostały w indeksowanych czasopismach z bazy Journal Citation Reports (JCR), natomiast pozostałe w punktowanych czasopismach z Listy B MNiSW.

Moje zainteresowania problematyką oceny georóżnorodności krajobrazów rozpoczęły się w trakcie przygotowywania pracy magisterskiej i nawiązują do prac z zakresu geografii fizycznej kompleksowej, w tym podziałów krajobrazu i ocen środowiska przyrodniczego rozpoczętych przez prof. dr. hab. R. Galona, prof. dr. hab. W. Niewiarowskiego i kontynuowanych przez prof. dr. hab. L. Andrzejewskiego.

W pracy magisterskiej podjąłem problem delimitacji jednostek krajobrazowych i ich waloryzacji na przykładzie fragmentu doliny Osy. Zagadnienie georóżnorodności krajobrazu i metody jej oceny stały się głównym przedmiotem badań w ramach rozprawy doktorskiej. Jej głównym osiągnięciem było opracowanie kompleksowej oceny wszystkich abiotycznych elementów krajobrazu środkowego odcinka doliny dolnej Wisły. Oceny rozprawy doktorskiej podjęli się prof. dr. hab. A. Kostrzewski i prof. dr. hab. A. Richling. Po uzyskaniu doktoratu moje zainteresowania problematyką georóżnorodności krajobrazów i jej oceny rozwijały się w oparciu o bezpośrednie badania w terenie, dotyczące delimitacji jednostek rzeźby terenu oraz liczne dyskusje w gronie specjalistów m.in. w ramach Polskiej Asocjacji Ekologii Krajobrazu oraz dyskusje na wielu konferencjach naukowych. W efekcie przygotowałem i wygłosiłem ponad 25 posterów i referatów, głównie na konferencjach krajowych.

Pojęcie georóżnorodność funkcjonuje w literaturze naukowej od końca XX wieku (porównaj Gray 2004, s. 6). W literaturze pojawiają się sugestie wcześniejszego użycia tego pojęcia ale w innym znaczeniu (Serrano, Ruiz-Flaño 2007b, s. 140). Georóżnorodność obecnie rozumiana jest jako zróżnicowanie wszystkich abiotycznych składowych krajobrazu (Kostrzewski 1997, 1998, 2011; Gray 2004; Zwoliński 2004; Kot 2006, 2015b; Kozłowski 2004; Richling, Solon 2011; Serrano, Ruiz-Flaño 2007a, 2007b; Serrano i in. 2009; Pellitero i in. 2015). Może być ona rozpoznawana i badana w różnych skalach i na różnych poziomach, od cząstek po cały krajobraz (Degórski 2001; Kot 2006; Serrano, Ruiz-Flaño 2007b; Hjort, Luoto 2010). Jednym ze szczególnych abiotycznych elementów krajobrazu jest rzeźba terenu. Jej szczególność wyraźnie widoczna jest w kontekście delimitacji jednostek krajobrazowych różnej dymensji. Zróżnicowanie rzeźby terenu może być rozpatrywane w kontekście stref morfogenetycznych, typów rzeźby, zespołów form czy pojedynczych form (Kostrzewski 1998, 2011; Zwoliński 2009, 2010a). W literaturze krajowej i zagranicznej zróżnicowanie rzeźby terenu jest różnie nazywane *landform geodiversity* (Zwoliński 2009), *geomorphodiversity* (Panizza 2009; Testa i in. 2013), *relief geodiversity* (Kostrzewski 2011; Kot 2015b), *geomorphological heterogeneity* (Nichols, Killingbeck, August 1998), *relief diversity* (Kot, Leśniak 2017), *geomorphological diversity* (Kot 2017). W badaniach prowadzonych przez habilitanta zróżnicowanie rzeźby terenu jest rozumiane szeroko i obejmuje zróżnicowanie jednostek (np. form i zespołów form rzeźby terenu, typów rzeźby

czy stref morfogenetycznych), procesów, topografii i wieku (Kot 2017). W teorii oceny jej podstawową częścią jest podział metod oceny (Bartkowski 1986, Sołowiej 1992). W zakresie metod oceny georóżnorodności istnieją również w literaturze propozycje ich podziału m.in. na bezpośrednie *direct* i pośrednie *indirect* (Pellitero i in. 2015), jakościowe *qualitative*, ilościowe *quantitative*, jakościowo-ilościowe *qualitative-quantitative* (Zwoliński i in. 2016), jednokryterialne *single-criteria*, wielokryterialne *multi-criteria* (Kot 2017).

W ramach przedstawionego osiągnięcia naukowego analizowano procedury i etapy realizacji wielu używanych dotychczas metod, które zastosowano dla oceny zróżnicowania rzeźby terenu. W osiągnięciu naukowym zaproponowano ich modyfikacje lub wprowadzono nowe rozwiązania. W ramach rozwiązań metodycznych szeroko stosowano narzędzia GIS w celu zautomatyzowania wypracowanych procedur ocen. W pracach używano modeli rastrowych i wektorowych. Wszystkie te działania oraz porównania wyników ocen miały zgodnie z dotychczasowym stanem wiedzy ułatwić wytypowanie najlepszych metod oceny zróżnicowania rzeźby terenu. Oceny zróżnicowania rzeźby terenu stosowano na kilku obszarach testowych w obrębie rzeźby młodoglacjalnej m.in.: Basen Unisławski, Basen Świecki, Kotlina Toruńska, Pojezierze Chełmińskie (Koniczynka). Obszary te położone są w 5 (Kondracki 1998) lub 4 (Kot 2015a) zróżnicowanych mezoregionach fizycznogeograficznych obejmujących krajobrazy dolinne i wysoczyznowe.

We wszystkich pracach podkreślany jest przestrzenny aspekt prowadzonych badań. Oznacza to, że badania i uzyskane wyniki odnoszą się do ciągłych powierzchni młodoglacjalnych obszarów Polski Północnej. Uzyskane wyniki można także ekstrapolować na inne obszary o podobnych cechach. Zastosowane badania opisu walorów przyrodniczych mają znaczący ładunek aplikacyjny. Umożliwiają one wytypowanie terenów najwyżej ocenionych i tym samym najwartościowszych. Minimalizują subiektywizm, który może decydować o wyniku oceny różnorodności i równocześnie wskazaniu obszarów cennych.

Przestrzenne i ciągłe badania różnią się od analiz i ocen pojedynczych, często niewielkich obiektów – geostanowisk (porównaj Migoń 2012, s. 122–128). W ocenie geostanowisk niektóre z użytych metod z powodzeniem mogą być stosowane (np. bonitacja punktowa). Dlatego ważne jest rozpoznanie wad i zalet metod używanych w ocenie. Zdaniem habilitanta wyznaczanie najbardziej zróżnicowanych obszarów w ujęciu przestrzennym może mieć duże znaczenie w geoochronie czy geoturystyce. Wskazanie takich obszarów jest również istotne dla właściwego zarządzania środowiskiem czy rozwoju funkcji edukacyjnych.

Główne problemy ujęte w zakresie prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego dotyczą:

- metody bonitacji punktowej głównie w odniesieniu do rzeźby terenu, jej ograniczeń i zalet [4].
- zastosowania metody bonitacyjno-kartograficznej dla obszarów młodoglacjalnych [2].
- zastosowania modelowania GIS w ocenie georóżnorodności [3, 5, 6].
- zastosowania indeksu georóżnorodności oraz jego składowych w kontekście oceny zróżnicowania rzeźby terenu [1, 3, 5, 6].
- analizy porównawczej różnych metod oceny zróżnicowania rzeźby terenu na podstawie ich wyników [6].

Problem bonitacji punktowej w najszerszym zakresie został przedstawiony w pracy pt. „The point bonitation method for evaluating geodiversity: a guide with examples (Polish Lowland)” z 2015 roku (Kot 2015b) [4].

Bonitacja punktowa jest w Polsce popularną i często stosowaną metodą oceny krajobrazu dla różnych potrzeb. W ocenach abiotycznych elementów krajobrazu jest ona różnie nazywana, w cytowanej pracy *bonitation method*, w innych *scoring system* (Fassoulas i in. 2012) *weighting* (Martínez-Graña i in. 2013), *numerical scoring* (White, Wakelin-King 2014). W niektórych, głównie zagranicznych pracach, autorzy używają także prostszych wersji bonitacji, nadając jej różne nazwy, np. *the number of different elements* (Őrsi 2011; Pellitero i in. 2011), *geodiversity index* (Pereira i in. 2013; Silva i in. 2013), *total diversity* (Hjort, Luoto 2010), *categorization and computation of landform geodiversity* (Zwoliński 2009). Metoda bonitacji punktowej była używana w ocenie georóżnorodności ale w ogólnej skali i dla odmiennych obszarów (Kostrzewski i in. 1998). W publikacji autora z 2006 roku (Kot 2006) opracowano kompleksową ocenę georóżnorodności metodą bonitacji punktowej, którą testowano na polodowcowym obszarze nizinym. Metodę tę użyto w Polsce dla oceny georóżnorodności obszarów górskich (Radwanek-Bąk, Laskowicz 2012).

W artykule ujętym w osiągnięciu naukowym szeroko analizowano walory i wady metody bonitacji punktowej. Na różnych przykładach pokazano, jakie etapy postępowania i dokonane wybory wpływają na wynik oceny georóżnorodności przy użyciu tej metody. W ocenie zróżnicowania metodą bonitacji punktowej we wszystkich omawianych przykładach wszystkie cechy i kryteria oceny są równoważne.

Kryteriami oceny mogą być zmienne wyrażone za pomocą **różnych standardowych typów danych** (np. liczbowych, ciągłych, dyskretnych). Dane te mogą być wyrażone również w **różnych jednostkach**. Może to powodować trudności podczas ich porównywania i oceny. Na przykładzie

prostego eksperymentu, w którym podano wartości liczby typów rzeźby i liczby typów gleb, pokazano jak **różna liczba przedziałów oraz przyznawane im punkty mogą wpływać na wynik oceny** i faworyzowanie jednego z kryteriów oceny (Tab. 6 – 13). Wykazano, że etap ten jest istotny w kontekście ograniczenia subiektywizmu oceny metodą bonitacji punktowej. Operacje na danych i **różne metody klasyfikacji** podziału na przedziały, zwłaszcza nieodpowiednio dostosowane do określonego typu danych, wpływają na wynik oceny. Pokazano to na Ryc. 3a-b oraz Ryc. 6a-b.

Różna liczba kryteriów oceny nie ogranicza użycia metody, co pokazano porównując ocenę zróżnicowania rzeźby terenu (uwzględniono 4 kryteria oceny) i gleb (uwzględniono 2 kryteria oceny) (Ryc. 1, Level 2; Ryc. 5 a i b).

Kolejnym ważnym zagadnieniem w kontekście oceny i to nie tylko za pomocą metody bonitacji punktowej jest **skala oceny**. Wyniki oceny mogą być przedstawione praktycznie w dowolnej skali. Ogranicza je tylko odpowiednia jakość wizualizacji. W omawianym artykule, na przykładzie oceny za pomocą bonitacji punktowej wykazano jak ważny jest wybór skali oceny. Już we wcześniejszych pracach dotyczących metodyki oceny środowiska przyrodniczego podkreślano wagę wyboru skali i wynikające z tego konsekwencje tłumacząc, że skali podporządkowane są inne etapy oceny (porównaj Bartkowski 1986; Sołowiej 1992). W tym przypadku pokazano, że różna skala opracowania 1:10 000 lub 1:25 000 wyraźnie wpływa nie tylko na rangę, kształt i przebieg granic wydzieleń (np. typów form terenu, typów rzeźby), ale także na uzyskane wyniki oceny (porównaj Ryc. 7a i 7b oraz Ryc. 7c i 7d). Rycina ta pokazuje także, jak różna liczba przedziałów zastosowanych w tej samej skali, wpływa na uzyskany wynik (porównaj Ryc. 7a i 7c albo Ryc. 7b i 7d). Najwyżej ocenione obszary zajmują różne powierzchnie i rozmieszczenie.

Na przykładzie oceny rzeźby terenu w okolicach Koniczynki, pokazano w jakim zakresie **wyбір pola podstawowego oceny**, decyduje o ostatecznym wyniku oceny. Problem rangi, wielkości i kształtu pola podstawowego oceny jest powszechnie dyskutowany w literaturze w znacznie szerszym kontekście (patrz Bartkowski 1986; Purtauf i in. 2005; Hengl 2006; Alhamad i in. 2011 i cytowania w niej; Pellitero i in. 2011). W najogólniejszym ujęciu pola podstawowe oceny podzielono na naturalne i sztuczne (Bartkowski 1986; Bastian, Schreiber 1999). Jak pokazano na Ryc. 6, w odniesieniu do tej samej skali oceny, wybrana wielkość pola naturalnego (może i ranga?) jest zbyt duża lub wielkość analizowanego obszaru zbyt mała. Zaprezentowane przykłady pokazują różnice w wytypowaniu obszarów najwyżej ocenionych oraz wyraźne różnice w ich wielkości.

W analizowanej pracy omówiono kroki i wybory, które mogą wpływać na ostateczny wynik oceny zróżnicowania rzeźby terenu metodą bonitacji punktowej. Pokazano także zalety tej metody, jej przejrzystość, łatwość użycia, logikę zastosowanych rozwiązań i procedur, możliwość porównywania różnych cech wyrażonych w różnych jednostkach. Artykuł stanowi swego rodzaju zwięzłą instrukcję omawiającą zastosowanie metody bonitacji punktowej w ocenie

georóżnorodności, także zróżnicowania poszczególnych jej elementów, w tym także rzeźby terenu. Po raz pierwszy przedstawia on w tak szerokim ujęciu nie tylko podstawowe etapy oceny metodą bonitacji punktowej realizowanej na różnych poziomach ale także omawia właściwości i konsekwencje dokonywanych wyborów, które istotnie wpływają na wynik oceny.

Kolejny problemem ujęty w osiągnięciu naukowym dotyczy zastosowania metody bonitacyjno-kartograficznej dla obszarów młodoglacjalnych. Został on przedstawiony w pracy pt. „Zastosowanie kartograficznej metody określenia zróżnicowania rzeźby terenu w ocenie potencjału turystyczno-rekreacyjnego na przykładzie fragmentu zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej, Pojezierze Chełmińskie” (Kot 2012b) [2].

Na początku XXI wieku zaproponowano rozwinięcie metody oceny zróżnicowania rzeźby terenu, która nawiązuje do wcześniejszej, zastosowanej dla całej Polski przez A. Kostrzewskiego i in. (1997, 1998). Procedura postępowania, prowadzona była głównie dla obszarów górskich (Zwoliński 2009, 2010a). Metoda ta może być nazwana jako bonitacyjno-kartograficzna. Różni się ona od tej z końca XX wieku tym, że wykonywana jest przy użyciu oprogramowania GIS. Generowanie map oraz obliczenia realizowane są przy użyciu narzędzi GIS (najczęściej algebry map) i rastrowego modelu danych.

W pracy zastosowano zaproponowaną wcześniej przez Z. Zwolińskiego (2009, 2010a) metodę bonitacyjno-kartograficzną na względnie płaskim, młodoglacjalnym obszarze zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej. Wybór skali opracowania i obszaru badań determinują rangę i szczegółowość rozpatrywanych cech jakościowych i ilościowych. Dla polodowcowego obszaru nizinnego rozpoznanego w szczegółowej skali 1:25 000 wykonano trzy mapy: hipsometryczną, typów form terenu oraz pokrycia terenu/użytkowania ziemi. Na ich podstawie stworzono trzy mapy pochodne: wysokości lokalnych, fragmentacji rzeźby terenu i zachowania rzeźby terenu. Cechy przedstawione na każdej z trzech map podzielono na odpowiednią liczbę przedziałów (4 lub 3). Szerokości przedziałów dostosowano do specyfiki ocenianego obszaru młodoglacjalnego. Poszczególnym klasom przyznano odpowiednie wartości punktów. Używając algebry map i oprogramowania GIS, wykonano ocenę georóżnorodności rzeźby terenu metodą bonitacyjno-kartograficzną. Okazało się, że w ocenie obszaru nizinnego, istotny jest także wybór rozdzielczości rastra wynikowego.

Zebrane doświadczenia z wykonanych badań na polodowcowym obszarze nizinym przy użyciu metody bonitacyjno-kartograficznej, autor wykorzystał także w innym opracowaniu ujętym w analizowanym zestawie sześciu prac (Kot 2017). Warto podkreślić, że w artykule na Ryc. 3 zaprezentowano także wyniki zróżnicowania rzeźby terenu trzema różnymi metodami oceny i różnymi metodami klasyfikacji danych. Z jednej strony jest ona uzupełnieniem dyskusji wpływu

wyboru metody klasyfikacji na wynik oceny (Kot 2015b), a z drugiej zapowiedzią dalszych badań nad wykorzystaniem i porównaniem wyników różnych metod oceny zróżnicowania rzeźby terenu (Kot 2014, 2017).

Zagadnienie modelowania GIS w ocenie georóżnorodności przede wszystkim zaprezentowano w pracy pt. „Zastosowanie modelowania GIS w ocenie georóżnorodności” (Kot 2014) [3]. Natomiast w węższym zakresie problem ten zawarty jest także w pracach R. Kota (2017) [6] oraz R. Kota i K. Leśniaka (2017) [5].

Wykorzystanie najnowszych narzędzi i programów znajduje szerokie zastosowanie także w ocenie georóżnorodności (porównaj np. Zwoliński 2007, 2009, 2010a; Hjort, Luoto 2010, 2012; Zwoliński, Stachowiak 2012). W cytowanej pracy nawiązano do powszechnego zastosowania najnowszych narzędzi GIS w analizach i ocenach krajobrazu. Powtarzalne czynności w ocenie zróżnicowania abiotycznych elementów krajobrazu powinny być wykonywane automatycznie lub półautomatycznie, co znacząco przyspiesza i ułatwia wybrane procedury. Wykonywane procedury oceny zróżnicowania zaprezentowano na uproszczonych modelach (*flowchart*). Wszystkie prace i analizy realizowano w modelu wektorowym i jednym programie ArcGIS (ArcInfo). Prace prowadzono na obszarze testowym „Kotlina Toruńska” w odniesieniu do analizy zróżnicowania spadków, czyli jednego z parametrów topograficznych rzeźby terenu. Zdigitalizowane z mapy topograficznej poziomicie były podstawą dla stworzenia cyfrowego modelu wysokości (CMW), a następnie jego przetworzenia i wykonania numerycznego modelu terenu (NMT) i ostatecznie map spadków (Zwoliński 2010b). Mapy spadków wykonano w dwóch wariantach, co 0.1° i w 6 przedziałach. Zakresy przedziałów ustalono arbitralnie, na podstawie wartości rozkładu danych wynikających z charakteru rzeźby młodogłacialnej. Mapy z przypisanymi wartościami nachyleń stanowiły materiał niezbędny do zaprojektowania automatycznego lub półautomatycznego zastosowania wybranych metod oceny. Wśród użytych metod były metryki krajobrazowe, szeroko omówione we wcześniejszej pracy (Kot, Leśniak 2006), parametry topograficzne oraz współczynnik chropowatości (R) uwzględniany w indeksie georóżnorodności zaproponowanym wcześniej przez (Serrano, Ruiz-Flaño 2007a, 2007b). W omawianej publikacji dla obszarów względnie płaskich zaproponowano zmodyfikowaną wersję współczynnika (R) czyli (R_w). Zaproponowany współczynnik (R_w) był stosowany i dyskutowany także w pracach (Kot 2017; Kot, Leśniak 2017). W artykule podkreślono, że rozdzielczość modelu wysokościowego ale także liczba przedziałów i użyta metoda klasyfikacji danych, mogą wpływać na wynik oceny zróżnicowania rzeźby terenu. Może to mieć wpływ na wytypowanie obszarów najbardziej zróżnicowanych.

Problem zastosowania indeksu georóżnorodności po raz pierwszy dla nizinnych obszarów młodoglacjalnych podjęto w pracy pt. „Zastosowanie indeksu georóżnorodności dla określenia zróżnicowania rzeźby terenu na przykładzie zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej” (Kot 2012a) [1]. Problem ten podjęto w kolejnych pracach ujętych w osiągnięciu (Kot 2014 [3], Kot 2017 [6], Kot, Leśniak 2017 [5]).

Indeks georóżnorodności, jak wcześniej wspomniano, zaproponowali E. Serrano i P. Ruiz-Flaño (2007a, 2007b) do oceny georóżnorodności na obszarze górskim. Sposób obliczenia składowych indeksu dostosowano do topograficznie odmiennych warunków względnie płaskiego, polodowcowego obszaru młodoglacjalnego Niziu Polskiego. Obszarem testowym był fragment zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej w okolicach Koniczynki (Pojezierze Chełmińskie). W publikacji wykazano, że jeżeli pola oceny (kwadraty) są tej samej wielkości, to w obliczaniu indeksu georóżnorodności można zrezygnować z dzielenia przez taką samą wartość logarytmu z powierzchni ($\ln S$). Użycie ilorazu jest uzasadnione jedynie w przypadku pól odniesienia o różnych powierzchniach (np. pól naturalnych różnej rangi). Zakresy współczynnika chropowatości (R) obliczone według propozycji E. Serrano i P. Ruiz-Flaño (2007a, 2007b) dla nizu powinny być zmodyfikowane. Zmienione zakresy przedziałów dla obszarów o niewielkich deniwelacjach i nachyleniach także mogą dawać wynik trudny do interpretacji (Ryc. 2). Dlatego w pracy (Kot 2014) zaproponowano odmienny sposób obliczenia współczynnika chropowatości (R_w), o czym wspomniano wcześniej [3]. Uwzględnia on udział powierzchniowy wszystkich przedziałów spadków oraz przydzielonych im wag. Różnice w obliczeniach i zasadność takiego postępowania potwierdza analiza i interpretacja dwóch map (Kot 2014, Ryc. 5B oraz 5C). Ostatnią składową indeksu georóżnorodności jest liczba typów elementów w polu podstawowym (E_g). W opracowaniach oceny zróżnicowania rzeźby terenu stanowi ona liczbę typów rzeźby. W pracy podkreślono znaczenie klasyfikacji form rzeźby terenu i ich rozpoznania w kontekście skali opracowania. Wartość indeksu georóżnorodności na obszarach względnie płaskich, obliczanego według propozycji E. Serrano i P. Ruiz-Flaño (2007a, 2007b), zależy głównie od liczebności typów rzeźby terenu, czyli wartości (E_g). Nie bez znaczenia jest w tych badaniach przyjęta rozdzielczość modelu 5m i uwzględniany w obliczeniach zakres spadków (co 1°). Zagadnienie wyboru rozdzielczości modelu i zakresu spadków wymaga jednak dalszej dyskusji.

Zagadnienie zastosowania indeksu georóżnorodności i jego składowych w ocenie zróżnicowania rzeźby terenu na nizinym obszarze polodowcowym, kontynuowane jest w pracy pt. „Impact of different roughness coefficients applied to relief diversity evaluation: Chełmno Lakeland (Polish Lowland)” (Kot, Leśniak 2017) [5]. W pracy tej zbadano wpływ różnych współczynników chropowatości na końcowy wynik oceny. Do analiz wybrano cztery współczynniki chropowatości

zaproponowane przez różnych autorów (Serrano, Ruiz-Flaño 2007a, 2007b; Hjort, Luoto 2010; Danz i in. 2011) oraz w pracy (Kot 2014). Współczynniki te obliczano na podstawie różnych parametrów, odpowiednio: spadków, spadków i ekspozycji, wysokości oraz spadków. Składową indeksu georóżnorodności, funkcję (V), wyrażono aż w 6 różnych wariantach. Obliczenia uwzględniają liczbę typów ($n=PR$ – patch richness McGarigal, Marks 1995) i liczbę jednostek ($m=NP$ – numer of patches McGarigal, Marks 1995) i przyjmują postać n , m , $n+m$, $n \times m$, $n+m/(m+1)$, $n \times m/(m+1)$. Ostatecznie indeks georóżnorodności przyjmuje 20 różnych wariantów. W pracy zbadano wpływ definicji współczynnika chropowatości na ostateczną ocenę zróżnicowania rzeźby terenu. Ponieważ każdy indeks umożliwia wykonanie rankingu ocenianych pól podstawowych, dla porównania zastosowano współczynnik korelacji rang. Charakterystyczne dla obliczonych korelacji jest ich blokowanie po przekątnej (Tab. 4). Większy wpływ parametrów topograficznych (współczynników chropowatości) na ocenę zróżnicowania rzeźby terenu widać wyraźnie na przykładzie Ryc. 4. Parametry ze współczynnikami chropowatości pokazują znacznie większe i bardziej zwarte obszary o największym zróżnicowaniu rzeźby terenu niż bez nich (porównaj np. n, s na Ryc. 4). Pewnym zaskoczeniem jest to, że na obszarach względnie płaskich topografia odgrywa dużą rolę w ocenie zróżnicowania rzeźby terenu, w modelu o rozdzielczości 25m i węższych zakresach spadków (co $0,5^\circ$). Ma to także pewne geomorfologiczne uzasadnienie, ponieważ topografia jest uwzględniana w klasyfikacji form terenu. Jak pokazano nie wszystkie obszary, na których odnotowano duże zróżnicowanie rzeźby terenu, można wyjaśnić tylko parametrami topograficznymi i współczynnikiem chropowatości. Nie powinna być zatem pomijana rola klasyfikacji rzeźby terenu i wydzielanych typów form terenu czy typów rzeźby. W pracy potwierdzono dużą wartość współczynnika chropowatości (R_w). Wysoka wartość współczynnika korelacji (R_w) oraz (IR) wskazuje, że można je stosować zamiennie.

W przypadku prowadzonych analiz w polach kwadratów, zrezygnowano z dzielenia przez logarytm z ich powierzchni. Uzasadnienie tego postępowania podano już we wcześniejszej pracy (Kot 2012a).

Ostatnia praca włączona do osiągnięcia naukowego pt. „A comparison of results from geomorphological diversity evaluation methods in the Polish Lowland (Toruń Basin and Chełmno Lakeland)” (Kot 2017) [6], ma charakter syntetyzujący. Wykonano w niej porównanie wyników 24 metod i wariantów ocen zróżnicowania rzeźby terenu. Na potrzeby analiz zastosowano także cztery warianty metody użytej wcześniej do oceny georóżnorodności (Najwer, Zwoliński 2014). Zastosowane w pracy metody podzielono na jednokryterialne i wielokryterialne. Zastosowane metody i procedury pokazano na specjalnie przygotowanym schemacie blokowym (Ryc. 4). Wszystkie metody oceny oraz ich warianty użyto dla dwóch rodzajów pól podstawowych o różnym

kształcie (kwadrat, heksagon) o jednakowej powierzchni 1 km². Dla wszystkich uzyskanych wyników ocen obliczono współczynnik korelacji Kendalla, a wyniki zwizualizowano na mapach używając trzech metod klasyfikacji danych i pięciu przedziałów. Takie podejście miało ograniczyć wpływ różnej liczby przedziałów na wynik oceny. Wybór najwyższej ocenionych pól (około 20% z każdej zastosowanej metody) pokazuje obszary o największym zróżnicowaniu rzeźby terenu (Ryc. 5-7). Umożliwia to wytypowanie na badanym obszarze testowym dwóch najbardziej zróżnicowanych obszarów, co ma znaczenie w dalszym wnioskowaniu. Na uwagę zasługuje to, że rozmieszczenie tych obszarów jest podobne w ocenie zarówno w polach kwadratowych jak i w heksagonach. Analiza opracowanych map w oparciu o trzy główne kryteria, czyli stabilność względem rozmieszczenia najwyższej ocenionych obszarów, stabilność względem metody klasyfikacji oraz niezależność wyniku względem użytego pola oceny, spowodowała zakwalifikowanie każdej z metody oceny lub jej wariantu do jednej z czterech grup. Do najlepszej grupy należą metody, które najwyższej oceniają dwa obszary (wyznaczone przez większość z zastosowanych metod oceny). Te obszary powinny się pokrywać i to niezależnie od użytej metody klasyfikacji danych, czy kształtu wybranego pola oceny. Taki warunek spełniają tylko dwie spośród 24 metod oceny (Bon_2) oraz (WLC_4). Są to metody wielokryterialne, uwzględniające 12 tych samych kryteriów oceny. Różnią się one tym, że w (Bon_2) wszystkie kryteria oceny są tak samo ważne, a w (WLC_4) wyższe wagi uzyskały kryteria pośrednie (nachylenia) niż bezpośrednie (typy rzeźby terenu). Wyniki tych dwóch metod są także wysoko skorelowane, co dodatkowo podkreśla ich walory w kontekście najlepszej grupy ocen.

W pracy wykazano ponadto, że zastosowanie w ocenie zróżnicowania rzeźby terenu (a także i w ogólności georóżnorodności krajobrazu) tylko metod opartych na parametrach topograficznych może być uzasadnione w przypadku obszarów odległych, niedostępnych lub słabo zbadanych (porównaj Hjort, Luoto 2012). W celu ujęcia całkowitego zróżnicowania rzeźby terenu należy uwzględniać także zróżnicowanie typów form terenu (typów rzeźby) i procesów geomorfologicznych (Ryc. 11a-d). Procesy geomorfologiczne oraz inne m.in. geologiczne czy hydrologiczne, były wcześniej uwzględniane w ocenach georóżnorodności (Hjort, Luoto 2010) ale dotyczyły obszarów górskich. Są one wymieniane także w niektórych definicjach georóżnorodności podawanych w literaturze (np. Gray 2004; Zwoliński 2004; Kot 2015b; Kozłowski 2004; Pellitero i in. 2015; Serrano, Ruiz-Flaño 2007a, 2007b). W badaniach na polodowcowych obszarach nizinnych jak wykazano, odgrywają one także ważną rolę. Rola procesów w ocenie zróżnicowania rzeźby terenu została pokazana na przykładzie Ryc. 10. Jak wspomniano wcześniej, na badanym obszarze większość metod oceny i ich wariantów, spośród 24 użytych w pracy, wskazała dwa obszary o największym zróżnicowaniu rzeźby terenu (zbocze wraz z najbliższym otoczeniem oraz pole wydmowe). Obszary te jednak bardzo się różnią tzn. w przypadku pierwszego, o wysokim

zróznicowaniu rzeźby terenu zdecydowało kilka zróznicowanych, intensywnych procesów geomorfologicznych, które przyczyniły się do wykształcenia dużej zmienności cech topograficznych (Ryc. 10b i c, Ryc. 11d). Z kolei w sytuacji części pola wydmowego, do jego wykształcenia przyczyniła się niewielka liczba intensywnych procesów geomorfologicznych (Ryc. 10a i d, Ryc. 11b). Przeprowadzone analizy oraz Ryc. 10 i 11 pokazują, że postulowane proste wskaźniki oparte jedynie na parametrach topograficznych (Evans 1972, 1980; Minár, Evans 2008), nie oceniają całkowitego zróznicowania rzeźby terenu i nie wskazują w takim kontekście obszarów najbardziej zróznicowanych.

Dyskusja różnych metod oceny zróznicowania rzeźby terenu, automatyzacja przeprowadzonych procedur, pokazanie i omówienie czynników, które wpływają na ostateczny wynik oceny oraz wybór najlepszych metod oceny, mogą ułatwić wyznaczenie i wskazanie najbardziej zróznicowanych obszarów. Może to mieć duże znaczenie aplikacyjne w określeniu potencjału turystycznego obszarów młodoglacjalnych (Kot 2012b), rozpoznaniu i wskazaniu usług ekosystemowych (Kot 2017), zarządzaniu krajobrazem, geoturystyce czy geoochronie.

Za najważniejsze elementy przedstawionego osiągnięcia naukowego pt. „Metodyka oceny zróznicowania rzeźby terenu na wybranych przykładach młodoglacjalnych obszarów Polski Północnej” uważam:

- Kwantyfikację wad i zalet ocen zróznicowania rzeźby terenu metodą bonitacji punktowej.
- Propozycję klasyfikacji kryteriów w metodzie bonitacyjno-kartograficznej dla oceny zróznicowania rzeźby terenu na nizinnych obszarach polodowcowych oraz przyznanie klasom kryteriów odpowiednich wag.
- Adaptację indeksów georóżnorodności do polodowcowego obszaru nizinnego.
- Zaproponowanie nowego współczynnika chropowatości (R_w) i jego przydatności w ocenie zróznicowania rzeźby terenu młodoglacjalnych obszarów polodowcowych Nizy Polskiego.
- Zastosowanie metod WLC, które uwzględniają różną ważność i liczebność kryteriów w ocenie zróznicowania rzeźby terenu polodowcowego obszaru młodoglacjalnego.
- Porównanie wyników wielu metod zastosowanych w ocenie zróznicowania rzeźby terenu.
- Podział metod oceny georóżnorodności na jednokryterialne (Single-criteria methods) i wielokryterialne (Multi-criteria methods).
- Wskazanie i uzasadnienie najlepszych metod oceny zróznicowania rzeźby terenu na nizinnym obszarze polodowcowym.
- Zaproponowanie i wyjaśnienie pojęcia „całkowite zróznicowanie rzeźby terenu” (total relief diversity, total geomorphological diversity).

- Wskazanie walorów aplikacyjnych zastosowania oceny zróżnicowania rzeźby terenu oraz wytypowanych najlepszych metod jej oceny w zarządzaniu środowiskiem, określeniu potencjału krajobrazu, świadczeniu usług ekosystemowych oraz w geoturystyce i geochronie.

Literatura:

- Alhamad M.N., Alrababah M.A., Feagin R.A., Gharaibeh A., 2011. Mediterranean drylands: the effect of grain size and domain of scale on landscape metrics. *Ecological Indicators*, 11, 611–621.
- Bartkowski T., 1986. *Zastosowania geografii fizycznej*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Bastian, O., Schreiber K.F., 1999. *Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg-Berlin.
- Danz N.P., Reich P.B., Frelich L.E., Niemi G.J., 2011. Vegetation controls vary across space and spatial scale in a historic grassland-forest biome boundary. *Ecography*, 34, 402–414.
- Degórski M., 2001. Pedosfera – komponent środowiska łączący abiotyczną i biotyczną różnorodność. *Prace Geograficzne IG i PZ PAN*, 179, 227–237.
- Evans I.S., 1972. General geomorphometry, derivatives of altitude and descriptive statistics. [In:] R. J. Chorley (Ed.), *Spatial Analysis in Geomorphology*, London: Methuen, 17–90.
- Evans I.S., 1980. An integrated system of terrain analysis and slope mapping. *Zeitschrift für Geomorphologie N.F., Supplementband*, 36, 274–295.
- Fassoulas Ch., Mouriki D., Dimitriou-Nikolakis P., Iliopoulos G., 2012. Quantitative assessment of geotopes as an effective tool for Geoheritage management. *Geoheritage*, 4, 177–193.
- Gray M., 2004. *Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature*. Chichester: Wiley.
- Hengl T., 2006. Finding the right pixel size. *Computers & Geosciences*, 32 (9), 1283–1298.
- Hjort L., Luoto M., 2010. Geodiversity of high-latitude landscapes in northern Finland. *Geomorphology*, 115, 109–116.
- Hjort J., Luoto M., 2012. Can geodiversity be predicted from space? *Geomorphology*, 153–154, 74–80.
- Kondracki J., 1998. *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kostrzewski A., 1997. Opracowanie koncepcji i zasad georóżnorodności: definicja, zadania i cele georóżnorodności. W: *Opracowanie systemu ochrony georóżnorodności w Polsce*. Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa, MS.
- Kostrzewski A., 1998. Georóżnorodność rzeźby jako przedmiot badań geomorfologii. [w:] K. Pękała (red.), *Główne kierunki badań geomorfologicznych w Polsce*. IV Zjazd Geomorfologów Polskich. UMCS, Lublin, 11–16.
- Kostrzewski A., 2011. The role of relief geodiversity in geomorphology. *Geographia Polonica*, 84, Special Issue Part 2, 69–74.
- Kostrzewski A., Starkel L., Zwoliński Z., 1997. Georóżnorodność rzeźby powierzchni ziemi. [w:] *Opracowanie systemu ochrony georóżnorodności w Polsce*. Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa, MS.
- Kostrzewski A., Starkel L., Zwoliński Z., 1998. Georóżnorodność rzeźby powierzchni ziemi. [w:] *Opracowanie systemu ochrony georóżnorodności w Polsce*. Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa, MS.
- Kot R., 2006. Georóżnorodność – problem jej oceny i zastosowania w ochronie i kształtowaniu środowiska na przykładzie fordońskiego odcinka doliny dolnej Wisły i jej otoczenia. *Studia Societatis Scientiarum Torunensis, Sectio C*, 11, 2, Toruń, 1–190.
- [1] **Kot R., 2012a. Zastosowanie indeksu georóżnorodności dla określenia zróżnicowania rzeźby terenu na przykładzie zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej, Pojezierze Chełmińskie. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 33, 87–96.**

- [2] Kot R., 2012b. Zastosowanie kartograficznej metody określenia zróżnicowania rzeźby terenu w ocenie potencjału turystyczno-rekreacyjnego na przykładzie fragmentu zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej, Pojezierze Chełmińskie. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 34, 95–102.
- [3] Kot R., 2014. Zastosowanie modelowania GIS w ocenie georóżnorodności, *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 38, Warszawa, 95–105.
- Kot R., 2015a. Mezoregiony fizycznogeograficzne. [w:] Z. Kozieł, M. Sobiech, A. Adamczyk (red.), *Atlas Województwa Kujawsko-Pomorskiego*. Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, Toruń, 59.
- [4] Kot R., 2015b. The point bonitation method for evaluating geodiversity: a guide with examples (Polish Lowland). *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 97(2), 375–393.
- [6] Kot R., 2017. A comparison of results from geomorphological diversity evaluation methods in the Polish Lowland (Toruń Basin and Chełmno Lakeland). *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography*, .../..., ...–...
- Kot R., Leśniak K., 2006. Ocena georóżnorodności za pomocą miar krajobrazowych – podstawowe trudności metodyczne. *Przegląd Geograficzny*, 78(1), 25–45.
- [5] 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.
- Kozłowski S., 2004. Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. *Przegląd Geologiczny*, 52, 833–837.
- Martínez-Graña A.M., Goy J.L., Cimarra C.A., 2013. A virtual tour of geological heritage: Valourising geodiversity using Google Earth and R code. *Computer & Geosciences*, 61, 83–93.
- McGarigal K., Marks B.J., 1995. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure (General Technical Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service). Portland, OR: Pacific Northwest Research Station, 122.
- Migoń P., 2012. *Geoturystyka*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Minár J., Evans I.S. 2008. Elementary forms for land surface segmentation: The theoretical basis of terrain analysis and geomorphological mapping. *Geomorphology*, 95, 236–259.
- Najwer A., Zwoliński Z., 2014. Semantyka i metodyka oceny georóżnorodności – przegląd i propozycja badawcza. *Landform Analysis*, 26, 115–127.
- Nichols W.F., Killingbeck K.T., August P., 1998. The influence of geomorphological heterogeneity on biodiversity II. A landscape perspective. *Conservation Biology*, 12, 371–379.
- Órsi A., 2011. Quantifying the geodiversity of a study area in the Great Hungarian Plain. *Journal of Environmental Geography*, 4, 19–22.
- Panizza M., 2009. The geomorphodiversity of Dolomites (Italy): A key of geoheritage assessment. *Geoheritage*, 1, 33–42.
- Pellitero R., Gonzalez-Amuchastegui M.J., Ruiz-Flaño P., Serrano E., 2011. Geodiversity and geomorphosite assessment applied to a natural protected area: the Ebro and Rudron Gorges Natural Park (Spain). *Geoheritage*, 3, 163–174.
- Pellitero R., Manosso F.C., Serrano E., 2015. Mid- and largescale geodiversity calculation in Fuentes Carrionas (NW Spain) and Serra do Cadeado (Parana, Brazil): Methodology and application for land management. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 97, 219–235.
- Pereira D.I., Pereira P., Brilha J., Santos L., 2013. Geodiversity assessment of Parana State (Brazil): An innovative approach. *Environmental Management*, 52, 541–552.
- Purtauf T., Thies C., Ekschmitt K., Wolters V., Dauber J., 2005. Scaling properties of multivariate landscape structure. *Ecological Indicators*, 5, 295–304.
- Radwanek-Bąk B., Laskowicz I., 2012. Ocena georóżnorodności jako metoda określenia potencjału geoturystycznego obszaru. *Annales, Sectio B*, 67 (2), 77–95.

- Richling A., Solon J., 2011. Ekologia krajobrazu. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1–464.
- Serrano E., Ruiz-Flaño P., 2007a. Geodiversity: concept, assessment and territorial application. The case of Tirmes-Caracena (Soria). *Boletín de la A.G.E.* 45, 389–393.
- Serrano E., Ruiz-Flaño P., 2007b. Geodiversity: a theoretical and applied concept. *Geographica Helvetica*, 62(3), 140–147.
- Serrano E., Ruiz-Flaño P., Arroyo P. 2009. Geodiversity assessment in rural landscape: Tiermes-Caracena area (Soria, Spain). *Mem Descr Carta Geol d'It.* 87, 173–180.
- Silva J.P., Pereira D.I., Aguiar A.M., Rodrigues C., 2013. Geodiversity assessment of the Xingu drainage basin. *Journal of Maps*, 9 (2), 254–262.
- Sołowiej D., 1992. Podstawy metodyki oceny środowiska przyrodniczego człowieka. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.
- Testa B., Aldighieri B., Bertini A., Blendinger W., Caielli G., Franco R., Giordano D., Kustatscher E., 2013. Geomorphodiversity of the San Lucano Valley (Belluno Dolomites, Italy): A wellpreserved heritage. *Geoheritage*, 5, 151–172.
- White S., Wakelin-King G.A., 2014. Earth sciences comparative matrix: A comparative method for geoheritage assessment. *Geographical Research*, 52, 168–181.
- Zwoliński Z., 2004. Geodiversity. [w:] A.S. Goudie (red.), *Encyclopedia of Geomorphology*, Vol. 1, Routledge, 417–418.
- Zwoliński Z., 2007. Georóżnorodność rzeźby Polski – metodologia i metodyka. <http://geoinfo.amu.edu.pl/gi/gisday2007/032007-GISDay-Zwolinski-geodiv-pdf.pdf>
- Zwoliński Z., 2009. The routine of landform geodiversity map design for the Polish Carpathian Mts. [w:] A. Łajczak, E. Rojan. (red.) *Geoecology of the Eurasianic Alpides*. *Landform Analysis*, 11, 77–85.
- Zwoliński Z., 2010a. Aspekty turystyczne georóżnorodności rzeźby Karpat. [w:] W. Andrejczuk (red.), *Krajobraz a turystyka*. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG*, 14, Sosnowiec, 316–327.
- Zwoliński Z., 2010b. O homologiczności polskiej terminologii geoinformacyjnej. [w:] Z. Zwoliński (red.), *GIS – woda w środowisku*. *Bogucki Wydawnictwo Naukowe*, 21–30.
- Zwoliński Z., Najwer A., Giardino M., 2016. Methods of geodiversity assessments and their application. European Geosciences Union, General Assembly, Vienna, <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2016/EGU2016-15434.pdf>.
- Zwoliński Z., Stachowiak J., 2012. Geodiversity map of the Tatra National Park for geotourism. *Quaestiones Geographicae*. 31(1), 99–107.

[1]-[6] – prace ujęte w osiągnięciu naukowym

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych (artystycznych).

A/ KLASYFIKACJA KRAJOBRAZU

Drugim ważnym obszarem badań habilitanta są badania krajobrazu w kontekście jego delimitacji i klasyfikacji (typologii i regionalizacji). Przed doktoratem badania dotyczyły delimitacji geokompleksów dymensji chorycznej (Kot 1999, 2000). Testowym obszarem prowadzonych badań był rezerwat krajobrazowy „Dolina Osy”, położony na wschód od Grudziądza. W obrębie fragmentu rezerwatu wyznaczono typy uroczysk. Zastosowano metodę czynników przewodnich. Za najważniejsze kryteria delimitacji uznano rzeźbę terenu, użytkowanie ziemi, a w dalszej kolejności typy siedlisk leśnych i litologię.

Problem zmian przestrzennych geokompleksów podjęto w pracy (Kot 2001). W okolicach Topolna w Dolinie Dolnej Wisły wyznaczono pole testowe o powierzchni 15 km², w którego granicach wydzielono typy terenu. W tym celu zastosowano metodę czynników przewodnich. Rozmieszczenie typów terenu analizowano w trzech przedziałach czasowych, czyli w okresie przedwojennym, latach 60 i latach 90. W innej pracy (Kunz, Kot 2003) przedyskutowano zalety i wady najnowszych metod stosowanych w celu pozyskiwania informacji o zróżnicowanych elementach krajobrazu. W pracy wykazano jak ważne są materiały teledetekcyjne i wykorzystanie narzędzi GIS w badaniach struktury krajobrazu.

Po doktoracie kontynuowano badania nad delimitacją jednostek przestrzennych w kontekście wyższych zakresów wielkościowych (dymensji). Powstałe prace dotyczą wydzielenia mikroregionów i mezoregionów fizycznogeograficznych (Andrzejewski, Kot 2006; Kot 2008). W monografii (Andrzejewski, Kot 2006), na przykładzie okolic Torunia, zaprezentowano rozmieszczenie jednostek przestrzennych zbliżonej dymensji, które wcześniej wydzielili inni autorzy. Zestawione mapy prezentujące różne przebiegi granic wydzielonych regionów obrazują problemy, które należy rozwiązać w procesie wyznaczania granic krajobrazowych.

Metodyka wydzielenia mikroregionów fizycznogeograficznych w krajobrazach dolin i nizin została omówiona w pracy (Kot 2008). Podkreślono w niej zasadniczą rolę stabilnych, abiotycznych elementów krajobrazu, głównie rzeźby terenu, która jest przewodnim kryterium w procesie delimitacji. Wykazano w niej, że w obrębie pradoliny Drwęcy charakterystyczne rozszerzenia i zwężenia, są klasycznymi mikroregionami fizycznogeograficznymi. Wyniki tych badań zaprezentowano na mapie (Ryc. 2). Dla okolic Torunia uszczegółowiono przebiegi granic mezoregionów fizycznogeograficznych i ponadto wyznaczono granice mikroregionów fizycznogeograficznych (Ryc. 3). Zebrane doświadczenia i podjęte ustalenia zostały wykorzystane także w innych podziałach fizycznogeograficznych dla obszarów Nizy Polskiego (Kot 2011, 2016, 2017).

Rola rzeźby terenu podczas delimitacji fizycznogeograficznych jednostek przestrzennych została omówiona w pracy (Kot 2009). Wskazano rangę jednostek rzeźby terenu, które powinny być wiodącym kryterium wydzielenia geokompleksów określonego zakresu wielkościowego (określonej dymensji), topicznego, chorycznego i regionalnego. Zaprezentowano schematyczny profil poprzeczny doliny dużej rzeki z zaznaczonymi granicami jednostek różnej dymensji. Może on stanowić interesującą wskazówkę w kontekście wyznaczania granic regionów, także na innych obszarach dolinnych i pradolinnych. Przyjęte ustalenia zostały zastosowane podczas wydzielenia jednostek przestrzennych na testowym obszarze w okolicach Torunia. Na tle wcześniej wyznaczonych mikroregionów fizycznogeograficznych (Kot 2008) zaprezentowano rozmieszczenie typów terenu.

W kolejnej pracy poświęconej klasyfikacji krajobrazu (Kot 2011), dla wybranych regionów fizycznogeograficznych wydzielonych wcześniej przez J. Kondrackiego (1998), zaproponowano weryfikację granic i zmianę ich rangi. Zaproponowane rozwiązania wpisują się także w dyskusje prowadzone w kontekście weryfikacji granic opracowanych wcześniej w powszechnie stosowanej regionalizacji fizycznogeograficznej. Na wybranych przykładach (Pojezierze Wielkopolsko-Kujawskie, Pojezierze Mazurskie, Pojezierze Iławskie), przedstawiono i uzasadniono zaproponowane zmiany. Wykazano, że indywidualne regiony (np. rozległe i odrębne obszary sandrowe) powinny być uznawane za regiony tej samej rangi (porównaj Równinę Ornecką 841.58 czy Równinę Urszulewską 315.16 wydzielone przez J. Kondrackiego (1998) oraz zaproponowaną przez habilitanta Równinę Nowotomyską 315.58). Wskazano ponadto potrzebę weryfikacji i ujednoczenia sposobu wyznaczania przebiegu granic regionów różnej rangi taksonomicznej, głównie mezoregionów i makroregionów fizycznogeograficznych.

W 2010 roku wspólnie z prof. W. Niewiarowskim opracowano typologię krajobrazu naturalnego Pojezierza Chełmińskiego-Dobrzyńskiego, Równiny Urszulewskiej oraz przyległych dolin Wisły i Drwęcy. Efektem tych prac stały się dwie publikacje, w języku polskim i angielskim (Niewiarowski, Kot 2010, 2011). Dla obszaru badań wydzielono i przedstawiono w tabeli odmiany, gatunki, rodzaje i klasy krajobrazu naturalnego. Prace nad delimitacją krajobrazów naturalnych nawiązują do wcześniejszych opracowań (Galon 1984; Richling 1992). W opracowaniach (Niewiarowski, Kot 2010, 2011) wyróżniono rodzaje krajobrazu naturalnego dolin rzecznych i dolin rynnowych oraz zaproponowano stosowanie szerszego pojęcia, tj. krajobrazy wodnolodowcowe w stosunku do krajobrazy fluwioglacjalne, a także wydzielono nowy typ krajobrazu tj. krajobrazy wałowe. W rezultacie na analizowanym obszarze wydzielono 31 odmian krajobrazu naturalnego, dla których głównymi kryteriami delimitacji były: rzeźba terenu, litologia utworów powierzchniowych oraz użytkowanie ziemi, w tym grunty orne, użytki zielone i szata

leśna. Rozmieszczenie odmian krajobrazu naturalnego zaprezentowano na mapie w skali 1:200 000.

Zebrane doświadczenia w zakresie klasyfikacji krajobrazu, czyli regionalizacji fizycznogeograficznej jak również typologii krajobrazu naturalnego wykorzystano w późniejszych opracowaniach m.in. opracowaniu 6 map (3 map typów krajobrazu naturalnego i 3 map regionów fizycznogeograficznych) w ramach Internetowego Atlasu Województwa Kujawsko-Pomorskiego. Jedną z nich, tzn. „Mapa odmian krajobrazów naturalnych” zwyciężyła w konkursie im. Krzysztofa Buczkowskiego organizowanym przez Stowarzyszenie Kartografów Polskich i uzyskała tytuł „Internetowej Mapy Roku 2014/2015”. Mapy mikroregionów fizycznogeograficznych i odmian krajobrazu naturalnego wykonano w skali 1:500 000, a mezoregionów, makroregionów fizycznogeograficznych, gatunków i rodzajów krajobrazu naturalnego, w skali 1:1 000 000 (Adamiak i in. 2015a, 2015b). W delimitacji regionów jak i krajobrazów naturalnych zastosowano podejście dedukcyjne i metodę czynników przewodnich. W typologii krajobrazu naturalnego kryteriami wydzielenia klas, podobnie jak w pracy A. Richlinga (1992), były główne cechy ukształtowania rzeźby terenu. Rodzaje wydzieleno na podstawie genezy rzeźby terenu oraz utworów powierzchniowych, a gatunki krajobrazów naturalnych na podstawie cech morfometrycznych w obrębie rodzajów. Kryteriami wydzielenia odmian krajobrazu naturalnego rozpoznawanych w obrębie gatunków były typy pokrycia terenu/użytkowania ziemi, głównie lasy, użytki rolne i wody. W obrębie województwa kujawsko-pomorskiego w ramach ww. opracowań wyróżniono 2 klasy, 7 rodzajów, 22 gatunki i 57 odmian. Na mapach dotyczących regionalizacji fizycznogeograficznej obszaru województwa, podczas wydzielenia regionów wyższego rzędu, zastosowano podobne kryteria jak w pracy J. Kondrackiego (1998). Natomiast mezoregiony fizycznogeograficzne wydzieleno głównie na podstawie morfogenezy rzeźby terenu jej litologii i cech morfometrycznych oraz struktury krajobrazu. W regionalizacji fizycznogeograficznej całego województwa w obrębie mezoregionów po raz pierwszy wydzieleno mikroregiony oraz wykonano korekty granic mezoregionów. Metodę klasyfikacji fizycznogeograficznej obszaru województwa kujawsko-pomorskiego oraz dyskusję przyjętych rozwiązań omówiono w pracy (Kot 2016). Charakterystykę mezoregionów fizycznogeograficznych zaprezentowano w publikacji (Kot 2017).

Zebrane w tym zakresie doświadczenia zostały już częściowo wykorzystane w pracach ogólnopolskiego zespołu powołanego do weryfikacji granic mezoregionów fizycznogeograficznych opracowanych dla obszaru Polski przez J. Kondrackiego (1998). Prace te są niezbędne dla przeprowadzenia audytu krajobrazowego.

Literatura:

1. Adamiak Cz. i in., 2015a. Internetowy Atlas Województwa Kujawsko-Pomorskiego. Urząd Województwa Kujawsko-Pomorskiego, <http://atlas.kujawsko-pomorskie.pl/maps/app/map#>. Dostęp 28.10.2015.
2. Adamiak Cz. i in., 2015b. Atlas Województwa Kujawsko-Pomorskiego. Z. Kozieł, M. Sobiech, A. Adamczyk (red.), Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, Toruń, 141.
3. Andrzejewski L., Kot R., 2006, O położeniu Torunia. [w:] L. Andrzejewski, P. Weckwerth, Sz. Burak (red.), Toruń i jego okolice monografia przyrodnicza. Wydawnictwo UMK, 27–34.
4. Galon R., 1984. Typy krajobrazu naturalnego i regiony fizycznogeograficzne. [w:] R. Galon (red.), Województwo toruńskie: przyroda–ludność i osadnictwo–gospodarka. PWN, Warszawa-Poznań-Toruń, 251–259.
5. Kondracki J., 1998. Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
6. Kot R., 1999. Typy uroczysk Rezerwatu Krajobrazowego „Dolina Osy” jako podstawowe jednostki przestrzenne dla racjonalnej gospodarki zasobami przyrody. [w:] A. Barcikowski, M. Boiński, A. Nienartowicz (red.), Wielofunkcyjna rola lasu. Ochrona przyrody, gospodarka, edukacja. IV Konferencja Naukowa w Borach Tucholskich, Toruń – Funka 1999, 207–212.
7. Kot R., 2000. Problematyka delimitacji typów uroczysk na przykładzie wybranego fragmentu Rezerwatu Krajobrazowego „Dolina Osy”. Acta Univ. N. Copernici, Geografia XXX, Toruń, 57–74.
8. Kot R., 2001. Zmiany przestrzenne geokompleksów wybranego obszaru Parku Krajobrazowego Doliny Dolnej Wisły w okresie ostatnich 80-ciu lat, [w:] K. German, J. Balon (red.), Przemiany środowiska przyrodniczego Polski a jego funkcjonowanie. Problemy Ekologii Krajobrazu, 10, Kraków, 100–106.
9. Kot R., 2008. Problem delimitacji mikroregionów fizycznogeograficznych w krajobrazach dolin i nizin. Problemy Ekologii Krajobrazu, 20, Warszawa, 197–207.
10. Kot R., 2009. Próba ujednoczenia rangi jednostek rzeźby terenu dla delimitacji geokompleksów wybranych krajobrazów nizinnych. Problemy Ekologii Krajobrazu, 23, Kraków, 167–179.
11. Kot R., 2011. Propozycja weryfikacji regionalizacji fizycznogeograficznej Polski na przykładzie wybranych regionów Niżu Polskiego. Problemy Ekologii Krajobrazu, 29, Warszawa-Kielce, 29–39.
12. Kot R., 2016. Metodyka klasyfikacji fizycznogeograficznej obszaru województwa kujawsko-pomorskiego. Problemy Ekologii Krajobrazu, 41, Kraków, 43–57.
13. Kot R., 2017. Typy krajobrazu naturalnego i regiony fizycznogeograficzne. [w:] A. Radziwiński (red.), Dzieje regionu kujawsko-pomorskiego. Województwo Kujawsko-Pomorskie Urząd Marszałkowski & Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa „Dom Organizatora”, Toruń, 100–108.
14. Kunz M., Kot R., 2003. System Informacji Geograficznej GIS i teledetekcja jako współczesne metody analizy krajobrazu, [w:] Kształtowanie przestrzeni oraz formy zagospodarowania turystycznego i rekreacyjnego parków krajobrazowych w harmonii z przyrodą. referaty z seminarium w Brudzeniu Dużym, 12.XII 2003 r., Zespół Parków Krajobrazowych Brudzeńskiego i Gostyńskiego-Włocławskiego, Kowal, 35–40.
15. Niewiarowski W., Kot R., 2010. Delimitacja i charakterystyka gatunków i odmian krajobrazu naturalnego Pojezierza Chełmińskiego-Dobrzyńskiego, Równiny Urszulewskiej oraz przyległych dolin Wisły i Drwęcy. Przegląd Geograficzny, 82(2), 335–364.
16. 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.
17. Richling A., 1992. Kompleksowa geografia fizyczna. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

B/ OCHRONA I KSZTAŁTOWANIE ŚRODOWISKA

Szereg moich prac dotyczy wielu aspektów ochrony i kształtowania środowiska. Koncentrują się one głównie wokół procedur i metodyki sporządzania map sozologicznych dla różnych obszarów m.in. miast, stref podmiejskich, obszarów chronionych. Opracowania te realizowano w różnych skalach od 1:10 000 do 1:50 000. Opracowania te w wersji cyfrowej przy użyciu oprogramowania ArcGIS obejmują różny zakres wydzieleni i oznaczeń. Szczególne opracowanie z tego zakresu dotyczyło obszaru objętego Zintegrowanym Monitorowaniem Środowiska Przyrodniczego tj. zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej (Andrzejewski, Kot, Racinowska 2004). Dla tego obszaru w latach 2004 i 2017 wykonano cyfrowe mapy sozologiczne w skali 1:25 000, co umożliwiło analizę tendencji zmian stanu środowiska na tym terenie. Podsumowania badań z zakresu metodyki i procedur sporządzania map sozologicznych zawarto w publikacjach (Kot, Kunz 2003; Kunz, Kot 2007).

W tym samym nurcie mieści się także współautorstwo w opracowaniach 24 komentarzy do cyfrowych map sozologicznych wykonanych dla całego województwa kujawsko-pomorskiego w skali 1:50 000. Opracowane komentarze dotyczą głównie charakterystyki degradacji gleb, lasów i powietrza atmosferycznego, przeciwdziałania degradacji środowiska przyrodniczego oraz wskazań dotyczących kształtowania i ochrony środowiska. Ponadto w ramach Internetowego Atlasu Województwa Kujawsko-Pomorskiego we współautorstwie opracowano 4 mapy: zagrożeń środowiska, degradacji komponentów środowiska, przeciwdziałania degradacji środowiska i syntetycznej mapy zmian w środowisku (Adamiak i in. 2015a, 2015b).

Poza inwentaryzacją i wizualizacją zagrożeń, czynników degradujących i przeciwdziałania degradacji środowiska, w ramach ochrony środowiska, zajmowano się także inwentaryzacją i rozmieszczeniem form ochrony przyrody oraz obszarów ważnych z ekologicznego punktu widzenia. Dla dolnego fragmentu dorzecza Drwęcy, na mapie w skali 1:100 000, zaprezentowano rozmieszczenie obszarów Natura 2000, rezerwatów przyrody, parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu, a także sieci ekologicznej ECONET oraz Zielonych Płuc Polski (Kot 2007).

Na przykładzie wybranych form ochrony przyrody, zlokalizowanych w dolinach Wisły i Osy, omówiono wzajemne relacje pomiędzy reżimem ochronnym, powierzchnią ochrony i przedmiotem ochrony (Kot 2005).

Literatura:

1. Adamiak Cz. i in., 2015a. Internetowy Atlas Województwa Kujawsko-Pomorskiego. Urząd Województwa Kujawsko-Pomorskiego, <http://atlas.kujawsko-pomorskie.pl/maps/app/map#>. Dostęp 28.10.2015.

2. Adamiak Cz. i in., 2015b. Atlas Województwa Kujawsko-Pomorskiego. Z. Kozieł, M. Sobiech, A. Adamczyk (red.), Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, Toruń, 141.
3. Andrzejewski L., Kot R., Racinowska M., 2004. Stan środowiska przyrodniczego zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej na podstawie kartowania sozologicznego. [w:] M. Kejna, J. Uscka (red.), Funkcjonowanie i monitoring geoekosystemów w warunkach narastającej antropopresji, Biblioteka Monitoringu Środowiska Przyrodniczego, 65–73.
4. Kot R., 2005. Zagrożenia wybranych form ochrony przyrody województwa kujawsko-pomorskiego. [w:] M. Strzyż (red.), Perspektywy rozwoju regionu w świetle badań krajobrazowych. Problemy Ekologii Krajobrazu, 12, Kielce, 257–268.
5. Kot R., 2007. Formy ochrony przyrody dolnej części dorzecza Drwęcy. [w:] W. Marszelewski, L. Kozłowski (red.), Ochrona i zagospodarowanie dorzecza Drwęcy. t. 1, Wydawnictwo UMK, Toruń, 163–175.
6. Kot R., Kunz M., 2003. Mapa sozologiczna jako obraz działalności człowieka i przemian krajobrazu na przykładzie wybranych parków krajobrazowych województwa kujawsko-pomorskiego. [w:] Kształtowanie przestrzeni oraz formy zagospodarowania turystycznego i rekreacyjnego parków krajobrazowych w harmonii z przyrodą. referaty z seminarium w Brudzeniu Dużym, 12.XII 2003 r., Zespół Parków Krajobrazowych Brudzeńskiego i Gostynińskiego-Włocławskiego, Kowal, 4–12.
7. Kunz M., Andrzejewski L., Kot R., Marszelewski W., 2014. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-85-C Bukowiec. Główny Geodeta Kraju.
8. Kunz M., Andrzejewski L., Kot R., Skowron R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-97-A Pruszcz. Główny Geodeta Kraju.
9. Kunz M., Andrzejewski L., Wysota W., Krawiec A., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-87-D Zbiczno. Główny Geodeta Kraju.
10. Kunz M., Andrzejewski L., Kot R., Kubiak-Wójcicka K., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-85-D Świecie. Główny Geodeta Kraju.
11. Kunz M., Andrzejewski L., Kot R., Kubiak-Wójcicka K., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-086-C Grudziądz Mniszek. Główny Geodeta Kraju.
12. Kunz M., Andrzejewski L., Kot R., Kubiak-Wójcicka K., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-086-D Grudziądz. Główny Geodeta Kraju.
13. Kunz M., Andrzejewski L., Wysota W., Krawiec A., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-88-C Nowe Miasto Lubawskie. Główny Geodeta Kraju.
14. Kunz M., Andrzejewski L., Weckwerth P., Pawłowski B., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-123-B Dobrzyń nad Wisłą. Główny Geodeta Kraju.
15. Kunz M., Andrzejewski L., Molewski P., Krawiec A., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-123-C Chodecz. Główny Geodeta Kraju.
16. Kunz M., Andrzejewski L., Molewski P., Pawłowski B., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-123-D Gostynin. Główny Geodeta Kraju.
17. Kunz M., Andrzejewski L., Wysota W., Marszelewski W., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-99-C Golub Dobrzyń. Główny Geodeta Kraju.
18. Kunz M., Andrzejewski L., Wysota W., Marszelewski W., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-99-D Rypin. Główny Geodeta Kraju.
19. Kunz M., Andrzejewski L., Wysota W., Pius B., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-98-D Kowalewo Pomorskie. Główny Geodeta Kraju.
20. Kunz M., Andrzejewski L., Wysota W., Pius B., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-99-A Książki. Główny Geodeta Kraju.

21. Kunz M., Andrzejewski L., Wysota W., Krawiec A., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-100-B Lidzbark. Główny Geodeta Kraju.
22. Kunz M., Andrzejewski L., Wysota W., Solarczyk A., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-100-C Skrwilno. Główny Geodeta Kraju.
23. Kunz M., Andrzejewski L., Wysota W., Pius B., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-111-A Lipno. Główny Geodeta Kraju.
24. Kunz M., Andrzejewski L., Wysota W., Marszelewski W., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-111-B Sकेpe. Główny Geodeta Kraju.
25. Kunz M., Andrzejewski L., Wysota W., Solarczyk A., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-100-D Żuromin. Główny Geodeta Kraju.
26. Kunz M., Andrzejewski L., Wysota W., Pius B., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-112-A Sierpc. Główny Geodeta Kraju.
27. Kunz M., Andrzejewski L., Wysota W., Pius B., Krawiec A., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-99-B Brodnica. Główny Geodeta Kraju.
28. Kunz M., Andrzejewski L., Wysota W., Solarczyk A., Krawiec A., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-100-A Górzno. Główny Geodeta Kraju.
29. Kunz M., Andrzejewski L., Weckwerth P., Marszelewski W., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-111-D Tłuchowo. Główny Geodeta Kraju.
30. Kunz M., Andrzejewski L., Weckwerth P., Pawłowski B., Kot R., 2015. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1:50 000 arkusz N-34-112-C Gozdowo. Główny Geodeta Kraju.
31. 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, 139–146.

