

Prof. dr hab. Piotr A. Werner
Uniwersytet Warszawski
Wydział Geografii i Studiów Regionalnych

00-927 Warszawa
ul. Krakowskie Przedmieście 30
tel. 225520652
email: peter@uw.edu.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Marcina Szwagrzyka
pt. Wpływ pola podstawowego i kontekstu przestrzennego na modelowanie
zmian użytkowania ziemi

Formalną podstawą recenzji jest pismo Zastępcy Przewodniczącego Rady Dyscypliny geografia społeczno-ekonomiczna i gospodarka przestrzenna na Uniwersytecie Jagiellońskim, prof. UJ, dr hab. Elżbiety Bilskiej-Wodeckiej z dn. 20 lipca 2021 r. Recenzję wykonano na podstawie dostarczonego maszynopisu, wydruku egzemplarza rozprawy oraz zawartych w niej abstraktów w języku polskim i angielskim.

Rozprawa doktorska autorstwa mgr Marcina Szwagrzyka wyróżnia się spośród innych, ostatnio recenzowanych przeze mnie, ze względu na zawartość treści, która zawiera syntezę elementów teoretycznych, empirycznych, operacyjnych oraz aplikacyjnych. Napisana pod kierunkiem prof. dr hab. Jacka Kozaka, liczy 106 stron, obejmuje siedem rozdziałów (w tym Wstęp i rozdział końcowy: Wnioski), 25 rycin oraz 4 tabele, jak również spisy: literatury cytowanej (w tekście: Bibliografia), rycin i tabel. Poszczególne części zostały dodatkowo podzielone na podrozdziały (do czwartego stopnia). Bibliografia obejmuje 105 pozycji, w tym 86 w języku angielskim.

Kwestia zmienności tj. wyboru (układu odniesienia i wielkości) adekwatnych jednostek przestrzennych (w j. ang. *MAUP, Modifiable Areal Unit Problem*), określona w pracy równoważnym terminem: problem zmiennego pola podstawowego, jest jednym z najtrudniejszych, nierozwiązanym do tej pory zagadnieniem w badaniach geograficznych (i w zakresie gospodarki przestrzennej). Równocześnie problem zmiennego pola podstawowego, jest często świadomie (arbitralnie) lub nieumyślnie pomijany w badaniach użytkowania ziemi. Najczęściej cytowane publikacje naukowe w literaturze anglosaskiej w zakresie tematyki MAUP pochodzą z ostatniej dekady XX i początku XXI wieku, ale obserwuje się cykliczne powracanie do tematu co kilka lat (na podstawie kwerend: 1000 publikacji w Google Scholar i 200 w bazie Scopus).

Drugi rozpatrywany problem, splatający się z wyżej opisanym i podniesiony w rozprawie, to zagadnienie niepewności kontekstu przestrzennego (w j. ang. *UGCP, Uncertain Geographic Context Problem*). Wiąże się także z niepewnością określenia horyzontu czasowego badań przestrzennych. Podważa (w pewnym stopniu) paradygmat tradycyjnych badań geograficznych, wymagających precyzyjnego określenia zasięgu przestrzennego i ram czasowych badania. Zainteresowanie tym zagadnieniem zaznaczyło pod koniec XX wieku, natomiast znacznie wzrosło od ponad pięciu ostatnich lat (na podstawie kwerend: 950 publikacji w Google Scholar i 60 w bazie Scopus).

Kwintesencją splotu obu problemów rozpatrywanych w rozprawie doktorskiej są znane w środowisku geografów i specjalistów gospodarki przestrzennej dwa 'prawa geografii' autorstwa Waldo R.

Toblera¹; zresztą Autor cytuje pierwsze z nich (najbardziej popularne) w kontekście przeglądu literatury. Użytkowanie ziemi jest jednym z charakterystycznych obszarów badawczych geografii i gospodarki przestrzennej, w którym ujawniają się obydwie poruszone w rozprawie problemy, a ponadto zmiany użytkowania ziemi są wyznacznikiem o wiele szerszych procesów, m.in. procesów klimatycznych w skali globalnej, jak zauważa Autor we wstępie (s.5).

Główny cel rozprawy Doktorant zdefiniował następująco: „zbadanie wpływu zmiennego pola podstawowego oraz kontekstu przestrzennego na wyniki modelowania użytkowania ziemi”. Dodatkowo sformułował cele metodyczne: „opracowanie rozwiązań umożliwiających automatyczne generowanie wielu modeli zmian użytkowania ze zmiennymi parametrami związanymi z różnorodnymi modyfikacjami obszaru modelowania oraz automatyczną analizę wyników tych modeli” oraz cel aplikacyjny: „sformułowanie wytycznych do konstruowania modeli zmian użytkowania ziemi, które pozwolą na ograniczenie wpływu pola podstawowego i kontekstu przestrzennego na uzyskiwane wyniki oraz oszacowanie ich niepewności” (s.10).

Bazą danych empirycznych dla tak sformułowanych celów były dane dotyczące użytkowania ziemi i wyniki badania dotyczące modelowania i symulacji rozmieszczenia lasów w Karpatach Polskich, realizowane wcześniej przez Autora w ramach projektu badawczego FORECOM. Do modelowania wykorzystano jedną z szerzej rozpoznanych i stosowanych w badaniach zmian użytkowania ziemi aplikację Dyna-CLUE (jeden z wariantów modelu CLUE, akronim - *Conversion of Land Use and its Effects*). W części empirycznej rozprawy wykorzystano dane i model sformułowany w ramach projektu badawczego FORECOM, ale wartość dodaną (i zasadniczy przedmiot badań w rozprawie) stanowi szereg eksperymentów, zamodelowanych wariantów wykorzystujących różne pola podstawowe.

W tym kontekście należy przyjąć, że problematyka rozprawy mieści się ramach geografii stosowanej, a w szczególności dotyczy uogólnień na pograniczu metodologii geografii, metodyki wykorzystania systemów informacji geograficznej (GIS) oraz geografii fizycznej i gospodarki przestrzennej.

Przedstawione w początkowych rozdziałach założenia, pytania i eksperymentalny tok badawczy, którego celem było „wykazanie przykładowych konsekwencji, jakie zmiany obszaru modelowania mają dla procedury modelowania oraz dla uzyskiwanych (...) wyników” (s. 10), wprowadza (w niejawnym sposób) model rozumowania abdukcyjnego (wyjaśniania rozpoznanych wyników). Nic też dziwnego, że Doktorant zadeklarował sformułowanie hipotez roboczych dotyczących wpływu MAUP i UGCP na wyniki modelowania na podstawie wyników przeprowadzonych eksperymentów, a nie tylko na podstawie rozpoznanych w literaturze przedmiotu wyników badań i dedukcji logicznej na podstawie warunków wyjściowych zamodelowanych eksperymentów. Po przeglądzie literatury przedmiotu i przeprowadzonych eksperymentach w pierwszej części rozprawy Autor w rozprawie sformułował cztery hipotezy (r. 3, s.46): (i) *dotyczącą zmienności pola podstawowego (MAUP); zmieniając pole podstawowe można manipulować (...) wynikami modeli zmian użytkowania ziemi, w granicach określonych przez założenia modelu; (ii) dotyczącą (kontekstu przestrzennego, UGCP) - wrażliwości wyników modelowania na zmianę obszaru modelowania zależną w polach podstawowych istotnie od relacji między parametrami tych pól a parametrami obszaru modelowania, w granicach którego*

¹ Tobler's idea that "Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things" is referred to as the "first law of geography." He has proposed a second law as well: "The phenomenon external to an area of interest affects what goes on inside" (źródło: wyszukiwanie internetowe Google, Aug. 2021).

znajdują się te pola; (iii) dotyczącą istotnie różnych wyników modeli dla różnych układów jednostek przestrzennych, dla różnych pól podstawowych o porównywalnej wielkości powierzchni. Czwarta hipoteza jest operacyjna i dotyczy (iv) narzędzi uczenia maszynowego, które umożliwiają określenie wrażliwości modeli i ocenę, czy wyniki konkretnych modeli mieszczą się w zakresie wyznaczonym przez wrażliwość modelu.

Takie sformułowanie hipotez narzuca Autorowi rolę sceptyka, niedowierzącego wynikom uzyskiwanym w aplikacji modelowania zmian użytkowania ziemi i poszukującego bardziej doskonałych narzędzi i testowania kolejnych wariantów, zmieniając wielkość i układ pól podstawowych i rozpatrując wzajemne relacje czynników wpływających na zmiany użytkowania ziemi. Splot problemów, celów i hipotez badawczych, w kontekście badań zmian użytkowania ziemi, kwalifikuje temat rozprawy jako oryginalny w warstwie metodologicznej i aplikacyjnej, nie ujmując wartości dodanej w zakresie problematyki merytorycznej badań modelowania i symulacji rozmieszczenia lasów w Karpatach Polskich, która w rozprawie stanowi jedynie tło i scenę rozważań.

Wykorzystywana w rozprawie aplikacja Dyna-CLUE obejmuje dwie główne procedury: oszacowanie ilościowe możliwych, przyszłych zmian użytkowania ziemi (*land use demand*, nazwana analizą popytu w rozprawie) na podstawie wskazanych czynników nieprzestrzennych (*driving factors of change*) oraz analizy przestrzennej – oszacowania docelowej lokalizacji (alokacji) zmian poszczególnych kategorii użytkowania ziemi na podstawie wybranych czynników lokalizacji (*driving factors of location*). Te dwa moduły sprzęga pomocnicza, synchronizująca procedura, regulująca zakres wyników modelu i/lub wykluczająca lokalizacje ich zmian (modelowanie statystyczne). W tym kontekście, wyraźniej rysują się cele badawcze, metodyczne i aplikacyjne oraz hipotezy sformułowane przez Autora. Hipoteza główna (i) zakładająca istotny wpływ zmienności pola (zarówno efektu skali jak i agregacji jednostek odniesienia) na ograniczony zakres uzyskiwanych wyników modelowania użytkowania ziemi za pomocą aplikacji Dyna-CLUE, została zweryfikowana pozytywnie na każdym etapie operacjonalizacji (analizy popytu, w trakcie modelowania statystycznego regresji wielokrotnej oraz w procedurze alokacji). Potwierdzono nierozwiązywalność problemu i uzyskane w 1984 roku przez S. Openshawa wyniki: „manipulując kształtem i rozmiarem pola podstawowego można uzyskać praktycznie dowolne wyniki” (s. 88).

Można tutaj doszukiwać się (przez analogię) podobieństwa do rozpoznanego w ekonometrii i statystyce problemu heteroskedastyczności zmiennej losowej (warunkowej lub bezwarunkowej) związanego z wariancją błędu statystycznego lub rozproszenia zmiennej niezależnej.

Natomiast należy podkreślić w rozprawie znaczenie pozytywnej weryfikacji drugiej hipotezy (ii), dotyczącej kontekstu przestrzennego (UGCP). Kluczowe jest zrozumienie stwierdzenia (s. 89.): „czynnikiem, który (...) decydował (...) [o wpływie] na uzyskiwane wyniki (...) [modelowania] w danym polu podstawowym, są [jego] właściwości (...) w odniesieniu do właściwości [całego] obszaru modelowania”. Autor formułuje dezyderat analizy wrażliwości wyników na zmiany wielkości (całego) obszaru modelowania. W tym kontekście problem można sprowadzić do porównania struktur użytkowania ziemi (pola podstawowego i całego obszaru). Analogicznie, można przywołać rodzinę klasycznych wskaźników poznawczych geografii, a w tym iloraz lokalizacji (spełniający funkcję podobną do standaryzacji cech, T. Czyż, 2016). Zwłaszcza, że na pewnym etapie analizy wrażliwości pod kątem efektu skali Doktorant zdecydował się w rozprawie na uproszczenie kategoryzacji struktury użytko-

wania ziemi wyróżniając wyłącznie typy: lasy i inne, dobierając adekwatną wielkość pól „zawierających obie klasy w proporcjach umożliwiającą wykonanie analizy regresji” na jak największym obszarze (r. 4.2.6.2, s. 50).

Zweryfikowana pozytywnie trzecia hipoteza (iii) jest właściwie uszczegółowieniem pierwszej i potwierdza jej aspekt jakościowy (efekt agregacji MAUP) przez porównanie różnych kategorii układów odniesienia pól podstawowych o porównywalnej rozdzielczości: jednostek fizycznogeograficznych, administracyjnych lub geometrycznej siatki pól.

Zweryfikowana pozytywnie ostatnia hipoteza (iv) postawiona w rozprawie i dotycząca potwierdzenia przydatności narzędzi uczenia maszynowego do analizy wrażliwości modeli zmian użytkowania ziemi i oceny wyników modelowania jest właściwie rozwiązaniem problemu postawionego w literaturze przedmiotu już w latach dziewięćdziesiątych (s. 92). Należy tutaj podkreślić wkład własny i wykorzystanie autorskiej aplikacji oprogramowania i dedykowanych bibliotek języka Python.

Praca składa się z trzech głównych części: teoretyczno-analitycznej, eksperymentalnej oraz dyskusji i interpretacji uzyskanych wyników. Część pierwsza (ok. 45% tekstu) obejmuje Wstęp (w tym przegląd literatury przedmiotu), opis konstrukcji modelu Dyna-CLUE (r. 2), wykorzystywanego w badaniach FORECOM oraz etap wstępny, przygotowania do fazy eksperymentalnej modelowania i symulacji zmian użytkowania ziemi w Karpatach Polskich. Były to m.in. konstrukcja różnych scenariuszy zmian zalesienia, różnych wariantów obliczeń we wstępnej analizie popytu i różnych wariantów obszarów modelowania, regresja logistyczna zmiennych objaśniających – przyrodniczych i społeczno-ekonomicznych względem poszczególnych klas użytkowania ziemi oraz wdrożenie procedur alokacji. W tej części wstępnie przeanalizowano i przeprowadzono trzy eksperymenty (symulacje) dla każdego z trzech etapów modelowania za pomocą aplikacji Dyna-CLUE manipulując różnymi obszarami modelowania. Różnice wyników tych symulacji stanowiły punkt wyjścia konstrukcji właściwych hipotez badawczych w rozdziale 3 (pt. Hipotezy).

Część druga, eksperymentalna (25%), to rozdział czwarty pt. Metody, w którym iteracyjnie przeprowadzono szereg symulacji dla różnych obszarów modelowania dobierając różne układy jednostek odniesienia – pól podstawowych o różnej rozdzielczości przestrzennej. Wykorzystanie narzędzi uczenia maszynowego polegało na iteracyjnym stosowaniu regresji logistycznej jako metody klasyfikacji i regresji liniowej „w celu zbiorczego przeanalizowania wyników zmian użytkowania” (s. 48) [ziemi] w Karpatach Polskich. Jednocześnie, jak wspomniano wyżej, uproszczono dychotomicznie klasyfikację użytkowania ziemi (las i inne) oraz ograniczono liczbę zmiennych objaśniających do siedmiu istotnych statystycznie (z 10 rozpatrywanych uprzednio). Układy jednostek odniesienia podzielono na część treningową i część testową w uczeniu maszynowym. Jednocześnie przeprowadzono procedury autokorelacji przestrzennej wybranych zmiennych objaśniających ustalając na ich podstawie optymalną rozdzielczość przestrzenną – wielkość pól podstawowych, która nie powinna być większa niż ujawnione za pomocą semiwariogramów wartości progowe. To główna część rozprawy, której zadaniem było zweryfikowanie hipotez postawionych w rozprawie.

Objętość tej najkrótszej części tekstu rozprawy prawdopodobnie nie odpowiada faktycznemu nakładowi pracy i czasu poświęconego symulacjom. Trzeba wziąć pod uwagę, że modelowanie polegało na wykorzystaniu kolejno układów pól podstawowych; dla efektu agregacji: 40 mezoregionów fizycznogeograficznych, 31 powiatów, 46 kwadratowych pól podstawowych o boku 25km i 240 – o boku 10km oraz ich agregatów spójnych (jednorodnych) przestrzennie i różnorodnych; dla efektu skali

siatkę geometryczną kwadratowych pól podstawowych o boku 1300 m, (wybiórczo) skalowaną rosnąco w postępie arytmetycznym do 10400 m, a później podwajając różnicę ciągu (do 41600 m).

Należy jednak wskazać, że opis procedur, stosowanych aplikacji i materiał kartograficzny zawarty w tej części nie do końca odpowiada tytułowi rozdziału. Nie jest to wyłącznie opis stosowanych metod, ale faktyczna operacjonalizacja i realizacja symulacji prowadząca do weryfikacji dwóch pierwszych postawionych hipotez, w porównaniu do wcześniej uzyskanych wyników w realizacji projektu badawczego FORECOM (co zresztą Autor przyznaje na s. 69). Uzyskane, wariantowe wyniki symulacji po dokonaniu alokacji w modelu Dyna-CLUE poddano analizie wrażliwości ze względu na pole podstawowe i kontekst przestrzenny (r. 4.6, s. 67). Polegała ona ponownie na wykonaniu wielokrotnym analiz regresji liniowej, ale tym razem zmiennymi objaśnianymi były: wartości prawdopodobieństw występowania lasów w polach podstawowych (w podziale na strefy, tzw. *split* w procedurze statystycznej), lesistość początkowa oraz „ilorazy lokalizacji” (opisane wyżej, w kontekście drugiej hipotezy).

Ostatnią część rozprawy (ok. $\frac{1}{3}$ tekstu) poświęcono dyskusji, interpretacji uzyskanych wyników i sformułowaniu wniosków z przeprowadzonych badań, prowadząc dyskurs w ramach trzech wątków wymuszonych przez procedury modelowania aplikacji Dyna-CLUE: na etapie analizy popytu, modelowania statystycznego oraz procedur alokacji.

Sformułowane wnioski analizy wrażliwości na etapie analizy popytu są uszczegółowieniem wyników eksperymentów wstępnych w części pierwszej, teoretyczno-analitycznej. Konkluzją istotną dla przyszłych badań użytkowania ziemi jest alternatywny dobór albo powiatów albo jednorodnych mezoregionów (i ich agregacji w granicach makroregionów), jako obszarów modelowania, ze względu na minimalizację odchyłeń standardowych (dla powiatów) i rozproszenia lesistości (dla mezoregionów). Potwierdzono tutaj przypuszczenia o minimalizacji heteroskedastyczności w badanych przypadkach - w badaniach operowano wskaźnikiem odchylenia standardowego oraz rozproszenia lesistości (s. 71).

Dyskurs dotyczący wyników analizy wrażliwości na etapie modelowania statystycznego dowiódł dużego zróżnicowania wielkości i kierunków zależności pomiędzy użytkowaniem ziemi a zmiennymi objaśniającymi. Ze względu na maksymalizację spójności wewnętrznej cech fizycznogeograficznych oraz maksymalizację różnic ilorazów (proporcji klas użytkowania ziemi) Doktorant wskazuje w rozprawie na nieznaczną przewagę wyboru układów jednostek odniesienia: agregacji spójnych przestrzennie kwadratów o boku 10 km oraz spójnych przestrzennie agregacji różnorodnych mezoregionów. Zróżnicowanie uzyskanych współczynników kierunkowych regresji dla objaśniających zmiennych przyrodniczych i społeczno-ekonomicznych, w granicach różnych pól podstawowych i ich agregatów: kwadratów, mezoregionów i powiatów dało asumpt w rozprawie do wnioskowania o prawdziwości trzeciej hipotezy o istotności sposobu wyznaczania granic. Zdaniem Doktoranta potwierdzają one sformułowanie hipotezy trzeciej (s.78). Trzeba jednak pamiętać, że faktycznie pod hasłem struktura użytkowania ziemi w analizie wrażliwości kryją się faktycznie tylko dwie klasy: lasy i inne. Określono także próg wielkości pola podstawowego pozwalającego na próbkowanie rozpatrywanych dwóch klas użytkowania ziemi. Trudno ocenić, czy wprowadzenie innego podziału: dychotomicznego (np. lasy i obszary semi-naturalne oraz inne) lub o większej liczbie klas, dałoby porównywalne wyniki analizy wrażliwości na etapie modelowania statystycznego.

Wyniki analizy wrażliwości modeli na etapie alokacji zmian użytkowania ziemi dowiodły, że kontekst przestrzenny ma znaczenie. Jako model referencyjny dla kolejnych wariantów symulacyjnych w rozprawie przyjęto uzyskane wcześniej rezultaty w projekcie badawczym FORECOM. Zaobserwowano, że (s.81): „najważniejszą zmienną wyjaśniającą (...) była (...) lesistość obszaru modelowania”, dla wariantu symulacji z analizą popytu wyliczoną metodą względną. Z kolei dla wariantu symulacji z analizą popytu wyliczoną metodą bezwzględną znaczenie miały zmienne (s.81): iloraz prawdopodobieństwa [lokalizacji] lasu na obszarach bezleśnych w polu podstawowym względem obszaru modelowania oraz lesistość początkowa. Oszacowane wyniki pozwoliły Autorowi zweryfikować pozytywnie hipotezę drugą, dotyczącą znaczenia kontekstu przestrzennego.

Końcowym etapem wnioskowania było zestawienie wszystkich wariantów symulacji dla różnych obszarów modelowania i scenariuszy zmian lesistości zdefiniowanych w rozprawie: I (intensyfikacja zalesienia na skutek przyspieszenia tempa procesów porzucania ziemi) względem wyników uzyskanych w modelu referencyjnym (FORECOM), dla analogicznego scenariusza I oraz zdefiniowanego scenariusza P (zahamowania procesów porzucania ziemi i suburbanizacji oraz koncentracji osadnictwa). Rozrzut wyników był większy dla różnych obszarów modelowania przy zastosowaniu symulacji dla wariantów z analizą popytu wyliczoną metodą względną. Wyniki dla zastosowania metody bezwzględnej analizy popytu w symulacji zmian lesistości dowodziły większego znaczenia scenariuszy i mniejszego rozrzutu wartości, co umocniło Autora w przekonaniu o pozytywnej weryfikacji hipotezy głównej (pierwszej) i możliwości ograniczenia wpływu zmiennego pola podstawowego.

Rozprawę podsumowują dwa znaczące rozdziały: Dyskusja (r. 6) i Wnioski (r. 7), stanowiące syntezę rozprawy. W dyskusji skonfrontowano obserwacje i wyniki przeprowadzonych analiz wrażliwości oraz zweryfikowane hipotezy dotyczące wpływu zmienności pola podstawowego i kontekstu przestrzennego na badania użytkowania ziemi w Karpatach Polskich z ustalonymi na podstawie literatury przedmiotu obserwacjami i udowodnionymi twierdzeniami. Można je podzielić na sugestie (usprawniające tok badań), uogólnienia i kategoryczne twierdzenia. Dyskusja jest prowadzona ostrożnie, uwzględniając zarówno detale i szczegółowe uwarunkowania formalnych procedur statystycznych, analiz przestrzennych, jak i właściwości badanych cech obszaru badań. Spośród bardziej znaczących sugestii, formułowany jest postulat wykorzystywania metody bezwzględnej na etapie wstępnym modelowania Dyna-CLUE (analizy popytu) – skojarzony z propozycją, a właściwie (niejawną) tezą o proporcjonalności wielkości przewidywanych zmian w strukturze użytkowania ziemi względem wielkości obszaru modelowania. Alternatywnie (na s. 86), formułowana jest sugestia modyfikacji stosowanej aplikacji modelowania, rezygnując z początkowego ustalania przedziałów wielkościowego zmian użytkowania ziemi, co wpisuje się w dezyderaty innych badań w literaturze przedmiotu. Ostrożnym uogólnieniem jest stwierdzenie odwrotnej proporcjonalności dopasowania modeli statystycznych do wielkości obszarów modelowania (s. 87), obwarowane jednak szeregiem uwarunkowań formalnych i przedmiotowych. Ten wątek nieuchronnie prowadzi do dyskusji na temat homogeniczności pól podstawowych i (względnej) heterogeniczności obszarów modelowania oraz adekwatności wstępnych procedur na etapie tworzenia zbiorów danych wejściowych.

W Dyskusji podnoszony jest także wątek rosnącej objętości zbiorów danych teledetekcyjnych wskutek zwiększającej się rozdzielczości przestrzennej, którą Autor wiąże też z redundancją spowodowaną zwiększającą się liczbą pól podstawowych i sugeruje ograniczenie (optymalizowanie) ich liczby na obszarach modelowania. Przecież jednak wzrostowi rozdzielczości przestrzennej towarzyszy

także wzrost rozdzielczości spektralnej, co znacznie może zwiększyć zakres analiz zmian użytkowania ziemi.

Kategorycznym stwierdzeniem wpływu MAUP i UGCP na uzyskiwane wyniki modelowania jest potwierdzenie (wspomnianej wyżej) opinii S. Openshawa, że manipulując jedynie wielkością obszaru modelowania można uzyskać rozrzut wyników znacznie większy niż wyniku zastosowania różnych scenariuszy. Pozytywna weryfikacja trzech pierwszych hipotez, zdaniem Autora wymusza konieczność przeprowadzania analizy wrażliwości i doboru pól podstawowych oraz obszaru modelowania oraz konieczność podejścia do próbkowania danych jak w innych dyscyplinach tj., „aby obszar analizy, czyli próbka danych, był niezależny od badanego zjawiska”, a pola podstawowe powinny być merytorycznie powiązane z badanym zjawiskiem (s. 90-91).

Wnioski wysnute na podstawie przeprowadzonych badań skłoniły Autora do sformułowania wytycznych, które można traktować, jako rozszerzenie procedury modelowania zmian użytkowania ziemi w celu ograniczenia niepewności wyników uzyskiwanych w kontekście MAUP i UGCP.

W trakcie lektury rozprawy mogą pojawić pewne ogólne przemyślenia, które dotyczą zarówno badanej problematyki, toku i specyfiki metodyki badań w rozprawie.

Korzystając z prawa recenzenta do wyrażenia własnej opinii, można poruszyć problem otwartej nauki i udostępniania aplikacji, który pojawia się w różnych kontekstach w publikacjach naukowych. Już obecnie część redakcji czasopism naukowych rezerwuje na swoich stronach internetowych dodatkowe miejsca na udostępnianie kodów źródłowych programów komputerowych i danych, dzięki którym można albo powtórzyć zawarte w studiach naukowych procedury albo zweryfikować ich działanie dla analogicznych problemów na innych obszarach geograficznych. Wykorzystanie otwartego oprogramowania wymaga respektowania praw autorskich i zasad otwartych licencji. Zakładając powtarzalność wykonanych procedur badawczych, kolejnych symulacji, Autor jednak nie ujawnił w rozprawie (listingu, np. w aneksie) swojego kodu źródłowego wykorzystywanych procedur, nawet w postaci kodu symbolicznego lub blokdiagramu (np. Model Builder), ograniczając się do wymienienia nazw wykorzystywanych bibliotek modułów Python i ArcPy. Sam przecież korzysta też z programów udostępnionych na otwartej i/lub edukacyjnej licencji. To wymusza zawierzenie zawartym w pracy rezultatom ujętym w tabelach, na wykresach i mapach, ale nie ułatwia dalszego ich wykorzystania i postępu naukowego. Ta ‘łyżka dziegciu’ nie deprecjonuje jednak oceny wkładu pracy i kreatywności Autora i należy docenić jego kwalifikacje w tym zakresie.

Wydaje się, że niektóre kategoryczne stwierdzenia (zdania) w rozprawie są zbyt mocne i stanowią za szerokie uogólnienie. O ile hipoteza pierwsza w rozprawie jest precyzyjnie sformułowana i zawiera warunek ograniczający, wiążący ją z założeniami modelu, to w Dyskusji (s. 88), stylistyka zdania narzuca rozumienie, że manipulacje zmiennym polem odniesienia i kontekstem przestrzennym (MAUP i UGCP) w dziedzinie modelowania zmian użytkowania ziemi praktycznie pozwala uzyskać dowolne wyniki. To jednak zbyt szerokie, nieuprawomocnione uogólnienie, chociaż faktycznie hipoteza została zweryfikowana pozytywnie. Dodatkowo, wszystkie wnioski wysnute na podstawie analiz wrażliwości dotyczą aplikacji Dyna-CLUE, dedykowanej modelowaniu zmian użytkowania ziemi. Sformułowana opinia o konieczności przeprowadzania analogicznych analiz wrażliwości dla innych modeli symulacyjnych (modeli agentowych, modeli sieci neuronowych) pozostaje nadal hipotezą, zwłaszcza, że rzutowana jest na inne rodzaje analiz, a zakres ich zastosowań daleko wykracza poza dyscyplinę geografii.

Formalna i językowa strona pracy nie budzi wątpliwości. Tekst napisany jest zrozumiałym językiem, chociaż wymaga od czytelnika uważnego śledzenia poszczególnych wątków splatających się ze sobą i pamiętania, że materia rozprawy dotyczy nie tyle zmian użytkowania ziemi w Karpatach Polskich (a przede wszystkim lasów), co oceny i wyboru adekwatnej metodyki modelowania i symulacji tych zmian.

Na marginesie, ustalenie ram czasowych badania wymaga skojarzenia rozproszonych w tekście informacji dotyczących osobno okresu 1970-2013 – bazowego dla oszacowania tempa zmian lesistości i założonego dla symulacji: 2013-2060, przedstawionych także na wykresach (r. 2).

Mocną stroną rozprawy jest wnikliwe i wszechstronne rozpatrywanie różnych zamodelowanych wariantów oraz szczegółowa interpretacja uzyskanych wyników oraz ich graficzna wizualizacja. Autor jest zaangażowany w temat. Widać znajomość przedmiotu, biegłość posługiwania się narzędziami oprogramowania, aplikacjami i bibliotekami języków programowania i GIS oraz metodami ilościowymi i znajomość problematyki uczenia maszynowego. Konsekwentne i zdyscyplinowane podejście badawcze zaowocowało wartościowymi wynikami umożliwiając weryfikację postawionych hipotez oraz osiągnięcie zamierzonych celów badawczych.

Do obowiązków recenzenta należą też pewne sugestie: w rozprawie brakuje indeksu wykorzystywanych skrótowców (także dotyczących nazw zmiennych). Spis cytowanej literatury, niesłusznie (zdaniem recenzenta) zatytułowany Bibliografia, ograniczony jest do kluczowych pozycji dla badanych problemów, publikacji cytowanych w badaniach naukowych oraz klasycznych publikacji, które można uznać za wnoszące istotne wartości teoretyczne, przedmiotowe i metodologiczne w zakresie użytkowania ziemi, problematyki zmiennego pola podstawowego i kontekstu przestrzennego.

Wnioski końcowe

Recenzowana rozprawa doktorska jest pracą badawczą, w której Autor stawia sobie bardzo ambitne cele. Jest interesującym podejściem, splatającym różne wątki badawcze do wyjaśnienia klasycznego, nierozwiązanego od kilkunastu lat problemu naukowego, w jednym z najważniejszych obszarów badawczych geografii, łącząc niekonwencjonalne przemyślenia ze współczesnym instrumentarium oprogramowania systemów informacji geograficznej i aplikacji języków programowania. Pozytywna weryfikacja postawionych hipotez i wnioski na podstawie zaprezentowanych badań znacznie poszerzyły spektrum możliwych rozwiązań, chociaż potwierdzono (nadal) nierozwiązywalność problemu podjętego w rozprawie. Mimo to, przedstawiona rozprawa doktorska prezentuje próbę oryginalnego rozwiązania klasycznego problemu naukowego.

Mgr Marcin Szwagrzyk wykazał się znajomością ogólnej wiedzy teoretycznej w zakresie przedmiotowym i metodologicznym oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, a w szczególności, bardzo dobrym opanowaniem warsztatu naukowego, który umożliwił mu przeprowadzenie kompleksowego badania w zakresie wielowariantowych scenariuszy modelowania i symulacji przestrzennych.

Stwierdzam, że przedstawiona praca doktorska mgr Marcina Szwagrzyka spełnia wymagania Ustawy z dn. 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z dn. 16 kwietnia 2003r.), zgodnie z art. 179 Ustawy z dn. 3 lipca 2018r. - Przepisów wprowadzających ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018, poz. 1669) i wnioskuję o dopuszczenie recenzowanej rozprawy do publicznej obrony.



Warszawa, 21 września 2021 r.