

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 inż. Agnieszki Kleszcz
pt.: Wpływ cyfryzacji państw Unii Europejskiej na poziom ich konkurencyjności
– analiza porównawcza z zastosowaniem modeli statystycznych
(rozprawa doktorska w oparciu o cykl publikacji)

Formalną podstawą recenzji jest Uchwała Nr 04/2022 Rady Naukowej Instytutu Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej Wydziału Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie z dn. 1/04/2022. Recenzję wykonano na podstawie dostarczonego maszynopisu, wydruku egzemplarza rozprawy (zawierającego wszystkie publikacje, z aneksami) oraz, dodatkowo, skopiowanych oryginalnych plików cyfrowych artykułów, zaliczonych do cyklu, opublikowanych i dostępnych w sieci internet na stronach web wydawców czasopism.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska, autorstwa mgr inż. Agnieszki Kleszcz napisana pod kierunkiem dr hab. Ewy Nowak, prof. Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach zawiera na początku informacje: plan pracy łącznie ze spisem treści, opis indywidualnego wkładu Autorki, wykaz skrótów, słowa kluczowe i listę definicji podstawowych pojęć oraz krótką charakterystykę tematyki dorobku naukowego w ramach cyklu publikacji zaliczonych do rozprawy doktorskiej (streszczenie rozprawy zgodnie z art. 187, pkt. 4, Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce...). Właściwy tekst maszynopisu rozprawy stanowi autorski tekst obejmujący Wstęp (w tym przedstawienie tezy i celu pracy), rozdz. 2 pt. Materiały i metody badawcze, rozdz. 3 pt. Wyniki badań w poszczególnych publikacjach oraz Podsumowanie badań i wnioski. W aneksie zawarto wydrukowane kopie wszystkich autorskich i współautorskich artykułów zaliczonych do cyklu w ramach rozprawy doktorskiej oraz oświadczenia o wkładzie współautorskim Doktorantki.

W skład cyklu wchodzi następujące opublikowane i przyjęte do druku artykuły w recenzowanych czasopismach naukowych, w kolejności ustalonej przez Autorkę:

- I. Kleszcz, Agnieszka, 2021. The use of classification models to identify factors differentiating the competitiveness of the EU-15 and EU-13 countries. *IJCEE* 1, 1. DOI:10.1504/IJCEE.2021.10043423
- II. Kleszcz, A., 2021. Principal components of innovation performance in the European Union countries. *Wiomości Statystyczne. The Polish Statistician*. 66, 24–45. DOI:10.5604/01.3001.0015.2305
- III. Kleszcz, A., 2021. Analysis of the interdependence between innovation and digitization in the Old and New European Union countries. *Fascicles of Student Scientific Movement UJK* 30, 35–46. DOI:10.1007/978-3-030-59000-0_3
- IV. Kleszcz, A., Nowak, E., 2020. Konkurencyjność krajów Unii Europejskiej ze względu na poziom cyfryzacji. *Wiomości Statystyczne. The Polish Statistician*. 65, 27–44. DOI:10.5604/01.3001.0014.1331
- V. Kleszcz, A., Nowak, E., 2021. Use of Kohonen's network to present the digital diversity of EU countries according to the digital economy and society index (DESI). *AGB* 8, 93–102. DOI:10.18509/AGB218-3093n
- VI. Kleszcz, A., 2020. Investment in research and development in the ICT sector by top European Union companies. *Wiomości Statystyczne. The Polish Statistician*. 65, 25–46. DOI:10.5604/01.3001.0014.5729
- VII. Kleszcz, A., Rusek, K., 2022. Has EU accession boosted patents performance in the EU 13? – A critical evaluation using causal impact analysis with Bayesian structural time-series models. *Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics preprint*, 1–21. DOI:arXiv:2201.09878
- VIII. Rusek, K., Kleszcz, A., Cabellos-Aparicio, A., 2022. Bayesian inference of spatial and temporal relations in AI patents for EU countries. DOI:arXiv:2201.07168 [econ, stat].

- IX. Katos, V., Rostami, S., Bellonias, P., Davies, N., Kleszcz, A., Faily, S., Spyros, A., Papanikolaou, A., Ilioudis, C., Rantos, K., 2019. State of vulnerabilities 2018/2019: analysis of events in the life of vulnerabilities. European Union Agency for Cybersecurity (ENISA), LU. DOI:10.2824/139301
- X. Rostami, S., Kleszcz, A., Dimanov, D., Katos, V., 2020. A Machine Learning Approach to Dataset Imputation for Software Vulnerabilities, in: Dziech, A., Mees, W., Czyżewski, A. (Eds.), Multimedia Communications, Services and Security, Communications in Computer and Information Science. Springer International Publishing, Cham, pp. 25–36. DOI:10.1007/978-3-030-59000-0_3

Całość obejmuje ok. 260, a właściwy tekst rozprawy liczy 244 strony: 44 zawiera tekst maszynopisu, dalej określony terminem – autoreferat, a 200 stron – artykuły zaliczone do cyklu. Spis literatury cytowanej w tekście autoreferatu rozprawy liczy 61 pozycji (w tym 43 w jęz. angielskim), niezależnie od bibliografii w każdym z artykułów zaliczonych do cyklu rozprawy doktorskiej.

Jedną pracę zaliczoną do cyklu rozprawy doktorskiej opublikowano w języku polskim, a pozostałe w języku angielskim. Osiem to artykuły naukowe zamieszczone w sześciu recenzowanych czasopismach naukowych (w tym jeden *preprint* – w recenzji), jeden – rozdział w książce, a jeden to opublikowany, współautorski raport wydany przez Agencję Unii Europejskiej ds. Cyberbezpieczeństwa (ENISA). Trzy publikacje to autorskie artykuły Doktorantki w jęz. angielskim, siedem – to publikacje współautorskie. Pięć artykułów naukowych opublikowano w trzech recenzowanych czasopismach naukowych wydawanych w Polsce, pozostałe w uznanych czasopismach i publikacjach wydawców międzynarodowych (w tym w recenzowanych materiałach pokonferencyjnych).

We wstępie, w autoreferacie, Doktorantka strukturyzuje główne wątki badawcze rozprawy, bazując na głównych teoriach ekonomicznych, geograficznych i obserwowanych w praktyce polityki społeczno-gospodarczej krajów Unii Europejskiej (UE) tendencjach i procesach (model wzrostu gospodarczego Solowa, nowa geografia ekonomiczna Krugmana, paradygmat polaryzacyjno-dyfuzyjny rozwoju zorientowany terytorialnie w celu realizacji polityki spójności). Identyfikując kluczowe procesy w rozwoju państw UE, wskazuje przede wszystkim na efektywność wzrostu gospodarczego i konkurencyjność, które wiąże przede wszystkim z rozwojem sektora technologii informacyjnych i komunikacyjnych (ICT), przenikającego prawie do wszystkich dziedzin społecznych i gospodarczych, działając stymulująco, poprzez procesy cyfryzacji, w sprzężeniu zwrotnym, na wzrost gospodarczy i konkurencyjność.

Główny problem badawczy sformułowany w rozprawie dotyczy (str. 16 autoreferatu) „porównania przestrzennego zróżnicowania konkurencyjności państw UE w aspekcie poziomu cyfryzacji” oraz identyfikacji czynników, które mogą decydować o pojawieniu się tych różnic wykorzystując w tym celu modelowanie statystyczne. Sformułowana teza, a raczej główne pytanie badawcze, dotyczy efektywności porównania oraz analizy konkurencyjności i poziomu cyfryzacji państw (UE) wykorzystując adekwatne modele statystyczne. W tym celu Doktorantka sformułowała szereg celów szczegółowych (str. 17), które obejmują: (i) analizę inwestycji przemysłowych w badania i rozwój (B&R) firm należących do sektora ICT w UE; (ii) badanie relacji inwestycji przemysłowych i poziomu cyfryzacji przy wykorzystaniu Indeksu Gospodarki Cyfrowej i Społeczeństwa Cyfrowego (DESI); (iii) porównanie konkurencyjności cyfrowej państw UE na podstawie wybranych, uznanych, wskaźników; (iv) analiza zróżnicowania przestrzennego cyfryzacji krajów UE (z wykorzystaniem w/w wskaźnika DESI); (v) identyfikacja i model klasyfikacyjny kluczowych czynników konkurencyjności różnicujących starej i nowe państwa UE wykorzystując wskaźniki częściowe Globalnego Indeksu Konkurencyjności; (vi) porównanie oraz identyfikacja kluczowych czynników innowacyjności państw UE, wykorzystując wskaźniki częściowe Europejskiego Indeksu Innowacyjności; (vii) analiza współzależności pomiędzy innowacyjnością i cyfryzacją w państwach starej i nowej Unii; (viii) analiza zagrożeń, jakie niesie ze sobą cyfryzacja; (ix) formalna analiza przyczynowości pomiędzy przystąpieniem nowych krajów do UE, a zmianą ich innowacyjności wyrażoną liczbą patentów; (x) identyfikacja sieci współpracy pomiędzy państwami UE w zakresie sztucznej inteligencji na podstawie analizy patentowej; oraz (xi) identyfikacja długofalowych trendów dotycząca patentów sztucznej inteligencji.

Bardzo zwięzły, następny rozdział dotyczy materiałów i metod badawczych. W części poświęconej źródłom danych ograniczono się do enumeratywnego wskazania ogólnodostępnych baz danych i statystyk. W podrozdziale poświęconym metodom badawczym przedstawiono, bardzo technicznym, fachowym językiem, szereg metaproblemów i wariantów wykorzystywanych metod, m.in.: metod regresji liniowej (z transformacją logarytmiczną oraz uogólnieniem w postaci regresji logistycznej), metod klasyfikacji w oparciu o regresję logistyczną z regularyzacją Lasso, metod klasteryzacji (w tym opartych na samoorganizujących się sieciach neuronowych Kohonena), wizualizacji statystycznej, metod analizy szeregów czasowych (w tym lokalnego trendu liniowego), metod redukcji niepewności danych (bootstrap, metodyka statystyki Bayesa).

Najdłuższy, trzeci rozdział autoreferatu rozprawy poświęcony jest omówieniu wyników badań w poszczególnych publikacjach.

Problematyka pierwszego (I) autorskiego artykułu dotyczy identyfikacji najważniejszych filarów konkurencyjności (wg estymacji Global Competitiveness Index, GCI) w podziale na kraje 'nowej' i 'starej' Unii (UE). Wykorzystując fitezyjne instrumentarium metod statystycznych (wielokrotną regresję logistyczną z regularyzacją Lasso oraz lasy losowe i szacując przedziały ufności) w analizie czasowo-przestrzennej Autorka używała różne modele klasyfikacji, które pozwoliły na właściwe pogrupowanie krajów, a dodatkowa analiza istotności pozwoliła na wychwycenie różnic filarów (cech reprezentowanych przez wskaźniki częściowe GCI) dla wyżej wymienionych grup krajów UE. Kluczowe wnioski prowadzą się do identyfikacji tych filarów, które w największym stopniu wpływają na różnicowanie się konkurencyjności krajów starej i nowej UE (1: instytucje, 2: infrastruktura, 10: wielkość rynku i 12: innowacyjność). Opisana w artykule szczegółowa operacjonalizacja i zastosowanie zaawansowanych technik statystycznych wynikało z faktu, że wejściowe dane (filary) były miernikami złożonymi oraz wzajemnie skorelowanymi. W kolejnym (II) autorskim artykule Doktorantka skoncentrowała się tylko na problematyce innowacyjności krajów UE. Analiza złożonego wskaźnika Sumarycznego Indeksu Innowacyjności (SII, na który składają się mierniki częściowe Europejskiego Rankingu Innowacyjności dla 10 wymiarów innowacyjności), przy wykorzystaniu metody analizy składowych głównych (PCA) pozwoliła zredukować i zidentyfikować dwie główne składowe innowacyjności wyjaśniające „łącznie 68% wariacji” zmiennych wejściowych. Wybór metody nieparametrycznej pozwolił Autorce na klasyfikację wszystkich krajów UE na kategorie, wyodrębniając także kraje 'starej' i 'nowej' Unii: liderzy innowacji, silni, umiarkowani oraz słabi innowatorzy. W obydwu artykułach konsekwentnie stosowano dublowanie podejść: w pierwszym (I) – różnych metod, a w drugim (II) – tej samej procedury do odrębnych zbiorów danych (do 27 wskaźników częściowych lub do mierników opisujących 10 wymiarów innowacyjności). Pozwoliło to Doktorantce na weryfikację i wybór miarodajnych rezultatów.

Pierwsze podejście do weryfikacji głównego celu – oceny relacji pomiędzy cyfryzacją a konkurencyjnością zawarła Doktorantka w trzecim (III), autorskim artykule, traktując innowacyjność jako priorytetowy filar konkurencyjności. Jako predyktor (zmienną niezależną) wybrano, wyżej wymieniony, wskaźnik złożony innowacyjności SII, a jako zmienną zależną w modelu regresji liniowej – wskaźnik złożony: Indeks Gospodarki i Społeczeństwa Cyfrowego (Digital Economy and Society Index, DESI). Dodatkowo, pogrupowano w wizualizacji statystycznej kraje UE na należące do 'starej' i 'nowej' Unii. Uzyskane wyniki dowiodły wysokiej determinacji zależności (69%) i faktycznego podziału między tymi krajami. Drugie podejście, zawarte w współautorskim artykule (IV) miało na celu „porównanie cyfrowej konkurencyjności krajów UE na podstawie wskaźników opracowanych przez międzynarodowe instytucje”, wykorzystując szereg wskaźników syntetycznych: DESI, filar 9 – wskaźnik częściowy GCI-9, syntetyczny wskaźnik gotowości sieciowej (Network Readiness Index, NRI) oraz wskaźnik rzeczywistej konsumpcji indywidualnej (Actual Individual Consumption, AIC), jako wskaźnik poziomu dobrobytu społecznego i gospodarczego. Dwuetapowe badanie dotyczyło początkowo grupowania krajów UE, na podstawie wskaźników syntetycznych cyfryzacji: DESI, GCI-9, NRI, metodą Warda oraz klastrow – metodą k-średnich. W drugim etapie wykorzystano model wielorakiej regresji liniowej traktując syntetyczne wskaźniki cyfryzacji jako zmienne niezależne, a rzeczywistą konsumpcję indywidualną (AIC) jako zmienną zależną. Potwierdzono wartość wskaźnika gotowości sieciowej (NRI) jako determinanty wpływu technologii informacyjnych i komunikacyjnych (ICT) na rzeczywistą konsumpcję indywidualną.

Pogłębione badanie zróżnicowania poziomu cyfryzacji krajów UE zostało w autoreferacie określone mianem konkurencyjności cyfrowej. To pojęcie wprowadza Doktorantka w odniesieniu do współautorskiego artykułu (V), w którym, wykorzystując metodę sieci neuronowej Kohonena, zanalizowano wskaźniki cząstkowe Indeksu Gospodarki i Społeczeństwa Cyfrowego (DESI), klasyfikując państwa UE w pięciu klasach poziomu zaawansowania cyfryzacji. Przeformułowany w ten sposób miernik DESI potwierdza założenie Autora, że „konkurencyjność cyfrowa zyskuje coraz większą uwagę jako źródło przewagi konkurencyjnej nie tylko na poziomie przedsiębiorstw, ale i gospodarek narodowych”.

Kontynuacją tego wątku badawczego jest autorski, kolejny (VI) artykuł dotyczący nakładów w sektorze badań i rozwoju (R&D) głównych inwestorów w sektorze technologii informacyjnych i komunikacyjnych (ICT). Analizowano inwestycje przemysłowe firm ICT zlokalizowanych w krajach UE (w latach 2013-2019) w branżach: oprogramowanie i usługi komputerowe; sprzęt elektroniczny i elektryczny; infrastruktura kablowa i światłowodowa telekomunikacji; urządzenia telekomunikacji mobilnej; sprzęt i urządzenia technologiczne (Software and Computer Services, Electronic and Electrical Equipment, Fixed Line Telecommunications, Mobile Telecommunication, Technology Hardware and Equipment). Operacjonalizacja polegała na predykcji modelu regresji liniowej, w którym zmienną niezależną był wskaźnik DESI, a zależną – wydatki na badania i rozwój (R&D) w sektorze ICT. Wykryto „istnienie zależności wykładniczej przewidującej wzrost wydatków na B&R, o 18%, kiedy DESI wzrośnie o 1 punkt procentowy” i trend rosnący w inwestycje B&R w sektorze ICT. Ponadto pogrupowano kraje UE (metodą hierarchiczną Warda) „w oparciu o pięć dziedzin DESI i wydatki na B&R w sektorze ICT”.

Inny aspekt przedstawiono we współautorskim artykule (VII); mierzalnym efektem nakładów na badania i rozwój są statystyki patentowe. W artykule Autorzy przeanalizowali szeregi czasowe liczby patentów dla krajów UE wg danych EPO, zwracając uwagę na fakt, czy po przystąpieniu do UE kraje ‘nowej’ Unii zanotowały znacząco wzrost liczby zarejestrowanych patentów. Analiza przyczynowości z wykorzystaniem „Bayesowskiego strukturalnego modelu szeregów czasowych (opracowanego przez Google)” pozwoliła wyodrębnić spośród nich Rumunię, Estonię, Polskę, Czechy, dla których ta relacja została potwierdzona po akcesji do UE, jakkolwiek udział wszystkich krajów akcesyjnych (po 2004) nie przekracza nawet udziału 1.5% w ogólnej liczbie patentów. Pogłębiona analiza patentowa we współautorskim artykule (VIII) dotyczyła patentów w zakresie technologii sztucznej inteligencji w sektorze ICT. Na podstawie danych z większej liczby baz danych patentowych (EPO, OECD, Google Patents, Derwent, PATSTAT i Global Patent Index) dokonano ponownie analizy Bayesa, zwracając uwagę na interakcje (patenty wspólne) pomiędzy krajami UE oraz patenty wspólne krajów UE z pozostałymi krajami świata, oceniając intensywność tych relacji. Wyodrębniono składowe trendy czasowego liczby patentów związanych ze sztuczną inteligencją (AI) wskazując na zanikający trend klasycznych algorytmów AI oraz nowy związany z głębokim uczeniem maszynowym (deep learning), dla którego prognoza niejednorodnego procesu Poissona opisana krzywą logistyczną wg Autorów osiągnie stan nasycenia ok. 2024 roku.

Dwie ostatnie publikacje zaliczone do cyklu rozprawy doktorskiej dotyczą zagrożeń cyfrowych, podatności wykorzystywanego oprogramowania na różnego rodzaju ataki, w tym przede wszystkim tzw. exploity, czyli procedury wykorzystujące luki i błędy oprogramowania. Są to (współautorskie): raport organizacji ENISA (Agencji Unii Europejskiej ds. Cyberbezpieczeństwa, publikacja IX) oraz rozdział w książce (X), dla których Doktorantka współtworzyła bazy danych, współpracowała w analizie literatury, opracowaniu aspektów ekonomicznych oraz analizie danych i wyników. Dotyczą m.in. istotnych w ostatnim czasie zagrożeń cyfrowych związanych z nieuprawnionym dostępem do danych (w tym wrażliwych informacji) osób prywatnych i firm. Publikacje wpisują się w narrację badań rozprawy doktorskiej związaną z kategoryzacją i skutkami ekonomicznymi zagrożeń cyfrowych, jak również w kontekście próby wykorzystania „modeli nadzorowanego uczenia maszynowego do uzupełniania brakujących wartości kategorycznych”.

Konkluzje w autoreferacie w rozdziale pt. ‘Podsumowanie badań i wnioski’ są przedstawione enumeratywnie; Doktorantka istotnie dowiodła, że „że możliwe jest efektywne porównanie państw Unii Europejskiej oraz analiza ich konkurencyjności i poziomu cyfryzacji na bazie odpowiednich modeli statystycznych”. Wymieniła ponadto czternaście najważniejszych osiągnięć w rozprawie, kładąc przede wszystkim nacisk na aspekty operacjonalizacji i metodykę badań związaną wykorzystywaniem modeli statystycznych, które

umożliwiły wykrycie istotnych aspektów procesów cyfryzacji państw UE decydujących o ich konkurencyjności. Reasumując dokonania Doktorantki i rozdzielając równocześnie konteksty problemowy i metodologiczny można byłoby je scharakteryzować oddzielnie następująco:

- W kontekście problemowym: różnice w konkurencyjności krajów UE, w podziale na dwie kategorie, krajów współtworzących początkowo UE i dołączających od 2004 roku, wynikają z różnic rozwoju infrastruktury, poziomu innowacyjności, wielkości rynków i zakorzenienia oraz struktury instytucji. Na innowacyjność krajów UE składają się przede wszystkim: zasoby ludzkie, atrakcyjne systemy badawcze, finanse i wsparcie, które można określić mianem środowiska akademickiego i finansowego. Głównym współcześnie polem konkurencji krajów UE (między sobą i prawdopodobnie w skali globalnej) jest cyfryzacja różnych sektorów gospodarki, która w istotny sposób wpływa na innowacyjność, a równocześnie wiąże się „z istotnie wyższym poziomem dobrobytu wyrażonym za pomocą rzeczywistej konsumpcji indywidualnej”. Cyfryzacja krajów UE różnicuje się znacząco i zależy wykładniczo od inwestycji w sektorze badań i rozwoju. Akcesja do UE nie wiązała się jednak w sposób istotny automatycznie ze wzrostem innowacyjności mierzonym wzrostem liczby patentów. Dominują w tej dziedzinie przede wszystkim kraje ‘starej’ Unii. Jedną z istotnych dziedzin innowacyjności są obecnie opatentowane innowacje w sektorze ICT, zwłaszcza w zakresie sztucznej inteligencji (AI). Niektóre kraje współpracują ze sobą bliżej w tym zakresie, publikując patenty wspólne, ale istnieją także wyraźne podziały, brak współpracy w tej dziedzinie. Trend patentowania w zakresie sztucznej zmienił się współcześnie w XXI wieku i dominują obecnie innowacje w dziedzinie AI z wykorzystaniem głębokiego uczenia maszynowego, a jego intensywność rozwojowa potrwa do około 2024 roku. Taki rozwój wiąże się także z występowaniem zagrożeń cyfrowych, które identyfikuje się i kategoryzuje oceniając równocześnie aspekty finansowe strat związanych z tym zjawiskiem.
- W kontekście metodycznym i operacjonalizacji badań: modelowanie statystyczne za pomocą wielokrotnej regresji logistycznej i metod klasyfikacji: lasów losowych z regularyzacją Lasso, oraz metod analizy składowych głównych (PCA) pozwalają na klasyfikację czynników innowacyjności, ich redukcję i identyfikację grup krajów UE pod względem innowacyjności. Przydatne pod tym względem, jako dane wejściowe, są złożone mierniki Global Competitiveness Index (GCI), Sumarycznego Indeksu Innowacyjności (SII) oraz Indeksu Gospodarki i Społeczeństwa Cyfrowego (DESI), ale największą wartość w badaniach wykazał Wskaźnik Gotowości Sieciowej (NRI) publikowany przez Światowe Forum Ekonomiczne. Wybrane wskaźniki cząstkowe złożonych mierników są przydatne, przy zastosowaniu różnych metod, do oceny poziomu cyfryzacji krajów UE i kategoryzacji, m.in. metodą hierarchiczną Warda i metodą k-średnich. Można je także traktować, jako zmienne niezależne w modelowaniu zależności wykorzystując wielokrotny model regresji liniowej względem oceny ich wpływu na dobrobyt społeczeństw poszczególnych krajów UE. Pogłębionej analizy i kategoryzacji państw UE, ze względu poziom cyfryzacji, dostarcza metoda sieci neuronowej Kohonena, dla której, jako dane wejściowe, także wykorzystano wskaźniki cząstkowe Indeksu Gospodarki i Społeczeństwa Cyfrowego (DESI). Model regresji liniowej, ponownie, skutecznie sprawdza się w badaniu wielkości inwestycji w badania i rozwój (B&R) w sektorze ICT w zależności od poziomu cyfryzacji, umożliwiając także predykcję, a metoda hierarchiczna klasyfikacji Warda dokładnie ilustruje różnice pomiędzy krajami UE w tych aspektach. Metoda analizy Bayesa, z wykorzystaniem strukturalnego modelu szeregów czasowych, dowiodła swojej wartości w analizie patentowej poszczególnych krajów UE, jak również w zakresie pogłębionej analizy dotyczącej bilateralnej ich współpracy w dziedzinie patentowania innowacji w zakresie sztucznej inteligencji. Metody sztucznego uczenia maszynowego przydatne są także w analizie i kategoryzacji zagrożeń cyfrowych związanych z wykorzystaniem oprogramowania oraz nieuprawnionego dostępu do danych.

Szczegółowe omówienie rozprawy wymaga także ustosunkowania się do maszynopisu – autoreferatu poprzedzającego cykl artykułów. Pod względem formalnym, struktury tekstu, jest prawidłowy. Można napotkać nieliczne literówki w słowach w j. polskim lub j. angielskim (np. bootsrap, rekuraryzacja). Tekst jest napisany zrozumiale, ale bardzo zwięzłe i dosyć hermetycznym, fachowym językiem, zwłaszcza w podrozdziale Metody badawcze. W omówieniu poszczególnych publikacji, zaliczonych do rozprawy, skoncentrowano się

tych aspektach, które rzeczywiście mają znaczenie dla celów rozprawy i dla wskazanych we wstępie wiodących wątków badawczych. Ta zwięzłość i lakoniczność dotyczy części: Teza i cel pracy oraz podrozdziału Materiały, ale nie przeszkadza w lekturze, zwłaszcza, że rekompensuje to szersze omówienie w zamieszczonym na początku omówieniu pt. Słowa kluczowe i podstawowe pojęcia. Natomiast pewne niezadowolenie czytelnika może przynieść rozdział 4, pt. Podsumowanie badań i wnioski. Wymieniona lista osiągnięć jest wyczerpująca, ale bardzo lakoniczna w postaci (najczęściej) równoważników zdań. Dla bardziej szczegółowych konkluzji trzeba sięgnąć do oryginalnych publikacji i dyskusji w nich zawartych.

Należy nadmienić, że (dla recenzenta) jest to pierwsza rozprawa doktorska oceniana w oparciu o cykl publikacji (nie wspominając o kilku wcześniej recenzowanych przewodach habilitacyjnych). W recenzji nie poruszono wszystkich wątków badawczych zawartych w poszczególnych publikacjach, ale odniesiono się tylko do tych, które zostały wskazane we wstępie w autoreferacie rozprawy doktorskiej, związanych z problematyką rozprawy.

Drobne usterki w tekście dotyczą np. wskaźnika DESI, który w manuskrypcie zastał przetłumaczony redundantnie, jako Indeks Gospodarki Cyfrowej i Społeczeństwa Cyfrowego, prawdopodobnie automatycznie (np. translator Google), podczas gdy literalne tłumaczenie to Indeks Gospodarki i Społeczeństwa Cyfrowego (DESI). Ale konsekwencja terminologiczna w rozprawie została zachowana.

Tok rozprawy i następstwo logiczne wątków badawczych jest spójne, a problematyka wyczerpuje temat zawarty w tytule pracy. Doktorantka zebrała i przeanalizowała najbardziej istotne aspekty dotyczące relacji pomiędzy cyfryzacją i poziomem konkurencyjności w skali krajowej państw UE. Uzyskane wyniki są miarodajne. Natomiast w obecnej chwili mają już wartość historyczną w szybko zmieniających uwarunkowaniach w skali globalnej. Predykcje zawarte w poszczególnych artykułach oparte są na danych do 2020 roku i dotyczą okresu przed pandemią COVID-19, gdy łańcuchy dostaw, współpracy naukowo-badawczej i tendencje rozwojowe wydawały się stabilne. Jeżeli dodać jeszcze aktualne, nieoczekiwane wydarzenia polityczne (sankcje związane z agresją Rosji na Ukrainę) i kryzys energetyczny i ekonomiczny z tym związany, obraz zarysowany w rozprawie jawi się historyczny. Autorka ponadto abstrahuje od faktu Brexitu, choć to właśnie Zjednoczone Królestwo było wiodącym krajem w cyfryzacji i konkurencyjności w UE.

Wnioski końcowe

Mgr inż. Agnieszka Kleszcz zaprezentowała w swojej rozprawie doktorskiej dogłębną wiedzę teoretyczną w zakresie geografii społeczno-ekonomicznej i rzetelne rzemiosło naukowe w zakresie wykorzystania metod modelowania statystycznego. W sposób oryginalny, twórczy i wiarygodny rozwiązała sformułowany problem: wpływu cyfryzacji państw Unii Europejskiej na poziom ich konkurencyjności, a wykonane przez Doktorantkę analizy porównawcze i modele statystyczne dowodzą głębokiej wiedzy i zrozumienia posługiwania się tymi narzędziami. Mgr inż. Agnieszka Kleszcz wykazała umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Ponieważ zostały spełnione wszystkie formalne przesłanki pozwalające na pozytywną ocenę rozprawy, wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej Wydziału Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie o dopuszczenie Doktorantki do publicznej obrony.

Warszawa, 21 lipca 2022r.