

Prof. dr hab. inż. Barbara Tora  
Wydział Inżynierii Łądowej i Gospodarki Zasobami  
Akademia Górniczo-Hutnicza im Stanisława Staszica  
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

## **Recenzja dorobku dr inż. Anny Manowskiej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego**

### **1. Podstawa formalna recenzji**

Recenzja została opracowana na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej prof. dr hab. inż. Andrzeja Rusina (pismo nr RIE – BD/4/437/2020/2021 z dnia 18. sierpnia 2021). Wraz z wymienionym pismem została przesłana dokumentacji postępowania habilitacyjnego dr inż. Anny Manowskiej. Wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka został złożony w dniu 19. marca 2021 r. Postępowanie jest prowadzone zgodnie z ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 z późniejszymi zmianami).

### **2. Krótka charakterystyka sylwetki Habilitantki**

Dr inż. Anna Manowska ukończyła w 2006 roku studia wyższe na Politechnice Śląskiej, na Wydziale Górnictwa i Geologii, w specjalności Organizacja i Ekonomika Górnictwa.

Stopień doktora nauk technicznych w zakresie górnictwa i geologii inżynierskiej uzyskała w 2010 roku na Politechnice Śląskiej, na Wydziale Górnictwa i Geologii. Temat rozprawy doktorskiej *Prognozowanie wielkości sprzedaży węgla kamiennego dla grupy kopalń*.

W 2019 roku Habilitantka ukończyła studia podyplomowe: Bezpieczeństwo i higiena pracy w przedsiębiorstwie (Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa i Automatyki Przemysłowej)

Od 2009 roku Habilitantka jest pracownikiem Wydziału Górnictwa i Geologii, Politechniki Śląska, a po zmianie nazwy Wydziału na Wydziale Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa i Automatyki, początkowo na etacie asystenta, obecnie adiunkta.

Aktualnie jest pracownikiem Katedry Elektrotechniki i Automatyki Przemysłowej tego Wydziału.

### 3. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę do ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

Osiągnięciem naukowym dr inż. Anny Manowskiej będącym podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitacyjnego pt.: **Analiza perspektyw rozwoju górnictwa węgla kamiennego w Polsce w świetle globalnych uwarunkowań** jest cykl publikacji złożony z

– autorskiej monografii pt: *Modelowanie zmian struktury miksów energetycznych Polski wynikających ze światowych megatrendów*, Monografia nr 866 wydana w 2021r. przez Wydawnictwo Politechniki Śląskiej

oraz 2 artykułów naukowych: –

– *Using the LSTM network to forecast the demand for electricity in Poland*, Czasopismo: Applied Sciences 2020 vol. 10 iss. 23 pp. 1-16 (art. no. 8455), DOI:10.3390/app10238455

– *Using the LSTM network to forecast the demand for hard coal*, Czasopismo: Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management 2020 vol. 36 iss. pp. 33-48, DOI: 10.24425/gsm.2020.133945

Cykl publikacji obejmuje spójny tematycznie wynik badań dotyczących analizy perspektyw rozwoju górnictwa węgla kamiennego w Polsce w świetle uwarunkowań globalnych. Prezentowane prace omawiają poszczególne aspekty problemu - techniczne, prawne i środowiskowe. Monografia stanowi dobrze przygotowany opis sposobu rozwiązania postawionego problemu badawczego jakim jest budowa modelu teoretycznego do prognozowania zużycia energii finalnej i efekt końcowy w postaci modelu prognozowania miksów energetycznych w wykorzystanie sieci neuronowych.

Rozdziały od pierwszego do ósmego monografii zawierają wnikliwą analizę uwarunkowań modelowania miksów energetycznych – Autorka przedstawiła analizę zagadnień ekonomicznych, środowiskowych, politycznych i społecznych. Opisane zostały wybrane aspekty gospodarki surowcami energetycznymi (klasyfikację nośników energii i wpływ przedsięwzięć energetycznych na środowisko), baza i bilans paliwowo surowcowy Polski, perspektywy i trendy jego rozwoju oraz ocena bezpieczeństwa energetycznego. Rozwiązanie problemu Autorka przedstawiła w dziewiątym rozdziale monografii – rozdział zawiera opis zastosowanej metodologii prognozowania zużycia surowców energetycznych i uzyskane modele. Kolejny, dziesiąty, rozdział poświęcony jest scenariuszom zmian w strukturze miksów energetycznych.

Autorka opracowała model energii finalnej, w którym uwzględniła następujące czynniki – zdolność pokrycia popytu na energię finalną własnymi mocami, – pokrycie wzrostu popytu na energię finalną innymi mocami niż konwencjonalnymi, – udział 56–60%

węgla w wytwarzaniu energii finalnej w 2030 r., – energetykę jądrową w 2043 r., – udział odnawialnych źródeł energii (OZE) w wysokości 21–23% w finalnym zużyciu energii w 2030 r., – zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> o 30% do 2030 r. (w stosunku do 1990 r.).

Finalna prognoza zużycia węgla na rynku krajowym została opracowana po przyjęciu dodatkowych uwarunkowań (zmiennych objaśniających) determinujących poziom tego zużycia. Prawdopodobność tego procesu determinuje poprawność estymacji modeli, a tym samym rzutuje na ich własności poznawcze i predykcyjne.

Podjęty przez autorkę cel główny, którym jest prognozowanie wielkości zużycia węgla kamiennego na rynku wewnętrznym, zrealizowany został dla trzech scenariuszy rozwoju polskiej energetyki - niezależności energetycznej, ochrony klimatu oraz stabilności dostaw energii.

Do prognozowania wielkości zużycia węgla na rynku krajowym oraz struktury energetycznej zużycia energii finalnej i pierwotnej Habilitantka uwzględniła zmienne sterujące, takie jak zużycie gazu ziemnego, ropy naftowej czy energii odnawialnej. To pozwoliło na opracowanie modelu odpowiedniego dla prognoz długoterminowych. Wybór zestawu zmiennych jest spójny z teorią z zakresu budowania modeli ekonometrycznych oraz poprzedzony analizą literaturową. Opierając się na opracowanych modelach szacunkowych, wyliczyła przyszłe zużycie węgla na podstawie trzech scenariuszy. Scenariusze rozpoczynają się w 2020 r. i kończą w 2040 r. zgodnie z horyzontem czasowym programu Polityka Energetyczna Polski do 2040 (PEP 2040).

Opracowane scenariusze opisują możliwe ścieżki zmian zużycia gazu ziemnego, ropy naftowej, OZE oraz produkcji energii elektrycznej. Dla tych zmiennych zaprognozowano alternatywne ścieżki przekształceń i określono kombinacje wysokich i niskich kierunków zużycia w celu analizy ich wpływu na zużycie węgla.

Cel główny pracy, opracowanie metodyki i modelu prognozowaniu wielkości zużycia węgla kamiennego na rynku wewnętrznym, Habilitantka zrealizowała na podstawie zidentyfikowanych scenariuszy rozwoju polskiej energetyki, tj. niezależności energetycznej, ochrony klimatu oraz stabilności dostaw energii. Do prognozowania wielkości zużycia węgla na rynku krajowym oraz struktury energetycznej zużycia energii finalnej i pierwotnej wykorzystwała techniki *deep learning*, uwzględniając wybrane zmienne sterujące (zużycie gazu ziemnego, ropy naftowej oraz energii odnawialnej).

Nowością zaproponowaną przez Habilitantkę dla zrealizowania celu pracy jest zastosowanie sztucznych sieci neuronowych (Artificial Neural Network, ANN) jako technik dedykowanych do analizy małych zbiorów danych. W monografii Habilitantka przeanalizowała modele matematyczne wykorzystywane do prognozowania zapotrzebowania na surowce energetyczne i zaproponowała modele zbudowane z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. Zastosowała architekturę sieci neuronowej LSTM (Long Short-Term Memory) ze sprzężeniem zwrotnym, co umożliwia przetwarzanie nie tylko pojedynczych punktów danych, lecz także całe ich sekwencje.

Stąd też sieci te są często wykorzystywane do klasyfikacji, przetwarzania i prognozowania na podstawie danych szeregów czasowych, szczególnie takich, gdzie występują opóźnienia o nieznanym czasie trwania między ważnymi zdarzeniami.

Prognozowanie wielkości zużycia na rynku krajowym bazuje na prognozach zapotrzebowania na energię, zdeterminowanych przez zjawiska gospodarcze w kraju, a tym samym mających kluczowy wpływ na rozwój górnictwa. **Efektom prac jest model prognozy zużycia węgla wraz ze scenariuszami możliwych mikśów energetycznych dla Polski (energii pierwotnej i energii finalnej).**

Ze względu na fakt, że zestaw danych wejściowych nie zawiera zmiennych związanych z efektywnością energetyczną, emisją CO<sub>2</sub>, Autorka zawarła te informacje w prognozie struktury miksu zużycia energii finalnej i są one wprowadzone w modelu jako wagi korygujące.

Merytorycznie monografię uzupełniają dwa artykuły:

Aspekty zapotrzebowania na energię elektryczną przez polskie sektory gospodarcze Autorka przedstawiła w artykule pt. „*Using the LSTM network to forecast the demand for electricity in Poland*” (*Wykorzystanie sieci LSTM do prognozowania zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce*), którego celem było określenie wielkości popytu do 2040 r.

Analiza bilansu węgla kamiennego w poszczególnych latach wskazuje, że głównym odbiorcą tego surowca jest energetyka - wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła. Część węgla kierowana jest na eksport lub sprzedawana do państw Unii Europejskiej w ramach wywozu wewnątrzspółnotowego. Zagadnienia te Habilitantka omówiła w artykule pt. „*Using the LSTM network to forecast the demand for hard coal*” (*Wykorzystanie sieci LSTM do prognozowania zapotrzebowania na węgiel kamienny w polskiej energetyce*), gdzie przy wykorzystaniu analizy składowych głównych oraz sieci neuronowych zbudowała model prognostyczny wielkości sprzedaży węgla kamiennego na rynku krajowym.

Proces przemian w systemach energetycznych wynika również z aktualnych megatrendów, do których zalicza się: redukcję emisji i zmniejszenie znaczenia paliw kopalnych, rozwój technologii odnawialnych źródeł energii (OZE) i możliwości technicznych jej wytwarzania, oraz poprawę efektywności energetycznej

Przedstawione osiągnięcie naukowe (monografia i dwie publikacje) stanowi opis zrealizowanego, spójnego tematycznie cyklu badań wyczerpującego w sposób usystematyzowany i kompleksowy zagadnienia i problematykę dotyczącą metodologii budowy modelu matematycznego do prognozowania wielkości zużycia węgla na rynku krajowym. Przedstawione wyniki badań cechuje wysoki stopień użyteczności praktycznej z potencjałem do zastosowania w procesie budowania strategicznych założeń dla planów rozwoju rynku węglowego w Polsce. Wskazuje również wszystkie

fundamentalne ograniczenia i uwarunkowania związane z problemami energetycznymi Polski, a zwłaszcza bezpieczeństwem energetycznym.

#### **4. Ocena osiągnięć dydaktycznych, działalności popularyzującej naukę oraz współpracy zagranicznej**

Badania naukowe Habilitantki dotyczą obszarów tematycznych związanych z rynkami energetycznymi i uwarunkowaniami globalnymi mającymi wpływ na ich dotychczasowy i przyszły kształt i obejmują zakres:

- metody i techniki prognozowania w celu budowy modeli i scenariuszy rozwoju rynków energetycznych,
- uwarunkowania prawne i ekologiczne wpływające na pozycję górnictwa węgla kamiennego w Polsce,
- identyfikacja kluczowych aspektów technologicznych wpływających na parametry jakościowe produkowanych w kraju sortymentów węgla kamiennego.

Dr inż. Anna Manowska jest autorką lub współautorką 39 artykułów oraz 37 referatów konferencyjnych i 11 rozdziałów w pracach zbiorowych. Brała czynny udział wygłaszając referaty na 11 konferencjach krajowych i 5 międzynarodowych

Wskaźnik naukometryczny H-index Habilitantki HIndex = 5.

#### **Współpraca zagraniczna**

Współpraca z jednostkami naukowymi zagranicznymi Habilitantki obejmuje kilkanaście projektów z których najważniejsze to: realizacja z VSB Technical University z Ostrawy (Czechy) programu kształcenia kadr rozwijanych gospodarkę niskoemisyjną na pograniczu oraz zarządzanie energią, udział w projekcie strukturalnym INTERREG V-A Republika Czeska-Polska, Zarządzanie kryzysowe w obszarach pogranicza (Crisis management in the border area), oraz w międzynarodowym programie CEEPUS, Technika pro budocnost 2.0, staże naukowe na University of Applied Sciences FH JOANNEUM Gesellschaft m.b.H oraz Kahramanmaraş Sütçü İmam University – Turcja, projekt Geo-mining Heritage of the Upper Silesian Coal Basin at the Czech and Polish border-Pictorial Guide finansowanym z Funduszu Wyszehradzkiego V4, Geomatics for Disaster Risk Reduction.

#### **Współpraca z innymi jednostkami naukowym w Polsce:**

Knadydatka współprauje z krajowymi jednostami naukowymi i przemysłowymi

- Wyższa Szkoła Bankowości filia w Cieszynie,
- COP24 organizowanym przez Ministerstwo Środowiska

- współpraca z Polskim Górnictwem Naftowym i Gazownictwem oraz Instytutem Nafty i Gazu – Państwowym Instytutem Badawczym
- Operatorem Gazociągów Przesyłowych GAZ-SYSTEM S.A.
- Instytutem Bezpieczeństwa Narodowego Akademii Pomorskiej w Słupsku.
- Polska Grupą Górniczą Sp. z o.o. (wcześniej Kompanią Węglową S.A.).

Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Przeróbki Kopalin oraz była członkiem, zespołu w sekcji Ekonomiki i Organizacji Górnictwa Komitetu Górnictwa Polskiej Akademii Nauk PAN.

Dr inż. Anna Manowska jest recenzentem w czasopismach: Przegląd Górniczy, Wiadomości Górnicze, Energies, Inżynieria Mineralna, Apple Science, Atmosphere, Natural Resources Forum, Sustainable Cities, Energy Policy, Energy Reports, Symmetry, Processes

### **Inne osiągnięcia organizacyjne i dydaktyczne**

Habilitantka prowadzi zajęcia dydaktyczne na studiach I i II stopnia na kierunkach: Górnictwo i Geologia, Inżynieria Bezpieczeństwa oraz Automatyka i Informatyka Przemysłowa z przedmiotów modelowanie matematyczne, prognozowanie, technologie informatyczne, sieci komputerowe, sterowanie bezprzewodowe oraz struktury danych i techniki programowania.

Po uzyskaniu tytułu doktora była promotorem 33 prac magisterskich i 4 projektów inżynierskich. Jestem dobrze ocenianym nauczycielem akademickim o czym świadczy sześciokrotne przyznanie nagrody Rektora PŚI. Habilitantka była promotorem pomocniczym doktoratu Pani Alicji Kozera: *Wykorzystanie modeli wielowymiarowej analizy porównawczej do poprawy skuteczności szkoleń w zakresie bezpieczeństwa pracy w zakładach górniczych*, promotor dr hab. inż. Katarzyny Tobór – Osadnik.

Habilitantka brała udział w realizacji projektu Uniwersytet Młodego Odkrywcy – Kopalnia Wiedzy Pokłady Możliwości w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój NCBiR. Brała udział w pracach komitetów organizacyjnych 11 konferencji naukowych.

Dr inż. Anna Manowska aktywnie uczestniczy w pracach organizacyjnych na rzecz macierzystej Politechniki: uczestniczy w zajęciach w szkołach ponadpodstawowych promując działania uczelni, jest wydziałowym administratorem platformy zdalnej edukacji oraz administratorem lokalnej sieci komputerowej Katedry oraz administratorem strony internetowej katedry. Była członkiem trzyosobowego zespołu ds. ewaluacji – kategoryzacji uczelni.

Osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne dr inż. Anny Manowskiej ocenia pozytywnie.

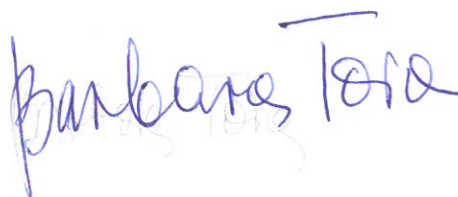
## 5. Wniosek końcowy

Podsumowując ocenę dorobku naukowego dr inż. Anny Manowskiej ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka stwierdzam ze osiągnięcia naukowe Habilitantki pod ogólnym tytułem

### **Analiza perspektyw rozwoju górnictwa węgla kamiennego w Polsce w świetle globalnych uwarunkowań**

spełniają wymagania określone w art. 219 ust.1. pkt 2. Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2020 z późniejszymi zmianami)

Kraków, 9 października 2021 r.

Handwritten signature in blue ink, reading "Barbara Tora".