

Wykorzystanie zasobów statystyki publicznej do oceny wpływu metrologii na gospodarkę

Barbara Batóg^a, Mariusz Doszyń^b, Paweł Majda^c, Mirosław Pajor^d,
Dominik Rozkrut^e, Monika Rozkrut^f, Małgorzata Tarczyńska-Łuniewska^g

Streszczenie. Celem artykułu jest omówienie użyteczności zasobów statystyki publicznej dla analiz metrologicznych i oceny wpływu metrologii na gospodarkę. Statystyka publiczna dostarcza kluczowych informacji dla metrologii, obejmujących w szczególności: dane makroekonomiczne, produkcję przemysłową, wyniki finansowe przedsiębiorstw, statystykę nauki, techniki i innowacji oraz dane o zatrudnieniu i wynagrodzeniach. Wnioski z takiej analizy danych mogą ułatwić decydującym politycznym, przedsiębiorcom oraz instytucjom naukowym i badawczym lepsze zrozumienie roli metrologii w gospodarce, identyfikować obszary wymagające wsparcia czy inwestycji oraz planować strategie rozwoju sektorów związanych z metrologią.

Słowa kluczowe: metrologia, statystyka publiczna, innowacyjność, statystyka nauki, techniki i innowacji, ocena wpływu

JEL: E01, O30

Using official statistics resources to assess the impact of metrology on the economy

Abstract. The purpose of this article is to discuss the usefulness of the resources of official statistics for metrology analysis and the assessment of the impact of metrology on the economy. Official statistics provide key information for metrology, including in particular: macroeconomic data, industrial output, corporate financial performance, science, technology and innovation statistics, as well as employment and income data. Conclusions from such a data analysis can help

^a Uniwersytet Szczeciński, Instytut Ekonomii i Finansów, Polska / University of Szczecin, Institute of Economics and Finance, Poland. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9236-7405>. Autor korespondencyjny / Corresponding author: e-mail: barbara.batog@usz.edu.pl.

^b Uniwersytet Szczeciński, Instytut Ekonomii i Finansów, Polska / University of Szczecin, Institute of Economics and Finance, Poland. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3710-1177>. E-mail: mariusz.doszyn@usz.edu.pl.

^c Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, Polska / West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Faculty of Mechanical Engineering and Mechatronics, Poland. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6238-655X>. E-mail: pawel.majda@zut.edu.pl.

^d Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, Polska / West Pomeranian University of Technology in Szczecin, Faculty of Mechanical Engineering and Mechatronics, Poland. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7701-385X>. E-mail: miroslaw.pajor@zut.edu.pl.

^e Uniwersytet Szczeciński, Instytut Ekonomii i Finansów; Główny Urząd Statystyczny, Polska / University of Szczecin, Institute of Economics and Finance; Statistics Poland, Poland. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0949-8605>. E-mail: dominik.rozkrut@usz.edu.pl.

^f Uniwersytet Szczeciński, Instytut Ekonomii i Finansów, Polska / University of Szczecin, Institute of Economics and Finance, Poland. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9701-6388>. E-mail: monika.rozkrut@usz.edu.pl.

^g Uniwersytet Szczeciński, Instytut Ekonomii i Finansów, Polska / University of Szczecin, Institute of Economics and Finance, Poland. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7338-1989>. E-mail: malgorzata.tarczyńska-luniewska@usz.edu.pl.

policymakers, business people and academic and research institutions understand the role of metrology in the economy, identify areas in need of support or investment, and plan strategies for the development of metrology-related sectors.

Keywords: metrology, official statistics, innovativeness, science, technology and innovation statistics, impact assessment

1. Wprowadzenie

Metrologia to – zgodnie z definicją Międzynarodowego Biura Miar i Wąg (Bureau international des poids et mesures, 2012) – „nauka o pomiarach, obejmująca zarówno eksperymentalne, jak i teoretyczne ustalenia na każdym poziomie niepewności w dowolnej dziedzinie nauki i techniki” czy też nauka dotycząca sposobów dokonywania pomiarów i zasad interpretacji uzyskanych wyników (Wiśniewski, 2014). Tym mianem określa się również ogół działań podejmowanych w systemie gospodarczym związanych z pomiarami i przetwarzaniem danych pomiarowych (Kaczorowski, 2004). Współcześnie ujmuje się metrologię jako naukę o zapewnieniu – środkami technicznymi i organizacyjnymi – poprawności pomiarów we wszystkich dziedzinach nauki, techniki i gospodarki (Jakubiec i in., 2014).

Gospodarka jest ściśle powiązana z metrologią, a w literaturze można znaleźć wiele przykładów i uzasadnień takich powiązań. Robertson i Swanepoel (2015) wskazują, że pomiary są podstawą transakcji gospodarczych, optymalizacji produkcji, zaufania konsumentów i przedsiębiorstw oraz tworzenia innowacji. Bez uzgodnionego systemu pomiarowego nie byłby możliwy transparentny i uczciwy handel, firmom trudno byłoby wprowadzać innowacje i konkutować, a regulacje rządowe byłyby nieskuteczne. W raporcie Centre for Economics and Business Research (2015) opisano, w jaki sposób normy wpłynęły na wzrost gospodarczy Wielkiej Brytanii. Podkreślano, jak ważną rolę odgrywają w rozpowszechnianiu technologii, promowaniu produktywności i efektywności w przedsiębiorstwach, wspieraniu handlu międzynarodowego oraz wyzwaniu innowacji w firmach i sektorach. W raporcie Swanna (2009) wykazano, że metrologia przyczynia się do wzrostu produktywności, który może wynikać z zastosowania części wymiennych oraz wykorzystania pomiarów do kontroli procesów, usprawniania procesu podejmowania decyzji i zmniejszania obciążeń regulacyjnych. Pomiary są ważne dla wspierania innowacji czy to poprzez poprawę skuteczności procesu badawczo-rozwojowego, czy też poprzez ułatwianie producentom wprowadzania na rynek nowych produktów dla sceptycznych klientów. Przyczyniają się również do obniżenia kosztów transakcyjnych i ograniczenia nieprawidłowości w funkcjonowaniu rynku. Ponadto w raporcie podkreślono, że beneficjentami usprawnienia pomiarów są nie tylko przedsiębiorstwa, lecz także konsumenci, pracownicy służby zdrowia, ekolodzy, nauczyciele i uczniowie. Stokes i in. (2011) zauważają, że zasoby poświęcone na opracowanie norm

i sposoby, w jakie normy zmieniają zachowania ludzi, nieuchronnie wpływają na gospodarkę. Wiele norm zostało opracowanych nie w celu osiągnięcia konkretnych rezultatów ekonomicznych, lecz w celu poprawy bezpieczeństwa lub zarządzania ryzykiem. Z kolei Harris i Harris (1996) wskazują na korzyści społeczne wynikające ze stosowania miar i wag, np. same miary powstały w odpowiedzi na pojawiające się potrzeby mierzenia – z różnym stopniem dokładności – towarów, którymi handlowano. Link (2021) badał związki między jednym z wyników nauki o pomiarach – wzorcowaniami w amerykańskim Narodowym Instytucie Standardów Technologii (NIST) – a zagregowaną produktywnością. Odkrył pozytywny związek między tymi dwoma obszarami, tzn. standard pomiarowy zwiększa prawdopodobieństwo, że proces produkcyjny w firmie będzie bardziej udany, niż gdyby nie zastosowano standardu pomiarowego, a standard pomiarowy zwiększa wartość rynkową każdej produkcji firmy, która wynika ze zmniejszenia asymetrii informacji i kosztów transakcji. Autorzy niniejszego artykułu badali wpływ metrologii na gospodarkę, wykorzystując w tym celu model Solowa-Swana (Doszyń i in., 2023) i modele ekonometryczne (Tarczyńska-Łuniewska, Doszyń i in., 2023; Tarczyńska-Łuniewska, Pajor i in., 2023).

Analiza charakteru powiązań metrologii i gospodarki oraz ocena siły tego wpływu wymaga niewątpliwie wykorzystania szerokiego spektrum narzędzi, zaawansowanego instrumentarium metod, krytycznej analizy dotychczasowych badań i wielu źródeł danych. Dlatego celem niniejszego opracowania jest omówienie użyteczności zasobów statystyki publicznej dla analiz metrologicznych oraz oceny wpływu metrologii na gospodarkę. Kluczowe jest tu pytanie, jakie dane statystyczne i w jakim kontekście mogą być wykorzystane do oceny wpływu metrologii na gospodarkę.

2. Metrologia

2.1. Krajowa infrastruktura metrologiczna

W ramach metrologii wyodrębnia się:

- metrologię przemysłową (stosowaną) – obejmuje działania metrologiczne podejmowane w systemie gospodarczym bezpośrednio związane z funkcjonowaniem przemysłu wytwórczego;
- metrologię naukową (badawczą) – obejmuje działania metrologiczne podejmowane w systemie gospodarczym na poziomie jednostek badawczo-rozwojowych;
- metrologię prawną – odnosi się do działań wynikających z wymagań ustawowych i przeprowadzanych przez kompetentne organy. Dotyczy pomiarów, jednostek miar, przyrządów pomiarowych i metod pomiarowych.

Schemat podziału metrologii

Metrologia przemysłowa (stosowana)

- zapewnienie wiarygodności wyników pomiarów poprzez certyfikację, standaryzację, akredytację
- wzorcowanie użytkowych przyrządów pomiarowych i potwierdzenie spójności pomiarowej
- utrzymanie akredytowanych możliwości pomiarowych
- popularyzowanie dobrych praktyk metrologicznych

Metrologia naukowa (badawcza)

- pomiar podstawowych stałych – praca polegająca na pomiarze fundamentalnych stałych fizycznych
- pomiary wykonywane we współpracy z naukowcami akademickimi lub samodzielnie
- obszary wymagające porozumienia globalnego

Metrologia prawna

- określanie wymagań prawnych
- kontrola/ocena zgodności podlegających regulacjom prawnym wyrobów i czynności
- nadzór nad podlegającymi regulacjom prawnym wyrobami i czynnościami
- ustanowienie infrastruktury potrzebnej do zapewnienia spójności podlegających regulacjom prawnym pomiarów i przyrządów pomiarowych z Międzynarodowym Układem Jednostek Miar lub wzorcami państwowymi

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Główny Urząd Miar (GUM, 2015) i Brown (2021).

Z przedstawionych definicji i informacji zawartych na schemacie wynika, że metrologia jest pojęciem o szerokim zakresie, obejmującym różne aspekty działalności systemu gospodarczego. Wyodrębnienie składowych metrologii, tj. przemysłowej, naukowej i prawnej, wynika z kluczowych obszarów, w których ona występuje, i jest związane z jej specyficznymi i szczegółowymi funkcjami w danej dziedzinie. To oznacza, że metrologia odgrywa istotną rolę w różnych rodzajach przemysłu (metrologia przemysłowa) i w nauce (metrologia naukowa), szczególnie w obszarze badań i rozwoju (B+R), mając kluczowe znaczenie dla rozwoju gospodarczego. Natomiast metrologia prawna określa ramy legislacyjne (Tarczyńska-Łuniewska, Rozkrut i in., 2023). Taki podział podkreśla także, jak złożona i wielowarstwowa jest metrologia. O ile jej kluczowym elementem jest pomiar, o tyle metrologia samym pomiarem nie jest. Metrologia generuje systemy i ramy do kwantyfikacji, a dzięki temu stanowi podstawę spójności i pewności we wszystkich pomiarach. Jednak według większości definicji metrologia pozostaje bardzo małym przedsięwzięciem w porównaniu ze wszystkimi działaniami, które na niej się opierają.

Bardzo często metrologia nie jest wprost dostrzegana w przestrzeni życia społecznego czy gospodarczego. Dzieje się tak, ponieważ w wielu przypadkach nie zastanawiamy się, za jaką część produktów lub usług odpowiada. Na przykład robiąc badanie rezonansem, raczej jesteśmy skoncentrowani na badaniu i jego wyniku, a nie na urządzeniu pomiarowym. Jednak samo urządzenie musiało otrzymać certyfikat dopuszczający je do użytku w danym kraju, musi także spełniać określone normy bezpieczeństwa oraz wymagania różnych specyfikacji, w tym także metrologicznych. Dodatkowo istotne jest samo wyprodukowanie urządzenia. Tankując samochód, zawieramy legalności dystrybutora oraz poprawności jednostki miary, jaką wskazuje.

Za te elementy odpowiada metrologia. Przedsiębiorstwa wytwarzające produkty korzystają z metrologii przemysłowej czy naukowej w znacznie bardziej zaawansowany sposób. Po pierwsze mają świadomość jej występowania. Po drugie albo wykorzystują metrologię jako jeden z podstawowych czynników ich funkcjonowania, albo metrologia daje im możliwości i wytyczne do funkcjonowania. Istotnym czynnikiem występowania metrologii jest przestrzeń pomiarowa, co wiąże się z wszelką działalnością, u której podstaw leży pomiar.

Centralnym organem administracji rządowej właściwym w sprawach miar i probierstwa w Polsce jest Prezes Głównego Urzędu Miar, realizującego zadania z zakresu metrologii naukowej, przemysłowej i prawnej. Urząd zapewnia jednolitość miar i wymaganą dokładność pomiarów wielkości w Polsce poprzez realizację, utrzymywanie wzorców pomiarowych i rozpowszechnianie jednostek miar. GUM wykonuje wzorcowania i ekspertyzy przyrządów pomiarowych, ocenia zgodność przyrządów pomiarowych oraz zatwierdza typy i legalizacje. Jest krajową instytucją metrologiczną działającą na rzecz zagwarantowania zdolności pomiarowych niezbędnych do rozwoju społeczno-gospodarczego, zapewnienia odpowiedniego poziomu jakości życia społeczeństwa oraz zabezpieczenia interesów obywateli. Stanowi podstawę krajowego systemu miar i bierze czynny udział w pracach międzynarodowych organizacji metrologicznych. Metrologia odgrywa ważną rolę w funkcjonowaniu gospodarki. Rolą GUM jest zapewnienie niezbędnych zasobów o charakterze infrastrukturalnym w tym zakresie.

Nauka i technologia opierają się w gruncie rzeczy na rzetelnych pomiarach, których filarem jest GUM. Nie jest to dziełem przypadku, ale wynikiem ugruntowanej pozycji infrastruktury pomiarowej urzędu. Infrastruktura pomiarowa, jak każda infrastruktura, stanowi warunek rozwoju społeczno-gospodarczego, umożliwiając nowym technologiom rozwiązywanie bieżących wyzwań. Obejmuje wszystkie etapy w łańcuchu pomiarowym, od definicji jednostek pomiarowych przez uzgodnione standardowe metody pomiaru po pomiary wykonywane przez użytkowników końcowych.

Zadania GUM obejmują zagadnienia związane z metrologią, jednostkami miar i ich definicjami, jak również zaawansowanymi technologicznie wzorcami pomiarowymi oraz z tematyką ochrony bezpieczeństwa gospodarczego i technicznego państwa. Najważniejszymi zadaniami GUM są:

- budowa i utrzymanie oraz modernizacja państwowych wzorców jednostek miar;
- zapewnienie w drodze porównań powiązania (polskich) państwowych wzorców jednostek miar z międzynarodowymi wzorcami jednostek miar lub takimi wzorcami w innych krajach;
- zapewnienie przekazywania wartości legalnych jednostek miar od państwowych wzorców jednostek miar do przyrządów pomiarowych;
- wykonywanie prawnej kontroli metrologicznej i nadzoru metrologicznego.

W skład GUM wchodzi Zakład Metrologii Interdyscyplinarnej oraz samodzielne laboratoria: akustyki i drgań, czasu i częstotliwości, chemii, długości, elektryczności

i magnetyzmu, fotometrii i radiometrii, masy, promieniowania jonizującego, przepływów oraz termometrii.

GUM wspiera polską gospodarkę, jej innowacyjność i konkurencyjność poprzez dostarczanie nowoczesnej wiedzy o pomiarach, udostępnianie infrastruktury pomiarowej, wykonywanie usług metrologicznych oraz sprawowanie nadzoru nad stosowanymi przyrządami pomiarowymi. Prace prowadzone w GUM, mające na celu zapewnienie dokładności pomiarów, chronią interes konsumenta, zapewniają bezpieczeństwo obrotu towarowego, chronią interes fiskalny państwa, a w efekcie bezpieczeństwo publiczne w ogóle. Działania te przekładają się ostatecznie na podniesienie jakości życia i bezpieczeństwa społeczeństwa. Celem GUM jest zapewnienie źródeł spójności pomiarowej na najwyższym możliwym poziomie dla pomiarów realizowanych w gospodarce, nauce i życiu społecznym.

Metrologia ma charakter dobra publicznego i leży u podstaw rozwoju niemal wszystkich obszarów nowoczesnej gospodarki. Znaczenie pomiarów w takich dziedzinach, jak inżynieria, budownictwo i produkcja jest dobrze znane, ale znajduje ona coraz to nowe zastosowania związane z nanotechnologią, biotechnologią, farmacją, energetyką, ochroną środowiska czy technikami satelitarnej obserwacji ziemi. Celem metrologii jest promowanie innowacji i konkurencyjności przemysłowej poprzez rozwój nauki, standardów i technologii w sposób, który zwiększyłby bezpieczeństwo ekonomiczne oraz zapewnił uczciwość i pewność obrotu gospodarczego, przyczyniając się w efekcie do poprawy jakości życia.

2.2. Krajowa infrastruktura jakości

Związek między państwem a metrologią jest dwukierunkowy (Birch, 2003). Państwo potrzebuje pomiarów, aby uzyskiwać informacje niezbędne do skutecznej organizacji, planowania, obrony i opodatkowania, a metrologia wymaga mandatu państwa. Metrologia odgrywa podstawową rolę w krajowej infrastrukturze jakości (ang. *national quality infrastructure*). Tworzy jej szkielet, zapewniający dokładne, wiarygodne i identyfikowalne pomiary w różnych sektorach, i pozostaje w bezpośrednim związku z jej pozostałymi elementami, tj.:

- standaryzacją – metrologia zapewnia podstawy naukowe do opracowywania i weryfikacji norm krajowych, zapewniając spójność i porównywalność, ułatwiając handel, gwarantując bezpieczeństwo produktów i ochronę konsumentów; krajowe organy normalizacyjne odgrywają tu kluczową rolę;
- akredytacją – oceną i potwierdzeniem kompetencji jednostek oceniających zgodność, takich jak laboratoria badawcze i jednostki certyfikujące; akredytacja daje pewność co do wyników ich działalności, zapewniając, że działają zgodnie z międzynarodowymi standardami i najlepszymi praktykami;

- oceną zgodności – testowaniem, inspekcją i certyfikacją, które formalnie potwierdzają, że produkt, usługa lub organizacja spełnia określone wymagania;
- ramami prawnymi i regulacyjnymi – podstawami prawnymi funkcjonowania krajowej infrastruktury jakości, definiującymi rolę, obowiązki i wymagania dla różnych interesariuszy, zapewniającymi zgodność z przepisami krajowymi i międzynarodowymi;
- infrastrukturą i innymi zasobami (infrastrukturą fizyczną, systemami informacyjnymi, zasobami ludzkimi i wiedzą specjalistyczną).

Wymienione elementy krajowej infrastruktury jakości pozostają we wzajemnym oddziaływaniu, zapewniając ochronę konsumentów, stymulując postęp technologiczny, konkurencyjność, handel międzynarodowy i wzrost gospodarczy.

2.3. Wpływ metrologii na gospodarkę

Korzyści gospodarcze wynikające ze stosowania metrologii są efektem jej szerokiego pola oddziaływania i dotyczą takich obszarów, jak: dyfuzja technologii, wzrost innowacyjności, ograniczenie niedoskonałości rynku, redukcja kosztów transakcyjnych, wzrost produktywności, budowa przewagi konkurencyjnej czy zwiększenie efektywności ekonomicznej. Należy jednak podkreślić, że znaczenie metrologii ma charakter wielowymiarowy – obejmuje nie tylko bezpośrednie korzyści ekonomiczne, w tym handlowe (handel międzynarodowy), lecz także obszary wydawałoby się nieco bardziej odległe, jak: środowisko, zdrowie, obronność czy bezpieczeństwo.

W literaturze światowej podejmowano już problematykę badania oceny wpływu metrologii na otoczenie społeczno-gospodarcze. Ogólnie rzecz biorąc, badania te najczęściej zmierzały do próby pomiaru jej wpływu na produktywność i PKB. Dotychczasowe badania międzynarodowe wskazują, że 1% wzrostu zasobów metrologii przynosi ok. 0,15% wzrostu całkowitej produktywności czynników produkcji, ok. 0,20% w przypadku wydajności pracy i do 1% PKB. Badania te dowiodły również, że stosunek korzyści do kosztów różni się znacznie w zależności od sektora/branży, przy czym zdecydowanie najwyższy jest w przemysłach nowych i zaawansowanych technologiach. W analizach opartych na badaniach kwestionariuszowych wskazuje się, że przedsiębiorstwa potwierdzają pozytywny wpływ metrologii na innowacyjność – blisko połowa badanych wskazuje na korzyści wynikające ze standardów, a odsetek tych wskazań rośnie w przypadku większych podmiotów (Robertson i Swanepoel, 2015). Inne badania wskazują na jej pozytywne oddziaływanie na poziom eksportu.

Niezależnie od problemów pomiaru oddziaływania, w literaturze istnieje konsensus co do pozytywnych efektów inwestycji w metrologię (Stiglitz i in., 2009). W szczególności wymienia się takie korzyści, jak:

- dyfuzja wiedzy i związane z tym dodatnie efekty zewnętrzne;
- wzrost innowacyjności i przyspieszenie jej procesów;

- poprawa produktywności i redukcja kosztów;
- tworzenie podstaw standardów technicznych, które umożliwiają wprowadzanie na rynek i akceptację nowych produktów (towarów i usług);
- obniżenie kosztów transakcyjnych;
- rozwój handlu międzynarodowego;
- wzrost oddziaływania badań naukowych oraz zaufanie do ich wyników;
- zmniejszenie ilości odpadów;
- wsparcie polityki opartej na dowodach;
- przyspieszenie postępu technologicznego;
- poprawa pozycji konkurencyjnej przedsiębiorstw;
- nowe narzędzia i techniki badawcze.

2.4. Metrologia w realizacji Celów Zrównoważonego Rozwoju

Znaczenie metrologii można rozpatrywać również przez pryzmat Celów Zrównoważonego Rozwoju, tj. zestawu 17 celów (Sustainable Development Goals – SDGs) ze 169 powiązanych celami, ukierunkowujących globalny, regionalny i krajowy rozwój. Zostały one przyjęte przez Organizację Narodów Zjednoczonych w 2015 r. jako uniwersalne wezwanie do działania. Metrologia jako kluczowy element globalnej infrastruktury jakości wspiera Agendę 2030. Można to postrzegać z dwóch perspektyw: ogólnej i szczegółowej.

Po pierwsze oddziaływanie metrologii, poprzez wspieranie rozwoju technologii wschodzących i ogólnego zastosowania (ang. *emerging and enabling technologies*), ma charakter uniwersalny we wszystkich obszarach zrównoważonego rozwoju. Przykładami mogą tu być (United Nations Industrial Development Organization, 2020) metrologia chemiczna, która ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa żywności, zdrowia i środowiska, czy metrologia promieniowania jonizującego wykorzystywana w leczeniu (radioterapia, diagnostyka kluczowa w profilaktyce i leczeniu, istotna dla wyników leczenia pacjentów, redukcji kosztów i bezpieczeństwa w opiece zdrowotnej) i monitoringu środowiska (m.in. dla zrozumienia zmian klimatycznych).

Po drugie można również zidentyfikować wpływ metrologii na określone Cele Zrównoważonego Rozwoju. Należą do nich w szczególności:

- cel 1 „Koniec z ubóstwem” – metrologia prawna wyrównuje szanse w handlu, zapewniając uczciwą wymianę zarówno producentom, jak i konsumentom, wzmacnia gospodarkę i pomaga zwalczać ubóstwo;
- cel 3 „Dobre zdrowie i jakość życia” – dokładne pomiary medyczne mają kluczowe znaczenie dla skutecznej opieki zdrowotnej, zwłaszcza w rozwijających się systemach opieki zdrowotnej;

- cel 7 „Czysta i dostępna energia” – metrologia zapewnia sprawiedliwe pomiary i płynne przejście w kierunku zrównoważonej, niskoemisyjnej przyszłości energetycznej;
- cel 9 „Innowacyjność, przemysł, infrastruktura” – metrologia wspiera rozwój przemysłu, dostarczając dokładnych pomiarów w celu zapewnienia jakości, doskonalenia procesów i tworzenia innowacji i gwarantuje, że produkty spełniają wymogi regulacyjne i standardy międzynarodowe;
- cel 13 „Działania w dziedzinie klimatu” – zrozumienie zmian klimatycznych opiera się na dokładnych pomiarach, które wymagają harmonizacji w czasie i przestrzeni.

Przykłady te dowodzą istotnego znaczenia metrologii także we wspieraniu osiągnięcia zamierzeń Celów Zrównoważonego Rozwoju.

2.5. Znaczenie oceny wpływu metrologii

Szersze zrozumienie korzyści z metrologii, próba ich oceny i kwantyfikacji powinny przyczynić się do wzrostu świadomości strategicznej roli metrologii w rozwoju społeczno-gospodarczym kraju, zaczynając od poziomu społeczeństwa, a kończąc na sferach kształtowania polityki rozwoju. Badania dotyczące oceny wpływu metrologii, w szczególności znaczenia instytucji metrologicznych dla funkcjonowania systemu innowacji, są warunkiem adekwatnego adresowania i kształtowania polityk rozwojowych i przyczyniają się do poprawy ich efektywności. Jest to istotne nie tylko w przypadku polityki gospodarczej, lecz także społecznej i środowiskowej.

Dotychczasowe badania przeprowadzane w innych krajach wskazują, że najbardziej produktywnymi sektorami są te najintensywniej korzystające z metrologii. Z badań wynika, że metrologia pełni funkcję swoistego katalizatora innowacji, buduje platformę innowacji poprzez skrócenie czasu wprowadzania na rynek nowych produktów czy promowanie rozpowszechniania innowacji, stając się w ten sposób istotnym elementem narodowego systemu innowacji.

Aby sprostać zapotrzebowaniu przemysłu, i szerzej – systemu gospodarczego, na światowej klasy infrastrukturę pomiarową, GUM powinien dysponować zasobami niezbędnymi do realizacji zadań związanych ze wspieraniem rozwoju przemysłu krajowego, prowadzenia i koordynowania szeroko zakrojonych badań naukowych i prac rozwojowych w obszarze technologii pomiarowych.

Niezbędnym elementem budowy polityk opartych na faktach (ang. *evidence-based policy*) jest dysponowanie odpowiednim materiałem empirycznym, kwantyfikującym wpływ metrologii, co pozwala zidentyfikować potrzeby gospodarki i nauki. Rozwinięte gospodarki światowe aktywnie wspierają infrastrukturę metrologiczną, biorąc pod uwagę jej rolę w postępie technologicznym i procesie osiągania przewagi konkurencyjnej.

3. Statystyka publiczna

3.1. System statystyki publicznej

Statystyka publiczna jest ważną dziedziną działalności państwa, podstawowym źródłem obiektywnych i rzetelnych informacji. Wykorzystanie danych statystycznych wpływa na rozwój społeczeństwa informacyjnego i jakość życia obywateli oraz jest niezbędnym elementem podejmowania decyzji przez organy państwa, administrację publiczną, podmioty gospodarcze i społeczeństwo obywatelskie. Statystyka publiczna, dostarczając oficjalnych danych statystycznych dotyczących gospodarki, społeczeństwa, demografii oraz środowiska naturalnego na szczeblu krajowym i regionalnym, stanowi niezbędne ogniwo w informacyjnym systemie społeczeństwa demokratycznego.

Podstawę prawną działalności statystycznej stanowi ustawa z dnia 29 czerwca 1995 r. o statystyce publicznej. Zadaniem statystyki publicznej jest zapewnianie rzetelnego, obiektywnego i systematycznego informowania społeczeństwa, organów państwa i administracji publicznej oraz podmiotów gospodarki narodowej o sytuacji ekonomicznej, demograficznej, społecznej i środowiska naturalnego. Dostarczanie wiarygodnej informacji statystycznej jest możliwe dzięki określonej zakresowi badań statystycznych i sposobowi udostępniania wyników, zastosowaniu poprawnej metodologii badania, wykorzystaniu najbardziej odpowiednich źródeł danych, racjonalnej organizacji badań i zastosowaniu właściwych technologii informacyjnych. Na jakość i integralność informacji udostępnianych użytkownikom niewątpliwie wpływa ścisła współpraca organów statystyki publicznej w zakresie planowania i uzgadniania tematyki i metodologii badań oraz zakresu informacji wynikowych.

Podstawowym narzędziem koordynacji badań, kształtowania ich tematyki i zakresu jest roczny program badań statystycznych statystyki publicznej (PBSSP), uchwalany w postaci rozporządzenia Rady Ministrów. Program badań jest tworzony i aktualizowany w taki sposób, aby uwzględniał najistotniejsze procesy w gospodarce i społeczeństwie.

Katalog uprawnień jednostek realizujących zadania z zakresu statystyki publicznej jest obszerny. Statystyka publiczna jest uprawniona do zbierania danych ze wszystkich dostępnych źródeł, szczegółowo określonych w PBSSP lub odrębnych ustawach. Gromadzone dane mogą dotyczyć podmiotów gospodarki narodowej i ich działalności (dane indywidualne), a także osób fizycznych (dane osobowe). Warto jednak podkreślić, że dane indywidualne i osobowe zbierane podczas badań statystycznych są poufne i podlegają szczególnej ochronie – są objęte tajemnicą statystyczną. Udostępnianie lub wykorzystywanie tych danych w celach innych niż badawcze jest zabronione.

Zmiany związane z dynamicznym rozwojem technologicznym, dotyczące pojedynczych obywateli, społeczeństw i gospodarek poszczególnych krajów, wpływają na

wzrost zapotrzebowania na coraz to nowe informacje statystyczne, a użytkownicy oczekują bardziej precyzyjnych danych i szybszego ich udostępniania. Statystyka publiczna stara się sprostać tym oczekiwaniom i potrzebom, wykorzystując nowe narzędzia zbierania i przetwarzania informacji, odpowiednie formy udostępniania, nowoczesne technologie, nowe metodologie i dostosowując organizację badań.

Polska statystyka publiczna jest częścią Europejskiego Systemu Statystycznego koordynowanego przez Eurostat. Uczestniczy w inicjatywach oraz procesach badawczych i decyzyjnych na szczeblu europejskim w celu zapewnienia spójności i porównywalności statystyk europejskich. W ślad za przepisami europejskimi, w krajowej ustawie o statystyce publicznej zostały umieszczone przepisy zobowiązujące Prezesa GUS do kierowania się zasadami niezależności zawodowej, bezstronności, rzetelności i odpowiedzialności za wysoką jakość statystyk krajowych i międzynarodowych, zgodnie z Europejskim Kodeksem Praktyk Statystycznych. Zmiany w przepisach, zarówno na szczeblu krajowym, jak i międzynarodowym, w praktyce wspierają działania koordynacyjne, które od lat prowadzone są przez GUS i którym przyświeca chęć zapewnienia użytkownikom w kraju, Europie i na świecie dostępu do spójnych oraz porównywalnych informacji i metainformacji statystycznych, wytwarzanych w ramach polskiego systemu statystyki publicznej.

Konieczność coraz lepszego zaspokajania potrzeb użytkowników na dane statystyczne wyznacza kierunki rozwoju statystyki publicznej i takiego jej usprawnienia, aby odgrywała wiodącą rolę diagnostyczną i monitorującą w dynamicznie zmieniających się warunkach społeczno-gospodarczych. Nie wszyscy użytkownicy mają pełną wiedzę o zakresie badań prowadzonych w ramach statystyki publicznej i udostępnianych danych. Wypełnianie misji informacyjnej statystyki publicznej wymaga zatem systematycznych działań popularyzatorskich i promujących efekty pracy i produkty statystyki publicznej.

3.2. Infrastruktura informacyjna państwa

Można dostrzec istotne podobieństwa między organizowanymi przez państwo strukturami metrologii i statystyki publicznej. Tak jak w przypadku tej pierwszej mówimy o krajowej infrastrukturze metrologicznej, czy w szerszym ujęciu – krajowej infrastrukturze jakości, tak w przypadku tej drugiej wskazujemy na istotę infrastruktury statystycznej, a szerzej – infrastrukturę informacyjną państwa.

Infrastruktura informacyjna stanowi istotny element nowoczesnego państwa i odgrywa ważną rolę w jego funkcjonowaniu. To kompleks instytucji, systemów i zasobów informacyjnych, warunkujący funkcjonowanie państwa i innych systemów społecznych, politycznych i ekonomicznych. Jest ona niezbędna do gromadzenia, przechowywania i udostępniania informacji kluczowych dla różnych podmiotów. W skład infrastruktury informacyjnej państwa wchodzi:

- normy informacyjne – określają zasady i standardy dotyczące informacji;
- zasoby informacji – obejmują wszelkiego rodzaju informacje gromadzone przez państwo;
- systemy informacyjne – służą do gromadzenia, przetwarzania i udostępniania informacji;
- instytucje informacyjne – odpowiadają za tworzenie i zarządzanie infrastrukturą informacyjną;
- struktury organizacyjne i urzędnicy techniczni – zapewniają infrastrukturę techniczną dla systemów informacyjnych.

Infrastruktura informacyjna państwa ma w należyty sposób zapewnić dostęp do informacji, wsparcie dla procesów decyzyjnych, integrację różnych systemów informacyjnych w celu usprawnienia przepływu informacji oraz zapewnić bezpieczeństwo informacji i ochronę danych osobowych. Statystyka publiczna jest elementem infrastruktury informacyjnej państwa. Odgrywa kluczową rolę w zapewnieniu dostępu do rzetelnych, obiektywnych i wiarygodnych informacji o społeczeństwie i gospodarce wszystkim użytkownikom, zapewniając przy tym ochronę danych osobowych i poufność informacji statystycznych. Odbywa się to przy zastosowaniu standardów metodologicznych i klasyfikacyjnych zgodnych ze standardami międzynarodowymi.

3.3. Zasoby statystyki publicznej w ocenie oddziaływania metrologii

Naturalnym źródłem danych do oceny oddziaływania metrologii na gospodarkę są wyniki badań prowadzonych w ramach statystyki publicznej. Zasoby informacyjne statystyki publicznej są zasilane przede wszystkim przez Główny Urząd Statystyczny i pozostałe jednostki służb statystyki publicznej, tj. urzędy statystyczne, ale także przez Narodowy Bank Polski i inne krajowe instytucje dostarczające statystyk resortowych, wskazane w PBSSP.

Spośród danych gromadzonych przez statystykę publiczną użyteczne w ocenie wpływu metrologii na gospodarkę mogą być statystyki dotyczące:

- B+R;
- innowacji;
- ochrony własności przemysłowej;
- produkcji, zatrudnienia i handlu zagranicznego w zakresie wysokiej techniki;
- zasobów ludzkich dla nauki i techniki;
- biotechnologii;
- nanotechnologii;
- społeczeństwa informacyjnego (wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych [ICT] w przedsiębiorstwach).

Warto odnotować, że od przeszło dekady GUS, we współpracy z GUM, uwzględnia (co prawda w ograniczonym zakresie) metrologię w badaniu innowacji w przemyśle.

Statystyka publiczna stanowi bezsprzecznie kluczowe źródło informacji o różnych sferach życia gospodarczego. Ocena rozwoju gospodarki oraz stanu koniunktury i kształtujących je czynników jest skomplikowana, co wynika ze złożoności samej gospodarki, w tym różnych kierunków oddziaływania zjawisk ekonomicznych oraz występujących procesów synergii i inercji. Spośród danych pochodzących z zasobów statystyki publicznej, które pozwalają na analizę rozwoju gospodarki w kontekście oceny wpływu metrologii, istotne znaczenie mają:

- podstawowe dane makroekonomiczne, jak poziom PKB, poziom zatrudnienia i inflacja. Pozwalają w sposób syntetyczny określić stan gospodarki i jej koniunkturę. Pomiary oraz zasoby i produkty metrologiczne wymagają dużych nakładów, szczególnie w obszarze B+R, co może być przeszkodą dla gospodarek słabo rozwiniętych i o słabej koniunkturze. Na podstawie danych makroekonomicznych można oszacować ryzyko dotyczące wszystkich czynników objętych pomiarem. Również określenie udziału aktywności metrologicznej w tworzeniu wartości dodanej brutto pozwoliłoby na uzyskanie pełniejszego obrazu wpływu metrologii na gospodarkę.

Do określania wpływu metrologii na gospodarkę (w skali makro) wykorzystuje się modele oparte na zmodyfikowanej funkcji produkcji Cobba-Douglasa, opierającej się na danych w ujęciu realnym (zob. Centre for Economics and Business Research, 2015; Robertson i Swanepoel, 2015; Stokes i in., 2011). W modelach tego typu zmienną objaśnianą jest PKB przypadający na osobę zatrudnioną, w ujęciu realnym. Podstawowa zmienna objaśniająca to techniczne uzbrojenie pracy, czyli np. wartość brutto majątku trwałego przypadająca na zatrudnionego.

W zasobach statystyki publicznej znajdują się informacje o zmiennych, które są potrzebne do oszacowania funkcji Cobba-Douglasa, tj.: PKB, wartość brutto majątku trwałego, liczba osób zatrudnionych, stopa inflacji (umożliwia uwzględnienie zmian wartości pieniądza w czasie) i stopień zużycia majątku trwałego w gospodarce (o wskaźnik ten można skorygować wartość brutto majątku trwałego, co pozwala na precyzyjniejsze oszacowanie technicznego uzbrojenia pracy).

W makromodelach aktywność metrologiczną ujmuje się poprzez dekompozycję całkowitej produktywności czynników produkcji (ang. *total factor productivity* – TFP). Jest to wyraz wolny w funkcji produkcji Cobba-Douglasa. TFP jest dekomponowane w taki sposób, że wyodrębni się m.in. aktywność metrologiczną. Pozostała część TFP to postęp techniczny, technologiczny, zmiany strukturalne itp.

Dotychczas nie została przedstawiona jednoznaczna i powszechnie akceptowana propozycja mierzenia aktywności metrologicznej. W literaturze przedmiotu pojawiają się pewne propozycje, takie jak liczba publikowanych norm netto (ang. *net stock of standards*). Dotychczasowe badania nad wpływem metrologii na gospo-

darke w Polsce nie pozwalają jednak na stwierdzenie, że zmienna ta umożliwia zaobserwowanie aktywności metrologicznej (Doszyń i in., 2023). Z punktu widzenia modelowania wpływu aktywności metrologicznej na produktywność pracy obiecującą zmienną jest liczba publikacji o tematyce metrologicznej (Tarczyńska-Łuniewska, Doszyń i in., 2023). Wydaje się jednak, że konieczne jest wypracowanie standardów statystyki publicznej w zakresie mierzenia i monitorowania aktywności metrologicznej w wielu wymiarach;

- informacje o rodzaju produkcji oraz zużyciu energii, zarówno ogólnym, jak i według rodzajów energii. Dzięki odzwierciedleniu w tych danych skali działalności przemysłowej możliwa jest identyfikacja sektorów związanych z metrologią. Ze względu na powszechną dostępność i szerokie monitorowanie tego obszaru przez podmioty gromadzące dane ze statystyk publicznych, analiza poziomu mierników związanych z produkcją przemysłową i zużyciem energii stanowi kluczowy kontekst dla dalszych badań nad wpływem metrologii na gospodarkę;
- dane dotyczące wyników finansowych przedsiębiorstw (w ujęciu ogólnym i sektorowym), m.in. poziom zysków oraz poziom przychodów i kosztów inwestycji. Dla sektorów związanych z metrologią istotne jest, aby wyniki w tej grupie były korzystne z ekonomicznego punktu widzenia. Wśród sektorów związanych z metrologią szczególne znaczenie ma sektor przemysłowy, jednak metrologia występuje także w sektorze usługowym czy rolniczym;
- dane dotyczące nakładów na B+R oraz innowacji są kluczowe dla metrologii i sektorów z nią związanych. Rozwój metrologii wymaga znacznych inwestycji w B+R i jest mocno związany z innowacjami, zwłaszcza tymi wprowadzanymi w przemyśle. Dobrze prosperująca sfera B+R, pozostająca w symbiozie z gospodarką oraz odpowiadająca oczekiwaniom i wyzwaniom zmieniającej się rzeczywistości, wpływa na rozwój gospodarczy. Działa także protekcyjnie na gospodarkę przez podnoszenie jej konkurencyjności. Dla metrologii ściśle powiązanej z przemysłem obszar B+R i innowacje stanowią istotną przestrzeń, w której może funkcjonować i się rozwijać. Z uwagi na funkcjonalność i zakres oddziaływania, z perspektywy B+R oraz innowacji metrologia ma także szansę wpływać na podnoszenie konkurencyjności gospodarki. Analiza nakładów na B+R i innowacje pozwala na oszacowanie ryzyka funkcjonowania i rozwoju metrologii wraz z kierunkami jej oddziaływania na różne sfery życia społeczno-gospodarczego;
- dane dotyczące zatrudnienia i poziomu wynagrodzeń w sektorach, tj.: stopa bezrobocia, wskaźnik zatrudnienia oraz struktura wykształcenia i struktura wieku ludności. W sektorach o dużym znaczeniu dla metrologii, a w szczególności wymagających zaawansowanej technologii, struktura zatrudnienia pozwala na zidentyfikowanie zagrożeń dla ich płynnego funkcjonowania. Taka informacja jest także ważna dla płynnego funkcjonowania metrologii i jej funkcjonalności. Dobrze pro-

sperująca gospodarka stwarza z reguły dobre warunki rozwoju rynku pracy. Jeśli obydwa obszary funkcjonują w symbiozie, to sygnały dotyczące np. zapotrzebowania na konkretne zawody czy umiejętności, w tym kierunki kształcenia, są obserwowane przez rynek pracy i odpowiednio wykwalifikowani pracownicy znajdują zatrudnienie. Oczywiście potrzeba w tym obszarze wielu działań, także w innych sektorach, np. edukacji, aby można było wykształcić i przygotować potencjalnych pracowników do nadchodzących zmian. Taka sytuacja jest wymagana, a w niektórych przypadkach wręcz niezbędna, szczególnie tam, gdzie zachodzi konieczność zastosowania zaawansowanych technologii do projektowania, budowania czy wdrażania specjalistycznych urządzeń pomiarowych. Oprócz infrastruktury metrologicznej ważny jest też człowiek – pracownik o odpowiednich kwalifikacjach, który będzie potrafił obsługiwać tę infrastrukturę, a także ją rozwijać, pracując w odpowiednim środowisku metrologicznym i warunkach wymaganych w tym zakresie.

Wykorzystanie wybranych zasobów statystyki publicznej do analizy i oceny stanu metrologii czy kierunków jej oddziaływania może się odbywać w ujęciu statycznym i dynamicznym. Uwzględnienie czynnika czasu w przypadku badań koncentrujących się na perspektywach zmian czy tendencjach oddziaływania jest nieuniknione. Inną kwestią jest możliwość poszukiwania powiązań między danymi metrologicznymi a pochodzącymi z zasobów statystyki publicznej w celu uchwycenia istniejących lub wykształcających się relacji. W kontekście użycia metod statystycznych pojawia się możliwość zastosowania metod badania prawidłowości statystycznych, co stanowi podstawę analizy, diagnozy i prognozy nie tylko metrologii, ale także zjawisk i obszarów z nią powiązanych. W konsekwencji może to zapewnić kluczowe wytyczne czy argumenty do analiz, diagnoz i prognoz prowadzonych na poziomie gospodarki jako całości.

Zasoby statystyki publicznej stanowią bogate i cenne źródło informacji, których kontekst wykorzystania jest szeroki. Podział zasobów pozwala na identyfikację takich obszarów, które są najbardziej przydatne dla użytkownika. Kluczowym elementem jest cel, do realizacji którego dane będą wykorzystywane.

4. Wnioski

Prowadzenie badań ewaluacyjnych dotyczących inwestycji o charakterze infrastrukturalnym w zakresie metrologii powinno przyczynić się do zwiększenia świadomości roli metrologii w kształtowaniu polityk rozwoju oraz poprawy świadomości społecznej w tym zakresie. Nowoczesna metrologia wymaga inwestycji. Jest tą dziedziną wiedzy, która odgrywa kluczową rolę w gospodarce. Jej niedofinansowanie może mieć bardzo negatywny wpływ na innowacyjność przemysłu i usług oraz osłabiać

konkurencyjność polskiej gospodarki. Coraz więcej dziedzin nauki i gospodarki potrzebuje metrologii, co powoduje konieczność rozbudowy infrastruktury metrologicznej. Inwestycje w krajowy system i infrastrukturę pomiarową uznawane są za kluczowe, a projekty badawczo-rozwojowe z tego zakresu przynoszą wymierne korzyści ekonomiczne, wielokrotnie przekraczające poniesione koszty (w analizie wprost, nie uwzględniając efektów mnożnikowych).

Nie ulega więc wątpliwości, że istnieje potrzeba kształtowania odpowiedniej polityki dotyczącej narodowego potencjału metrologicznego. Jak w każdym innym obszarze budowy polityk rozwoju opartych na faktach, tak i tu niezbędne są badania kwantyfikujące i ewaluujące oddziaływanie metrologii na procesy społeczno-gospodarcze, i to badania pogłębione – nie tylko wskazujące na oczywistą korzyść z inwestycji w ten rodzaj infrastruktury publicznej, lecz także wskazujące pożądane kierunki rozwoju i alokacji środków, przyczyniające się do realizacji szerszych celów związanych z utrzymaniem przewagi konkurencyjnej na poziomie całego systemu gospodarczego, w szczególności w tych jego obszarach, które mają potencjał osiągnięcia najwyższych korzyści ekonomicznych, a w efekcie i społecznych.

Analiza danych statystycznych w omawianym zakresie nie tylko dostarcza kompleksowego obrazu gospodarki, lecz także stanowi istotne narzędzie identyfikacji obszarów, w których rozwój metrologii ma potencjał generowania pozytywnego wpływu na wzrost gospodarczy. Metrologia jest istotną składową gospodarki, a przez pryzmat wzajemnego oddziaływania wpływa także na jej konkurencyjność. Wspieranie konkurencyjności gospodarki przez metrologię wiąże się m.in. z zapewnieniem jakości pomiarów, ich standaryzacji czy zgodności z obowiązującymi regulacjami prawnymi. Inwestowanie w rozwój metrologii (zarówno na poziomie przedsiębiorstw, jak i państwa), w tym w niezbędną infrastrukturę, w konsekwencji zabezpiecza gospodarkę i prowadzi do wzrostu jej konkurencyjności. Między gospodarką a metrologią występują sprzężenia zwrotne, chociaż należałoby zaznaczyć, że sama gospodarka stwarza warunki do rozwoju metrologii. W związku z tym hipoteza zakładająca, że im wyższy poziom rozwoju gospodarczego, tym lepsze warunki dla funkcjonowania i rozwoju metrologii, wydaje się mieć uzasadnienie.

W odniesieniu do danych z zasobów statystyki publicznej dla metrologii należy wskazać, że są to przede wszystkim dane o charakterze istotnym dla oceny stanu gospodarki, jej koniunktury i perspektyw rozwoju, które jednocześnie są ściśle związane z metrologią. Są to m.in. dane dotyczące: podstawowych informacji makroekonomicznych, produkcji przemysłowej, wyników finansowych przedsiębiorstw, nakładów na B+R oraz innowacji czy zatrudnienia. Warte uwagi są zatem informacje użyteczne do oceny warunków i ryzyka funkcjonowania metrologii i jej rozwoju. Podstawą jest oczywiście zrozumienie, czym jest metrologia oraz jakie są jej funkcja i zakres oddziaływania.

Trzeba podkreślić, że zasoby statystyki publicznej powinny być uzupełnione o dane dotyczące wykorzystania i efektywności infrastruktury metrologicznej. Kompleksowe zasoby danych umożliwiłyby w sposób bardziej szczegółowy uwzględnienie metrologii w systemie funkcjonowania gospodarki. Z perspektywy działań strategicznych państwa, regionu, a także przedsiębiorstw wpierałoby to budowanie odpowiednich polityk czy strategii rozwoju.

Źródło finansowania badania

Publikacja dofinansowana ze środków budżetu państwa w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą Polska Metrologia. Projekt: „Ocena wpływu metrologii na gospodarkę w Polsce”, nr PM/SP/0023/2021/1.

Bibliografia

- Birch, J. (2003). *Benefit of Legal Metrology for the Economy and Society*. https://www.oiml.org/en/files/pdf_e/e002-e03.pdf.
- Brown, R. J. C. (2021). Measuring measurement – What is metrology and why does it matter?. *Measurement*, 168, 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108408>.
- Bureau international des poids et mesures. (2012). *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)* (3rd edition). JCGM. https://www.bipm.org/documents/20126/2071204/JCGM_200_2012.pdf/f0e1ad45-d337-bbeb-53a6-15fe649d0ff1.
- Centre for Economics and Business Research. (2015). *The Economic Contribution of Standards to the UK Economy*. British Standard Institution. <https://www.bsigroup.com/LocalFiles/en-GB/standards/BSI-standards-research-report-The-Economic-Contribution-of-Standards-to-the-UK-Economy-UK-EN.pdf>.
- Doszyń, M., Tarczyńska-Łuniewska, M., Batóg, B., Rozkrut, M., Rozkrut, D., Pajor, M., Majda, P. (2023). *Ocena wpływu metrologii na gospodarkę w Polsce za pomocą modelu Solowa*. <https://met2023.stat.gov.pl/Content/Presentations/Sesja%2012.2%20MET2023.pdf>.
- Główny Urząd Miar. (2015). *Międzynarodowy Słownik Terminów Metrologii Prawnej*. https://www.gum.gov.pl/ftp/pdf/Wydawnictwa/Miedzynarodowy_Slovník_Terminow_Metrologii_Prawnej.pdf.
- Harris, W. T., Harris, L. (1996). The Political Economy of Metrology. *Humanity and Society*, 20(4), 70–77. <https://doi.org/10.1177/016059769602000406>.
- Jakubiec, W., Zator, S., Majda, P. (2014). *Metrologia*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Kaczorowski, B. (red.). (2004). *Nowa encyklopedia powszechna PWN*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Link, A. N. (2021). *The Economics of Metrology* (UNCG Economics Working Paper No. 21-01).
- Robertson, K., Swanepoel, J. A. (2015). *The economics of metrology* (Office of the Chief Economist Research Paper No. 6/2015). https://www.industry.gov.au/sites/default/files/June%202018/document/pdf/the_economics_of_metrology.pdf.

- Stiglitz, J., Sen, A. K., Fitoussi, J.-P. (2009). *The measurement of economic performance and social progress revisited: Reflections and Overview* (OFCE Working Paper No. 2009-22). <https://hal-sciencespo.archives-ouvertes.fr/hal-01069384>.
- Stokes, F., Dixon, H., Generosa, A., Nana, G. (2011). *The Economic Benefits of Standards to New Zealand*. BERL. <http://academico.une.org/Documents/BERLreportontheeconomicbenefitsofSNZAug2011.pdf>.
- Swann, G. M. P. (2009). *The Economics of Metrology and Measurement*. <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7c32ece5274a25a91411ea/prof-swann-report-econ-measurement-revisited-oct-09.pdf>.
- Tarczyńska-Łuniewska, M., Doszyń, M., Majda, P., Pajor, M., Batóg, B., Rozkrut, D., Rozkrut, M. (2023). *Econometric modeling of the metrology impact on the economy in Poland* [referat]. International Conference on Applied Business and Economics, Saloniki, Grecja.
- Tarczyńska-Łuniewska, M., Pajor, M., Doszyń, M., Majda, P., Batóg, B., Rozkrut, M., Rozkrut, D. (2023). *Analiza uwarunkowań i wpływu metrologii na gospodarkę — ujęcie ekonometryczne* [referat]. IX Kongres Metrologii, Ryn, Polska.
- Tarczyńska-Łuniewska, M., Rozkrut, M., Rozkrut, D., Doszyń, M., Batóg, B., Pajor, M., Majda, P. (2023). *Metrologia prawna a problem digitalizacji* [referat]. 9 Forum Prawa Mediów Elektronicznych, Szczecin, Polska.
- United Nations Industrial Development Organization. (2020). *The role of Metrology in the context of the 2030 Sustainable Development Goals*. https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-08/The_role_of_Metrology_in_the_context_of_SDGs.pdf.
- Ustawa z dnia 29 czerwca 1995 r. o statystyce publicznej (Dz.U. 1995 nr 88, poz. 439 ze zm.).
- Wiśniewski, J. W. (2014). Ekonometria. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania*, (36), 131–143.