



## Rafał Wisła

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie  
Wydział Zarządzania i Komunikacji Społecznej  
Katedra Ekonomii i Innowacji  
rafal.wisla@uj.edu.pl

# ZASOBY TECHNOLOGICZNE KRAJÓW EUROPY ŚRODKOWO-WSCHODNIEJ

**Streszczenie:** W artykule podjęto problem zasobów technologicznych krajów środkowo-wschodniej części Unii Europejskiej. Kontekstem badawczym są postulaty zawarte w strategii Europa 2020, dotyczące m.in. potrzeby inwentaryzacji krajowych i regionalnych potencjałów. Głównymi celami badawczymi są: identyfikacja zasobów technologicznych krajów Europy Środkowo-Wschodniej, które po 2003 r. przystąpiły do Unii Europejskiej, oraz ocena zróżnicowania tych zasobów. Zasadniczymi ustaleniami wynikającymi z przeprowadzonej analizy są: 1) wielkość gospodarki determinuje liczbę tworzonych i rozwijanych zasobów technologicznych, 2) równomiernie wzmacnianymi i eksploatowanymi polami rozwoju technologicznego w badanej grupie są: technologie produkcji mebli, środki farmaceutyczne oraz maszyny specjalistyczne, 3) w obszarze technologii mikrostrukturalnych i nanotechnologii zdecydowanie największe zasoby posiadają podmioty węgierskie.

**Słowa kluczowe:** wiedza techniczna, technologia, przewaga technologiczna, Europa Środkowo-Wschodnia.

**JEL Classification:** O33, O34.

## Wprowadzenie

Wytworzenie produktu finalnego może odbywać się poprzez różne (alternatywne) metody produkcyjne, które określa się jako techniki produkcji. Zespół wszystkich technik uznaje się za technologię. Każde rozszerzenie zestawu technik produkcji na dowolnym poziomie agregacji oznacza zmianę technologiczną; nie każdą zmianę można jednak uznawać za postęp techniczny. Poszerzenie zbioru technik produkcji (technologii) o technikę nieefektywną określa się jako zerowy postęp techniczny [Gomułka, 1998].

W ujęciu makroekonomicznym zjawisko postępu technicznego przejawia się we wzroście łącznej produktywności czynników produkcji, rozumianym jako każdy długookresowy wzrost strumienia produktu, który nie jest związany z procesem akumulacji kapitału rzeczowego lub ze wzrostem zasobu pracy w gospodarce [Tokarski, 1998]. W modelach wzrostu gospodarczego [Lucas, 1988; Barro, 1989a, 1989b; Romer, 1990; Mankiw, Romer, Weil, 1992] pod pojęciem postępu technicznego rozumie się akumulację wiedzy naukowo-technicznej lub kapitału ludzkiego, bezpośrednio wykorzystywanych w procesie produkcyjnym [Tokarski, 1996].

Ostatnie dwa stulecia to okres gwałtownych zmian technologicznych oraz wzrostu gospodarczego – bez precedensu z perspektywy historii gospodarczej świata. Akumulacja kapitału rzeczowego oraz wzrost zasobów pracy w gospodarce nie tłumaczy całości wzrostu gospodarczego. Mikroanaliza wielu wynalazków i innowacji pokazuje, że zwiększyły one znacznie produktywność w gospodarce. Uzasadnione jest przyjęcie założenia, że zmiana technologiczna jest silnie związana ze wzrostem, ale wciąż trudno poznać naturę tej relacji i ją skwantyfikować.

Technika i technologia produkcji to mikroekonomiczne charakterystyki, a ich transpozycja na poziom makroekonomiczny rodzi wiele problemów. Jeśli przyjąć, że technologia oznacza ogół procesów przetwarzania dóbr materialnych i niematerialnych w dobra użyteczne, a w szczególności stanowi zakumulowaną wiązkę wiedzy naukowo-technicznej na temat praktycznego wykorzystania osiągnięć określonej dziedziny nauki w przemyśle, transporcie, medycynie itp., to jej transpozycja i agregacja w ujęciu makroekonomicznym będzie polegać na sumowaniu, w obrębie sektorów, gałęzi lub obszarów technologicznego rozwoju, jednostkowych zapisów narastania nowej wiedzy naukowo-technicznej.

W artykule przyjmuje się, że jednostkowe zapisy wiedzy technicznej materializują proces narastania wiedzy przemysłowej i potencjalnego rozwoju technologicznego, a zatem poddają się kwantyfikacji. Można przyjąć, że proces technologicznego uczenia się sprzyja tworzeniu potencjału technologicznego, rozumianego jako zasób rozwiązań technicznych i procesowych, którymi dysponują krajowe podmioty gospodarcze.

Nakreślony kontekst terminologiczny prowadzi do sformułowania dwóch głównych celów badawczych: 1) identyfikacji zasobów technologicznych krajów Europy Środkowo-Wschodniej oraz 2) oceny zróżnicowania tych zasobów. Dla osiągnięcia tak zdefiniowanych celów wykorzystuje się narzędzia w postaci technologicznej tablicy łącznikowej, opracowanej przez Światową Organizację

Własności Intelktualnej (*The WIPO Technology Concordance Table*), oraz indeks względnej przewagi komparatywnej (*Balassa's Revealed Comparative Advantage*). Narzędzia te pozwolą ustalić efekt akumulacji wiedzy naukowo-technicznej rozumianej jako zasób łatwo transferowalny w czynnik produkcji.

Uzasadnieniem podejmowanej tematyki badawczej są postulaty zawarte w strategii Europa 2020. W przewodnim projekcie strategii Europa 2020 – „Unia Innowacji” logikę i kierunki rozwoju definiuje się następująco: „Na poziomie krajowym państwa członkowskie muszą zreformować krajowe (i regionalne) systemy prowadzenia działalności B+R+I, aby sprzyjały one rozwijaniu doskonałości i inteligentnej specjalizacji (...); regiony powinny kierować środki w oparciu o inteligentną specjalizację i koncentrować się na swoich mocnych stronach, w których mogą osiągać wybitne wyniki (...)”.

Zaprezentowane w artykule podejście badawcze jest ukierunkowane na identyfikacji tych właśnie mocnych stron, tj. rzeczywiście posiadanych zasobach wiedzy naukowo-technicznej.

## 1. Technologia w teorii ekonomii

Pierwszym modelem, w którym czynnik wiedzy naukowo-technicznej stanowił podstawę objaśniania przyczyn zróżnicowania rozwoju gospodarczego był model Solowa-Swana (z 1956). W modelu tym produkcja ( $Y$ ) jest funkcją kapitału ( $K$ ), pracy ( $L$ ) i współczynnika określającego efektywność wykorzystania czynników produkcji ( $A$ )<sup>1</sup>, stąd mamy:  $Y(t) = F(K(t), A(t), L(t))$ . Postęp techniczny, przejawiający się we wzroście łącznej produktywności czynników produkcji ( $A$ ) nie jest tutaj jednak dokładnie sprecyzowany. Model Solowa był krytykowany za niespójne podejście do zagadnienia postępu technicznego. Z jednej strony postęp techniczny jest interpretowany jako główne źródło wzrostu, z drugiej jest zmarginalizowany do zmiennej egzogenicznej.

W latach 60. XX w. zagadnienie tworzenia wiedzy oraz jej kwantyfikacji były przedmiotem dociekań: N. Kaldora i J.A. Mirrleesa [1962], K. Arrowa [1962], E.S. Phelps'a [1966], K. Shella [1966, 1967], D. Levhariego [1966a, 1966b], E. Sheshinskiego [1967].

Nowa teoria wzrostu, zapoczątkowana m.in. pracami Romera [1986, 1990] i Lucasa [1988], interpretowała tzw. resztę Solowa jako efekt nakładów na kapi-

---

<sup>1</sup> Współczynnik ( $A$ ) w funkcji produkcji czasami nazywany jest łączną produktywnością czynników produkcji. Zob. prace Władysława Welfego, np. [Welfe (red.), 2007].

tał ludzki, którego rezultatem są m.in. nowe rozwiązania techniczne i technologiczne pobudzające wzrost gospodarczy. W konsekwencji postęp techniczny jako produkt kapitału ludzkiego uległ endogenizacji i stał się siłą napędową wzrostu poprzez proces akumulacji wiedzy naukowo-technicznej. Parametr ( $A$ ), w modelu Solowa, prowadzący do wzrostu łącznej produktywności czynników produkcji, stał się ostatecznie zasobem  $A(t) = F(a_K K(t), a_L L(t), A(t))$ , na który można wpływać. Wciąż istnieje wyraźny spór na temat charakteru tego zasobu, warunków sprzyjających jego tworzeniu oraz czynników determinujących jego alokację. Wynika to z faktu, że kategoria zasobu, jakim jest wiedza techniczna, ma szerokie konotacje. Występuje pod wieloma postaciami (maszyn, urządzeń, przyrządów, dokumentacji technicznej, publikacji naukowych, opisów patentowych oraz kapitału ludzkiego – doświadczeń [Arrow, 1962], umiejętności i zdolności zastosowania wiedzy technicznej w procesach wytwórczych).

Wiedza techniczna, zmaterializowana w opisie patentowym, ma charakter wyłączny i rywalizacyjny, ale też stanowi swego rodzaju dobro publiczne poprzez otwarty dostęp do bazy opisów patentowych, tzn. może być źródłem inspiracji i kolejnych, nowych rozwiązań. Taka konstrukcja jednocześnie generuje zarówno negatywne, jak i pozytywne efekty zewnętrzne.

W modelu akumulacji wiedzy Romera z 1986 r. wzrost produktywności uzyskiwany jest w wyniku działania pozytywnych efektów zewnętrznych, które są wynikiem dyfuzji wiedzy. W 1990 r. Romer nadal utrzymuje założenie, że przyrost wiedzy jest liniową funkcją istniejącego zasobu wiedzy i siły roboczej zatrudnionej w sektorze B+R.

W modelach akumulacji kapitału ludzkiego [Romer, 1986; Lucas, 1988; Barro, 1989a, 1989b; Mankiw, Romer, Weil, 1992] wyraźnie wyodrębnia się zasoby pracy ( $L$ ) – siłę roboczą określoną ilościowo od kapitału ludzkiego ( $H$ ) – specjalistycznej wiedzy, kompetencji, umiejętności, kondycji psychofizycznej, stąd mamy:  $Y = F(K, H, AL)$ . Tutaj pod pojęciem postępu technicznego rozumie się akumulację wiedzy naukowo-technicznej lub kapitału ludzkiego, które bezpośrednio wykorzystuje się w procesie produkcyjnym [Tokarski, 1996].

Modele działalności B+R powstające w ramach teorii wzrostu endogenicznego charakteryzuje determinizm relacji między siłą roboczą, kapitałem ludzkim a ich produktem. Wynika to z faktu stosowania funkcji produkcji. W celu lepszego odwzorowania przyjmowanego założenia, o dodatnim związku między nakładami na B+R a wynikami w postaci nowej wiedzy, wprowadza się dodatkowe wyznaczniki efektów działalności B+R. Najczęściej są to określone parametry przesunięcia.

Teoria endogenicznego wzrostu skupia uwagę przede wszystkim na potencjale i zasobach, wskazując, w jaki sposób nakłady na B+R oraz kapitał ludzki mogą przekładać się na wzrost łącznej produktywności czynników wytwórczych.

Przykładem silnie nasyconego wiedzą produktu prac badawczo-rozwojowych (B+R), mającego potencjalną zdolność przemysłowej eksploatacji, jest nowe rozwiązanie techniczne zawarte w opisie patentowym. W sensie prawnym patent to prawo wyłącznego korzystania z nowego rozwiązania o charakterze technicznym; jest uważane za jedno z najmocniejszych praw własności intelektualnej. W sensie naukowym to uwięczenie prac badawczo-rozwojowych. W wymiarze ekonomicznym to jeden z etapów procesu innowacji. Z punktu widzenia podmiotu, który jest jego właścicielem, stanowi zasób oraz potencjalną wartość rynkową. Posiada względnie wysoką zdolność transformacji w czynnik wytwórczy. Właściwość opisu patentowego i samego prawa wyłącznego (patentu rozumianego *sensu stricto*) powodują, iż informacja patentowa stanowi pomost między rezultatami B+R a ich potencjalną gospodarczą eksploatacją.

Samo posiadanie czy dostęp do zasobów wiedzy naukowo-technicznej jest warunkiem niewystarczającym do podniesienia poziomu rozwoju gospodarki. W kontekście funkcji produkcji wiedzy naukowo-technicznej, wykorzystywanej w modelach działalności B+R, proponuje się nadać bardziej rygorystyczne rozumienie produktów kapitału ludzkiego. Znaczenie kapitału ludzkiego we wzroście gospodarczym powinno być raczej rozumiane w kategoriach jakości i zakresu wykorzystania jego produktów. W tym kontekście wiedza naukowo-techniczna może być kwantyfikowana poprzez: 1) oddziaływanie i dyfuzję (wskaźniki cytowalności), jako przejaw jej jakości i potencjalnej przydatności; 2) przemysłową stosowalność (liczbę udzielonych licencji, częstotliwość zmian uprawnionego do wynalazku) oraz 3) zasięg geograficznej eksploatacji (liczba krajów, w których monopol patentowy obowiązuje). Poziom rozwoju społeczeństw jest zdeterminowany ilością krajowych zasobów wiedzy, jak również jej globalnych powiązań, oraz zdolnościami aplikacyjnego wykorzystania, zarówno krajowych, jak i zewnętrznych źródeł wiedzy. To nie sama produkcja wiedzy, a raczej jej dyfuzja i wykorzystanie pozwalają lepiej odwzorować kierunki i dynamikę procesów rozwojowych.

## 2. Koncepcja analizy zasobów technologicznych

### 2.1. Założenie

Dotychczasowy model wzrostu, oparty na akumulacji kapitału fizycznego i ludzkiego, którego efektem jest szybki wzrost krajów Europy Środkowo-Wschodniej, stopniowo przestaje wystarczać. Najważniejszym mechanizmem

pozwalającym utrzymać dotychczasową dynamikę wzrostu jest postęp technologiczny. Stąd rodzi się główne pytanie badawcze: jakie zasoby wiedzy technicznej, którymi dysponują kraje Europy Środkowo-Wschodniej, mogą stanowić potencjalny czynnik wzrostu w przyszłości, oraz jakie są różnice w tych zasobach?

## 2.2. Zasób technologiczny

Pojęcie zasobu technologicznego może być rozumiane jako zbiór rozwiązań technicznych i procesowych, którymi dysponują krajowe podmioty. Tytuł własności do nowych (lub ulepszonych) rozwiązań może pozostawać w zarządzie różnych podmiotów gry rynkowej.

Akumulacja wiedzy technicznej ucieleśniona w tytułach własności nowych rozwiązań technicznych jest zdynamizowana w ostatnich dekadach radykalnymi zmianami podejść i sposobów prowadzenia procesów wytwórczych, które w coraz większym stopniu opierają się na zasobach niematerialnych. Należy jednak wyraźnie podkreślić, iż w zależności od uwarunkowań kulturowych, czy instytucjonalnych proces akumulacyjny ma różną dynamikę i przebieg. Współzależność między zmianą technologiczną a kulturowymi i instytucjonalnymi cechami danego narodu jest jedną z najistotniejszych przyczyn obserwowanych różnic we wskaźnikach wynalazczości i wzrostu gospodarczego między poszczególnymi krajami [Gomułka, 1998].

## 2.3. Koncepcja przewag komparatywnych

W niniejszym artykule wykorzystuje się ideę przewag komparatywnych, nadając jej nieco inne znaczenie i interpretację. Wskaźnik Balassy *Revealed Comparative Advantage Index* [1965] jest stosowany do pomiaru potencjalnych źródeł przewagi, tj. nie w pełni ujawnionych i wykorzystywanych zasobów technologicznych w ujęciu krajowym. Tymi zasobami są trudno kwantyfikowane rezultaty działań kapitału ludzkiego w postaci nowej wiedzy naukowo-technicznej, które analizowane z perspektywy technologicznej pozwalają ustalić potencjały gospodarek krajowych (kompetencje badawczo-rozwojowe, ciągłość w rozwoju określonej dziedziny techniki i zdolność współpracy sieciowej) lub ich brak.

Indeksom zespołowym dla wielkości stosunkowych Balassy [1963, 1965], które wykorzystują w porównaniach międzynarodowych Eaton i Kortum [2002]; Nesta i Patel [2005]; Chor [2010]; Levchenko i Zhang [2012], można nadać następujące znaczenie:

$$PWPT_{ik} = \left( \frac{P_{ik}}{\sum_i P_{ik}} \right) / \left( \frac{\sum_i P_{ik}}{\sum_{ik} P_{ik}} \right) \quad (1)$$

gdzie:

$PWPT_{ik}$  – potencjalna względna przewaga zasobów technologicznych  $i$ -tego kraju,

$P_{ik}$  – liczba rozwiązań technicznych  $i$ -tego kraju w obszarze  $k$ -tej technologii,

$\sum_k P_{ik}$  – łączna liczba rozwiązań technicznych  $i$ -tego kraju we wszystkich rozpatrywanych obszarach technologicznych,

$\sum_i P_{ik}$  – łączna liczba rozwiązań technicznych w obrębie  $k$ -tej technologii wszystkich badanych  $i$ -tych krajach,

$\sum_{ik} P_{ik}$  – łączna liczba rozwiązań technicznych we wszystkich obszarach technologicznych wszystkich badanych krajach (każdorazowo w obrębie zdefiniowanych grup analitycznych).

Wartość wskaźnika wyznaczana jest w przedziale  $PWPT \in (0 ; +\infty)$ . Wartość wskaźnika powyżej jedności wskazuje na względną przewagę technologiczną w obrębie badanej zbiorowości (np. określonego zbioru krajów europejskich). Wartość poniżej jedności wskazuje na relatywnie słabą pozycję konkurencyjną w określonej dziedzinie techniki na tle innych krajów.

Wykorzystanie relacji bezwzględnej miary dyspersji, np. odchylenia standardowego ( $\sigma$ ) i odpowiedniej wartości średniej ( $\mu$ ), daje współczynnik zmienności, który wyznacza stopień zróżnicowania specjalizacji technologicznej w badanych czasie i przestrzeni. Im wyższa dyspersja, tym węższa specjalizacja technologiczna kraju. Niskie wartości tych charakterystyk mogą być interpretowane jako względnie jednakowo rozłożone zasoby technologiczne w obrębie całej zbiorowości rozważanych obszarów technologicznego rozwoju. Badanie wskazanych wyżej zależności z perspektywy technologicznej daje możliwość identyfikacji relatywnej przewagi technologicznej kraju oraz wskazywania stopnia jej zróżnicowania w badanej grupie krajów. Wyższa wartość wskaźnika zmienności ( $V_i$ ) wskazuje na wyłaniającą się specjalizację technologiczną; niższa – na słabo eksploatowany obszar bądź eksploatowany przez wszystkie kraje w podobnym zakresie i z podobnymi wynikami poszukiwań.

## 2.4. Źródło danych

Podmiot, ubiegając się o ochronę patentową na wynalazek, wybiera procedurę, na podstawie której będzie toczyć się postępowanie. Procedury te można podzielić na: krajowe, regionalne i międzynarodowe. Zastosowanie któregośkolwiek trybu nie wyklucza możliwości zastosowania w tym samym czasie innego. Procedura europejskiego zgłoszenia patentowego jest przykładem trybu regionalnego. Z perspektywy 11 krajów transformacji gospodarczej, procedura ta jest ścieżką wciąż dość „ekskluzywną”, zarówno pod względem kosztowym, jak i jakościowym. Stąd wykorzystywany w dalszej analizie zbiór patentów przyznanych w okresie 2000-2015 w trybie udzielenia patentu europejskiego podmiotom pochodzącym z krajów Europy Środkowej i Wschodniej uznaje się za zasób nagromadzonej wiedzy technicznej o wysokiej wartości merytorycznej, technologicznej, jak i gospodarczej.

## 3. Wyniki analiz

Tabela 1 prezentuje wartości indeksu względnej przewagi zasobów technologicznych w analizowanej grupie krajów.

**Tabela 1.** PWPT w obrębie krajów grupy UE11 (2000-2015)

Obszar rozwoju technologicznego	Bulgaria	Chorwacja	Czechy	Estonia	Litwa	Łotwa	Polska	Rumunia	Słowacja	Słowenia	Węgry	$V_i$ (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Maszyny elektryczne, urządzenia, energia	0,44	0,02	1,00	1,26	0,02	0,02	1,40	4,51	0,02	1,32	0,84	131,4
Technologie audiowizualne	1,55	1,65	0,22	0,03	4,45	0,03	0,87	0,03	2,56	1,13	1,47	105,3
Telekomunikacja	10,16	0,01	0,84	0,01	0,01	0,01	0,47	0,01	0,01	2,40	0,64	227,9
Komunikacja cyfrowa	0,02	3,26	0,78	0,02	0,02	0,02	1,70	4,13	0,02	1,48	0,31	135,3
Podstawowe procesy komunikacyjne	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	1,71	0,03	0,03	5,88	0,03	250,9
Technologie komputerowe	0,01	1,03	0,73	5,74	0,01	0,01	0,54	2,61	0,01	2,32	0,92	137,3
Informatyczne metody zarządzania	0,02	0,02	0,02	13,62	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	2,21	1,75	251,8
Półprzewodniki	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	2,56	0,03	0,03	4,41	0,03	222,7
Optyka	0,01	0,01	0,64	0,01	3,67	0,01	0,71	1,71	0,01	0,92	1,92	132,6
Pomiary	1,35	0,37	0,99	2,93	0,02	1,28	0,65	0,90	1,10	1,74	1,01	68,0



cd. tabeli 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Analiza materiału biologicznego	0,00	2,81	0,03	15,58	0,03	0,03	0,03	0,03	4,36	1,28	1,02	202,2
Kontrola, sterowanie	2,20	0,01	1,08	0,01	0,01	0,01	1,79	0,01	0,01	1,56	0,62	127,5
Technologie medyczne	1,96	1,03	0,82	3,42	0,02	1,49	1,44	0,53	0,65	0,75	0,85	77,1
Chemia wysokogatunkowych związków organicznych	0,23	1,98	0,84	0,03	0,70	2,25	0,62	0,03	0,79	0,66	1,62	84,9
Biotechnologia	1,00	0,53	0,56	2,91	2,84	0,95	1,69	0,67	0,82	1,65	0,61	67,9
Środki farmaceutyczne	0,87	1,57	0,69	0,64	0,02	1,09	0,42	0,58	0,48	1,42	1,60	60,0
Chemia związków wielkocząsteczkowych, polimery	0,00	0,03	1,48	0,03	0,03	0,03	1,18	2,27	5,54	0,03	0,82	161,6
Chemia spożywcza	2,34	0,42	0,58	1,14	4,43	2,96	0,96	0,01	0,64	0,19	1,52	98,2
Chemia materiałów podstawowych	1,05	0,02	1,28	1,53	0,02	1,98	1,00	4,13	1,70	0,02	0,98	94,3
Tworzywa, metalurgia	1,58	0,03	1,58	1,19	0,03	4,54	1,43	0,03	1,96	0,59	0,47	107,1
Technologie obróbki i powlekania powierzchni	0,01	0,64	0,30	0,01	6,86	0,01	2,45	3,19	0,01	1,14	0,57	152,5
Technologie mikrostrukturalne, nanotechnologie	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	3,48	311,8
Inżynieria chemiczna	0,00	0,03	1,43	0,03	0,03	1,32	1,22	2,72	2,23	0,83	0,72	97,3
Technologie ochrony środowiska	0,01	0,43	1,10	0,01	0,01	0,01	1,00	0,01	3,31	0,77	1,21	138,0
Obsługa	2,09	0,83	0,46	3,04	1,49	0,02	1,70	1,39	0,44	0,87	0,93	71,2
Narzędzia mechaniczne	1,67	1,19	2,00	0,03	1,61	0,03	0,63	0,03	0,48	1,34	0,60	82,4
Silniki, pompy, turbiny	4,34	0,46	0,96	5,07	4,94	3,30	0,24	2,31	0,71	0,42	1,05	88,4
Maszyny włókiennicze, papiernicze	1,48	0,02	2,78	1,09	6,26	0,02	0,81	0,02	0,61	0,54	0,16	147,9
Inne maszyny specjalistyczne	1,58	1,27	1,53	0,61	1,16	0,78	0,78	0,03	2,61	0,87	0,73	61,8
Obróbka termiczna, aparatura	1,07	0,01	1,18	0,01	3,04	0,01	1,45	4,24	0,88	0,26	0,80	114,3
Elementy mechaniczne	1,17	0,62	0,79	0,86	0,02	0,02	1,65	1,54	0,95	1,50	0,66	62,8
Transport	0,65	0,71	1,97	0,03	0,03	0,65	0,91	0,89	1,88	0,94	0,51	74,8
Meble	1,50	1,31	0,68	0,01	0,01	0,95	1,02	0,67	1,63	0,95	1,25	59,3
Inne towary konsumpcyjne	0,02	1,56	1,04	0,74	0,02	0,02	1,68	0,02	0,82	1,87	0,38	96,4
Inżynieria lądowa	0,64	1,36	1,00	0,50	0,94	0,03	1,67	2,14	0,55	0,85	0,68	62,9
PWPT >1	16	12	12	13	11	9	17	13	11	17	12	
V <sub>i</sub> (%)	63,7	87,1	145,4	50,3	61,2	61,3	172,3	80,9	82,6	111,1	145,8	

Źródło: Opracowanie własne.

Z tabeli 1 wynikają następujące ustalenia dla grupy UE11:

- biorąc pod uwagę kryterium wartości wskaźnika PWPT, można wskazać następujących liderów analizowanej grupy, tj. kraje o największej liczbie rozwijanych zasobów technologicznych: Polskę, Słowenię (z 17 relatywnie najlepiej rozwijanymi polami technologicznymi) oraz Bułgarię (z 16 rozwijanymi polami technologicznymi),
- największe gospodarki analizowanej grupy (Polska, Czechy, Węgry) charakteryzuje relatywnie największa koncentracja rozwoju wybranych pól technologicznych; prawidłowość ta nie dotyczy Rumunii (równie dużej gospodarki w grupie UE11),
- w przypadku gospodarek małych (Estonia, Łotwa, Litwa) jest dostrzegana relatywnie największa symetria rozwoju zasobów technologicznych, która może być interpretowana jako brak wyraźnej specjalizacji technologicznej,
- największą koncentrację technologiczną obserwuje się w: technologiach mikrostrukturalnych i nanotechnologiach, w których specjalizują się Węgrzy; informatycznych metodach zarządzania (specjalizacja estońska); w technologiach z zakresu podstawowych procesów komunikowania, w których specjalizują się Słoweńcy i Polacy; w półprzewodnikach (Słowenia, Polska) oraz w telekomunikacji (Bułgaria),
- podobnie eksploatowanymi polami rozwoju technologicznego jednocześnie we wszystkich badanych krajach UE11 są: technologie produkcji mebli; środki farmaceutyczne (i kosmetyki); maszyny specjalistyczne; elementy mechaniczne oraz inżynieria lądowa.

W tabeli 2 zawarto grupy kwartyłowe pól rozwoju technologicznego w trzech punktach czasowych analizowanego okresu, tj. 2000, 2010 oraz 2015 r. W pierwszej grupie kwartyłowej znajdują się kraje o najwyższej wartości badanej cechy; ostatnia (czwarta) grupa kwartyłowa zawiera kraje o najniższej wartości cechy.

**Tabela 2.** Grupy kwartyłowe pól rozwoju technologicznego w latach 2000-2015

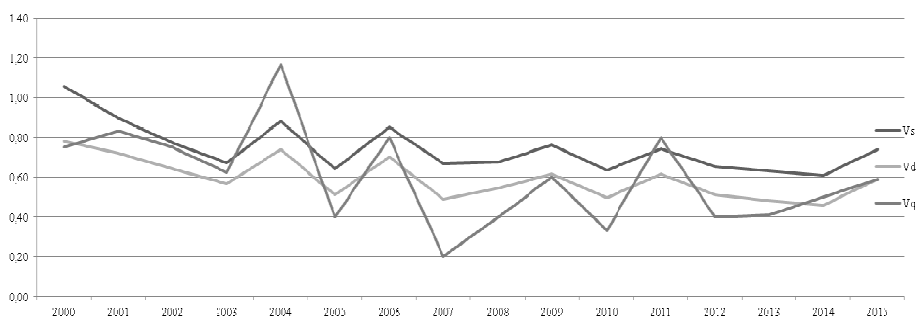
Grupa kwartyłowa	Lata		
	2000	2010	2015
Pierwsza	Węgry, Polska, Czechy	Węgry, Słowenia, Czechy	Polska, Słowenia, Czechy
Druga	Słowenia, Bułgaria, Łotwa	Polska, Słowacja, Chorwacja	Węgry, Bułgaria, Chorwacja
Trzecia	Słowacja, Rumunia, Litwa	Łotwa, Estonia, Bułgaria	Estonia, Litwa, Słowacja
Czwarta	Chorwacja, Estonia	Rumunia, Litwa	Łotwa, Rumunia

Źródło: Opracowanie własne.

Z analizy tabeli 2 wynikają dwa ogólne ustalenia:

- 1) w trzech badanych punktach czasowych, w pierwszej grupie kwartylowej zawsze znajdują się Czechy,
- 2) Łotwa charakteryzuje się wyraźnie spadkową tendencją w zakresie rozwoju zasobów technologicznych w analizowanej grupie, podobnie słabo w tym zestawieniu prezentuje się Rumunia.

Dalej zestawiono wskaźniki pozwalające na porównanie stopnia międzynarodowego zróżnicowania badanej zmiennej.



$V_s$  – współczynnik zmienności oparty na odchyleniu standardowym,

$V_d$  – współczynnik zmienności oparty na odchyleniu przeciętnym,

$V_q$  – współczynnik zmienności oparty na odchyleniu ćwiartkowym,

**Rys. 1.** Współczynniki zmienności pól technologicznych w latach 2000-2015

Źródło: Opracowanie własne.

Wykorzystano tu współczynniki zmienności oparte na: odchyleniu standardowym, odchyleniu przeciętnym oraz odchyleniu ćwiartkowym. Im wyższą wartość przyjmują owe współczynniki, tym wyższym przestrzennym zróżnicowaniem charakteryzowały się zasoby technologiczne analizowanej grupy krajów.

Ogólną prawidłowością jest stopniowe zmniejszanie się tego zróżnicowania ( $V_s$ ,  $V_d$ ). Współczynnik zmienności oparty na odchyleniu ćwiartkowym ( $V_q$ ), liczony na podstawie liczebności przewag technologicznych drugiego i trzeciego kwartyła, wykazuje wysoką zmienność, choć z tendencją malejącą.

## Podsumowanie

Przeprowadzona analiza zasobów technologicznych krajów Europy Środkowo-Wschodniej uprawnia do wyprowadzenia następujących ogólnych wniosków:

- największe gospodarki (Polska, Czechy, Węgry) charakteryzuje relatywnie największa koncentracja rozwoju wybranych pól technologicznych; w przypadku gospodarek małych (Estonia, Łotwa, Litwa) jest dostrzegana relatywnie największa symetria rozwoju zasobów technologicznych, która może być interpretowana jako brak wyraźnej specjalizacji technologicznej,
- analiza kwartyłowa pokazuje wyraźną zmienność zajmowanej pozycji w rankingu liczebności rozwijanych zasobów technologicznych, najbardziej stabilnym krajem są Czechy,
- w obszarach technologii mikrostrukturalnych i nanotechnologii jest obserwowana największa koncentracja, jedynie Węgrzy posiadają zasoby technologiczne z tego obszaru,
- względnie równomiernie eksploatowanymi polami rozwoju technologicznego w grupie UE11 są: technologie produkcji mebli, środki farmaceutyczne, maszyny specjalistyczne,
- silnie wewnątrznie zróżnicowanymi grupami technologicznymi w obu grupach analitycznych są: informatyczne metody zarządzania oraz podstawowe metody zarządzania.

## Literatura

- Arrow K.J. (1962), *The Economic Implications of Learning by Doing*, „Review of Economic Studies”, No. 29.
- Balassa B. (1963), *An Empirical Demonstration of Classical Comparative Cost Theory*, „The Review of Economics and Statistics”, Vol. 45, No. 3, s. 231-238.
- Balassa B. (1965), *Trade Liberalisation and “Revealed” Comparative Advantage*, „The Manchester School”, Vol. 33, Iss. 2, s. 99-123.
- Barro R. (1989a), *A Cross-country Study of Growth, Saving and Government*, NBER „Working Paper”, No. 2855, February.
- Barro R. (1989b), *Economic Growth in a Cross Section Countries*, NBER „Working Paper”, No. 3120, September.
- Chor D. (2010), *Unpacking Sources of Comparative Advantage: A Quantitative Approach*, „Journal of International Economics”, Vol. 82, s. 152-167.

- Eaton J., Kortum S. (2002), *Technology, Geography, and Trade*, „Econometrica”, Vol. 70, s. 1741-1779.
- Gomułka S. (1998), *Teoria innowacji i wzrostu gospodarczego*, CASE, Warszawa.
- Kaldor N., Mirrlees J.A. (1962), *A New Model of Economic Growth*, „Review of Economic Studies”, No. 29.
- Levchenko A., Zhang J. (2012), *The Evolution of Comparative Advantage: Measurement and Welfare Implications*, „Economic Policy”, Vol. 27, No. 72, s. 567-602.
- Levhari D. (1966a), *Further Implication of Learning by Doing*, „Review of Economic Studies”, Vol. 33, No. 93.
- Levhari D. (1966b), *Extension of Arrow's „Learning by Doing”*, „Review of Economic Studies”, Vol. 33, No. 94.
- Lucas R. (1988), *On the Mechanics of Economic Development*, „Journal of Monetary Economics”, Vol. 22, Iss. 1, s. 3-42.
- Mankiw G., Romer D., Weil D. (1992), *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*, „Quarterly Journal of Economics”, Vol. 107, s. 407-437.
- Nesta L., Patel P. (2005), *National Patterns of Technology Accumulation: Use of Patent Statistics* [w:] H. Moed, W. Glänzel, U. Schmoch (eds.), *Handbook of Quantitative Science and Technology Research: The Use of Publication and Patent Statistics in Studies on R&D Systems*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, s. 531-551.
- Phelps E.S. (1966), *Models of Technical Progress and the Golden Rule of Research*, „Review of Economic Studies”, No. 33.
- Romer P. (1986), *Increasing Returns and Long-Run Growth*, „Journal of Political Economy”, Vol. 94, No. 86, s. 1002-1037.
- Romer P. (1990), *Endogenous Technological Change*, „Journal of Political Economy”, Vol. 98, No. 5, part II. s. S71-S102.
- Sheshinski E. (1967), *Optimal Accumulation with Learning by Doing* [w:] K. Shell (red.), *Essays in the Theory of Optimal Growth*, MIT Press, Cambridge.
- Shell K. (1966), *Toward a Theory of Inventive Activity and Capital Accumulation*, „American Economic Review”, No. 56.
- Shell K. (1967), *A Model of Inventive Activity and Capital Accumulation* [w:] K. Shell (red.), *Essays on the Theory of Optimal Economic Growth*, MIT Press, Cambridge.
- Tokarski T. (1996), *Postęp techniczny a wzrost gospodarczy w modelach endogenicznych*, „Ekonomista”, nr 5.
- Tokarski T. (1998), *Postęp techniczny a wzrost gospodarczy w modelach Solowa i Luca-sa*, „Ekonomista”, nr 2-3.
- Welfe W., red. (2007), *Gospodarka oparta na wiedzy*, PWE, Warszawa.

## TECHNOLOGICAL RESOURCES OF CENTRAL AND EASTERN EUROPEAN COUNTRIES

**Summary:** This paper discusses the issue of the technological resources within chosen group of countries in the European Union. The research context is the postulates included in the Europe 2020 strategy regarding the need for an inventory of national and regional potentials. The main objectives of the research are: identification of technological resources in Central and Eastern Europe countries, which after 2003 joined the European Union, and the assessment of the diversity of these resources. To achieve such defined objectives, the WIPO Technology Concordance Table and the index of relative comparative advantage – Balassa's Revealed Comparative Advantage are used. The principal findings of the analysis are: (1) the size of the economy determines the number of resources created and developed, (2) the following areas are developing similarly in all countries: furniture production, pharmaceuticals and special machines, (3) in the microstructural technologies and nanotechnologies areas Hungarian entities have definitely the largest resources.

**Keywords:** technical knowledge, technology, technological advantages, Central and Eastern Europe.