

**Rozalia SITKOWSKA**

Instytut Technologii Eksploatacji – PIB, Radom

## **OCENA INNOWACYJNOŚCI SUBSEKTORÓW ICT W POLSCE**

### **Słowa kluczowe**

Innowacyjność subsektorów, monitoring, ocena sektorowa, wielowymiarowa ocena innowacyjności.

### **Streszczenie**

W artykule opisano wyniki analizy porównawczej innowacyjności subsektorów (działów) sektora technologii informacyjno-telekomunikacyjnych (ICT), z wykorzystaniem metodologii European Innovation Scoreboard [4]. Syntetyczna analiza mocnych i słabych stron innowacyjności sektora ICT dokonana została przy wykorzystaniu zaproponowanego przez autorkę zestawu 40 wskaźników zgrupowanych w następujących modułach: zasoby ludzkie, działalność B+R, działalność innowacyjna, finansowanie innowacji, patentowanie i technologie ICT, efekty działalności innowacyjnej, współpraca w zakresie działalności innowacyjnej. Podstawą sporządzenia rozszerzonej analizy innowacyjności działów sektora ICT była baza dostępnych krajowych i europejskich informacji statystycznych.

### **Wprowadzenie**

Celem oceny sektorowej było zapewnienie wszechstronnego monitoringu innowacyjności sektora wytwórczego i usługowego ICT, a dla uwypuklenia ich różnicowania zastosowano podejście interdyscyplinarne tworząc jednolitą bazę wskaźników z pokrewnych statystyk z dziedziny nauki i techniki, innowacji, społeczeństwa informacyjnego.

Budowa pod egidą Komisji Europejskiej (KE), Europejskiej Przestrzeni Naukowej (ERA), jako systemu badań i innowacji znacznie rozszerza zakres badań multidyscyplinarnych, szczególnie technologii informacyjno-telekomunikacyjnych ICT, w tym oceny sektorowej [5]. Prace Komisji Europejskiej, dotyczące sektora ICT i komunikacji elektronicznej na lata 2008–2012 koncentrują się między innymi na [3]: dostosowywaniu wskaźników dotyczących społeczeństwa informacyjnego, w tym wskaźników dotyczących sektora ICT i jego konkurencyjności oraz rozwijaniu statystyki dotyczącej inwestowania w ICT.

W badaniach europejskich następuje ewolucja zarówno definicji sektora technologii informacyjno-telekomunikacyjnych (ICT), jak i wykorzystywanych wskaźników w ocenie sektorowej [3–4, 8]. Mimo podjętej inicjatywy GUS w 2008 r. [9], w literaturze przedmiotu [5] podkreśla się brak wyodrębnienia sektorów, w tym ICT i istotne trudności z pomiarem innowacyjności w tym obszarze. Dostępne systemy informacyjne, w tym GUS i Eurostat przedstawiają dane agregowane w układzie krajowym i regionalnym. Na podstawie informacji dostępnych w rozbudowanym systemie oceny *wykorzystania* technologii ICT w Eurostatie można wnioskować o potencjalnie wysokim zapotrzebowaniu gospodarki, w tym szczególnie przedsiębiorstw polskich, na wyroby i technologie ICT.

Technologie ICT pozwalają na wzrost produktywności przez automatyzację procesów i technologii, jak również na reorganizowanie wielu procesów biznesowych i powstawanie nowych usług.

OECD definiuje sektor ICT jako [7]: sektor wytwórczy ICT, w tym dział produkcji: maszyn biurowych i komputerów (*PKD 30*), sprzętu i aparatury radiowej, telewizyjnej i komunikacyjnej (*PKD 32*), instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych (*PKD 33*) oraz sektor usług ICT, w tym: poczta i telekomunikacja (*PKD 64*), informatyka i działalność pokrewna (*PKD 72*).

Syntetyczna ocena innowacyjności działów i sektorów (również sektora ICT) w krajach 15-tki była przeprowadzona w 2005 r. przez H. Hollandersa i A. Arundela [4]. Objęła łącznie pięć działów (*PKD 30, PKD 32, PKD 33, PKD 64 i PKD 72*).

Dla zapewnienia porównywalności danych, zgodnie z badaniami GUS [9], w ocenie innowacyjności sektora ICT przyjęto definicję sektora wytwórczego ICT rozszerzoną o produkcję maszyn i aparatury elektrycznej (*PKD 31*), a sektora usługowego ICT o handel hurtowy i komisowy (*PKD 51*). W ocenie innowacyjności polskich subsektorów ICT zastosowano metodę analizy wielowymiarowej (stosowaną w ocenie innowacyjności regionów) [2].

Polska inwestuje znaczne środki w technologie ICT szacowane na poziomie 7,6% PKB, przy czym 2,6% na technologie informacyjne, a 5% na technologie telekomunikacyjne.

Wydatki na technologie ICT w przeliczeniu na 1 mieszkańca czynią nasz kraj wiodącym inwestorem (użytkownikiem) nowoczesnych technologii ICT (tj. ponad 1000 \$ USA). Wysoki udział i wartość wydatków inwestycyjnych na

technologie ICT stwarzają szanse rozwoju dla krajowego sektora produkcji i usług ICT. Natomiast jedną ze słabości polskiego sektora wytwórczego ICT jest niski udział badaczy w sektorze przedsiębiorstw, tj. spośród pracowników z tytułem naukowym profesora tylko 2,1% zatrudnionych jest w sektorze ICT, z tytułem doktora 4%, a inżynierów 14,5% [6].

Średnie i duże podmioty gospodarcze dostarczyły w 2006 r. większość produkcji sprzedanej (89,6%) sektora ICT [9], przy czym przedsiębiorstwa te zatrudniają 82,9% pracowników. Dodać przy tym należy, że średnie i duże podmioty sektora ICT wytworzyły w 2006 r. 4,9% produkcji sprzedanej przetwórstwa przemysłowego przy zatrudnieniu 3,3% pracujących.

Zaproponowany i przedstawiony w niniejszym artykule rozszerzony, w odniesieniu do zaprezentowanego w publikacji [4], zestaw wskaźników umożliwia ocenę innowacyjności krajowych producentów i usługodawców technologii ICT. Zaprezentowane zagadnienie, ze względu na znaczenie sektora ICT, spotyka się z rosnącym zainteresowaniem badaczy, np. w [8] przedstawiono interesujące podejście, w którym uwzględniono dodatkowo aspekty promocji, standaryzacji, oddziaływania nowoczesnych struktur (gron, sieci, integracji i harmonizacji europejskiej) oraz umiejętności do kreowania nowych rozwiązań wewnątrz subsektorów ICT, co zasługuje na kontynuację w badaniach krajowych.

## 1. Wskaźniki innowacyjności oraz przyjęta metodologia oceny sektora ICT

W artykule zaproponowano metodę uwzględniającą dwadzieścia osiem dodatkowych w stosunku do zestawu użytych w *European Sector Innovation Scoreboards* [4] dwunastu wskaźników, które mogły być zastosowane jednocześnie dla subsektorów wytwórczych, jak i usługowych ICT.

Innowacyjność sektora ICT w roku  $t$  określono jako macierz  $X^t$ , która zawiera  $n$  subsektorów (działów) ( $n = 7$ )  $m$ -wymiarowych ( $m = 40$  wskaźników). W badaniach skorzystano ze zmodyfikowanego narzędzia opracowanego w arkuszu kalkulacyjnym Excel wykorzystanego w procesie oceny innowacyjności regionów [1].

Przez analogię do konstrukcji syntetycznego wskaźnika innowacyjności regionalnej [2] wprowadzono do analizy syntetyczny wskaźnik innowacyjności subsektorów ICT, którego zapis matematyczny jest następujący (*SIIS<sub>ijt</sub>* – *Summary Innovation Index Subsectoral*):

$$SIIS_{ijt} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m q_i x_{ijt}, \text{ przy czym } x_{ijt} = \frac{X_{ijt} - \text{Min}(X_{ijt})}{\text{Max}(X_{ijt}) - \text{Min}(X_{ijt})};$$

gdzie:  $x_{ijt}$  – wartość  $i$ -tego wskaźnika dla  $j$ -tego subsektora w sektorze ICT w czasie  $t$ ,

$m$  – liczba wskaźników,

- $X_{ijt}$  – średnia wartość  $i$ -tego wskaźnika dla  $j$ -tego subsektora ICT w czasie  $t$ ,
- $q_i$  – waga  $i$ -tego wskaźnika (przyjęto jak w 2003 RIS – *Regional Innovation Scoreboard*: dla wskaźników CIS 0,5 oraz 1,0 dla pozostałych wskaźników).

W ocenie poziomu innowacyjności subsektorów (działów) ICT, wykorzystano czteropoziomą klasyfikację innowacyjności, bazującą na metodzie oceny miernika rozwoju [10]. Po przyjęciu następujących założeń:

- miernik rozwoju  $d_j$  odpowiada poziomowi wskaźnika innowacyjności subsektora  $SIIS_{ikt}$ ,
- $\bar{d}$ ,  $s$  – odpowiednio oznaczają: średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe badanego wskaźnika zastosowany repertuar ocen innowacyjności można zapisać w sposób następujący:

Subsektor	Oznaczenie
mocny, gdy $d_j > \bar{d} + s$	I
średniomocny, gdy $\bar{d} < d_j \leq \bar{d} + s$	II
średniosłaby, gdy $\bar{d} - s < d_j \leq \bar{d}$	III
ślaby (białe plamy), gdy $d_j \leq \bar{d} - s$	IV

W tabeli 1 zestawiono wyodrębnione do analizy obszary problemowe wraz z zastosowanymi wskaźnikami.

Tabela 1. Obszar badawczy; moduły i wskaźniki oceny innowacyjności sektora ICT

Moduł	Wskaźniki:
Zasoby ludzkie dla innowacyjności	udział pracowników B+R w pracujących (%)
	nakłady na szkolenia w działalności innowacyjnej w przeliczeniu na 1 przedsiębiorstwo (w tys. zł)
	udział szkoleń w nakładach na działalność innowacyjną (%)
	udział przedsiębiorstw zaangażowanych w szkolenia pracowników (%)
Działalność B+R	udział nakładów na B+R w nakładach działalności innowacyjnej (%)
	nakłady na B+R na pracującego (w tys. zł)
	udział nakładów wewnętrznych w nakładach na B+R (%)
	procent przedsiębiorstw innowacyjnych zaangażowanych w zewnętrzną działalność B+R
	nakłady na B+R przypadające na osobę kategorii określonej jako "potencjał innowacyjny" <sup>1</sup> (w tys. zł)
	intensywność nakładów wewnętrznych B+R (w % produkcji sprzedanej/obrotu)

<sup>1</sup> Potencjał innowacyjny rozumiany jest jako personel odpowiedzialny za kreowanie i wdrażanie myśli innowacyjnej, w tym: specjaliści, technicy i inny średni personel oraz pracownicy biurowi.

Moduł	Wskaźniki:
Działalność innowacyjna	udział przedsiębiorstw, które wprowadziły innowacje organizacyjne i/lub marketingowe (%)
	udział przedsiębiorstw aktywnych innowacyjnie (w % innowacyjnych)
	udział nowych lub istotnie ulepszonych produktów (w % produkcji sprzedanej)
	innowacyjność przedsiębiorstw (w % ogółu)
	intensywność innowacji (w % produkcji sprzedanej/obrotu)
	udział inwestycji na maszyny i urządzenia techniczne (tzw. innowacyjnych maszyn) w nakładach na działalność innowacyjną (%)
	produkt (innowacja), rozwinięty głównie przez przedsiębiorstwo albo grupę przedsiębiorstw
Finansowanie innowacji	udział środków własnych w finansowaniu innowacji (%)
	nakłady na działalność innowacyjną na pracującego (w tys. zł)
	nakłady na działalność innowacyjną na 1 pracownika potencjału innowacyjnego (w tys. zł)
	publiczne wsparcie finansowe na działalność innowacyjną (w % przedsiębiorstw aktywnych)
	wsparcie instytucji krajowych (w % przedsiębiorstw aktywnych)
	wsparcie instytucji europejskich (w % przedsiębiorstw aktywnych)
Patentowanie i ICT	procent przedsiębiorstw innowacyjnych, które złożyły zgłoszenie patentowe
	procent przedsiębiorstw, które zarejestrowały znak towarowy
	procent przedsiębiorstw stosujących prawa autorskie
	wewnętrzne źródła informacji dla innowacji (w % przedsiębiorstw innowacyjnych)
	procent przedsiębiorstw innowacyjnych stosujących rejestrację zastrzeżeń przemysłowych
	udział wartości oprogramowania (w % nakładów na działalność innowacyjną)
	udział gotowej technologii w postaci dokumentacji i praw (w % nakładów na działalność innowacyjną)
Efekty (produktu lub procesu) działalności innowacyjnej <sup>*)</sup>	zwiększenie asortymentu produktów
	zwiększenie zdolności produkcyjnych lub zaopatrzenia usługi
	zwiększenie (poprawa) elastyczności produkcji
	obniżka materiałochłonności i energochłonności na jednostkę produktu
	poprawa jakości produktów i usług
	redukcja kosztów na jednostkę produktu
	zmniejszenie szkodliwości dla środowiska oraz poprawa bezpieczeństwa i higieny pracy
Współpraca w zakresie działalności innowacyjnej	procent przedsiębiorstw posiadających porozumienia o współpracy z dostawcami wyposażenia, materiałów, komponentów albo oprogramowania
	informacje pochodzące od klientów (w % przedsiębiorstw innowacyjnych)
	procent przedsiębiorstw posiadających porozumienia (umowy) o współpracy

<sup>\*)</sup> w % przedsiębiorstw aktywnych innowacyjnie, które oceniły znaczenie danego efektu jako „wysokie”.

Źródło: opracowanie własne.

W badaniu założono, że wszystkie zmienne (wskaźniki) są stymulantami, zatem im wyższa wartość miary agregatowej, tym wyższym poziomem innowacyjności charakteryzuje się dany subsektor ICT.

## 2. Wyniki syntetycznej oceny innowacyjności subsektorów ICT

Wyniki (według 40 wskaźników) oceny innowacyjności (tabela 2) wskazują, że liderem w polskim sektorze ICT jest subsektor produkcji maszyn biurowych i komputerów (0,815); większość subsektorów ICT została sklasyfikowana na *II poziomie innowacyjności*. Wyraźnie ostatnią pozycję w opracowanym rankingu zajmuje subsektor usługowy handlu hurtowego i komisowego (0,600). Analizując innowacyjność subsektorów ICT w przekroju wyodrębnionych modułów problemowych zauważa się, że:

- największą rozpiętość wskaźników odnotowano w module *działalność B+R*; od 0,357 w handlu hurtowym i komisowym do 0,928 w produkcji maszyn biurowych i komputerów,
- pozycja mocnego poziomu innowacyjności w poszczególnych modułach przypadła różnym subsektorom, przy czym w module *działalność innowacyjna* nie obserwuje się zdecydowanego lidera,
- stosunkowo najsłabszą pozycję w rankingu zajmuje subsektor *PKD 51* (pięciokrotnie IV poziom innowacyjności).

Wszystkie subsektory ICT uzyskały średnio najkorzystniejsze cząstkowe wskaźniki agregatowe (powyżej 0,6) tylko w trzech modułach: *działalność innowacyjna*, *efekty działalności innowacyjnej*, *współpraca w zakresie działalności innowacyjnej*. Najsłabsze wskaźniki wszystkie subsektory ICT uzyskały w module *zasoby ludzkie dla innowacyjności*, którego cząstkowe wskaźniki agregatowe wynosiły od 0,516 do 0,669. Niska wartość wskaźnika jest wynikiem niewielkiego udziału szkoleń pracowników w nakładach na działalność innowacyjną (od 0,5% do 3,5%, przeciętna dla sektora ICT 1,2%), małych nakładów na szkolenia w działalności innowacyjnej w przeliczeniu na 1 przedsiębiorstwo (od 7,8 do 463 tys. zł), nieznacznego udziału zatrudnionych w sferze B+R (od 0,2% do 2,4% pracujących ogółem).

W tabeli 2 zestawiono wyniki przeprowadzonych ocen innowacyjności sektora ICT z wyszczególnieniem wartości wskaźników, jakie uzyskały poszczególne moduły w subsektorach ICT.

Na bazie przeprowadzonych badań sporządzono ranking innowacyjności subsektorów ICT. W tabeli 3 przedstawiono liczbę wskaźników, których wartości klasyfikują dany subsektor jako: mocny, średniomocny, średniosłaby i słaby.

Lider innowacyjności sektora ICT – produkcja maszyn biurowych i komputerów najczęściej spośród pozostałych klasyfikowany był do poziomu mocnego innowacyjności, ze względu na wartości ocenianego wskaźnika (14/40 wskaźników). Subsektory wytwórcze ICT stosunkowo najczęściej klasyfikowano do średniomocnych i średniosłabych poziomów innowacyjności, zaś w subsektory usługowe ICT do średniosłabych. W handlu hurtowym i komisowym, sklasyfikowanym na ostatnim miejscu wystąpiła zdecydowana przewaga wartości wskaźników klasyfikujących ten subsektor do poziomów średniosłabych i słabych.

Tabela 2. Mocne i słabe strony innowacyjności subsektorów ICT w ocenie modułowej na podstawie uzyskanych wartości wskaźników agregatowych

Wyszczególnienie	Wskaźniki innowacyjności							
	według modułów							ogółem
	Zasoby ludzkie dla innowacyjności	Działalność B+R	Działalność innowacyjna	Finansowanie innowacji	Patentowanie i ICT	Efekty działalności innowacyjnej	Współpraca w zakresie działalności innowacyjnej	$SIS_{ij}(40)$
PKD 30	0,620	0,928	0,931	0,841	0,664	0,782	0,947	0,815
PKD 31	0,516	0,626	0,888	0,791	0,602	0,935	0,923	0,759
PKD 32	0,577	0,640	0,890	0,807	0,580	0,862	0,920	0,753
PKD 33	0,526	0,797	0,898	0,665	0,671	0,863	0,883	0,761
PKD 51	0,631	0,357	0,660	0,595	0,640	0,658	0,697	0,600
PKD 64	0,572	0,366	0,934	0,850	0,530	0,724	1,000	0,701
PKD 72	0,669	0,793	0,801	0,719	0,760	0,663	0,852	0,746
$\bar{d}$	0,587	0,644	0,857	0,753	0,635	0,784	0,889	0,734
$s$	0,056	0,218	0,098	0,096	0,074	0,107	0,097	0,068

Legenda:

I	II	III	IV
---	----	-----	----

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych europejskich (2004) i GUS (2006).

Tabela 3. Rozkład uzyskanych poziomów innowacyjności w subsektorach ICT, według pojedynczych wskaźników

Subsektor \ Poziom innowacyjności	PKD 30	PKD 31	PKD 32	PKD 33	PKD 51	PKD 64	PKD 72
I (mocny)	14	6	4	1	2	9	8
II (średniomocny)	15	15	17	18	2	6	7
III (średniosłaby)	9	18	19	18	18	20	19
IV (słaby)	2	1	0	3	18	5	6

Źródło: opracowanie własne.

## Zakończenie

Przedstawiony rozszerzony zestaw wskaźników pozwolił na przeprowadzenie gruntownej oceny innowacyjności subsektorów ICT w Polsce.

W zaprezentowanej syntetycznej ocenie innowacyjności żaden z subsektorów ICT nie zdobył zdecydowanej przewagi co najmniej 25 lokat (60%) pierwszego (mocnego) poziomu innowacyjności. W rezultacie badań w sektorze ICT odnotowano przeciętnie przewagę lokat średniosłabych (43,2%) oraz 28,6% lokat średniomocnych i 15,7% lokat mocnych, podczas gdy u lidera dominowały lokaty średniomocne (37,5%) i mocne (35%).

Wyniki ocen innowacyjności subsektorów ICT wskazują na potrzebę wsparcia, procesów decyzyjnych w wyznaczonych subsektorach ICT, głównie kwestii związanych z: *zasobami ludzkimi dla innowacyjności, obszarem patentowania i wyposażenia w technologie ICT oraz działalnością B+R.*

Ranking subsektorów ICT, według wskaźników innowacyjności, dokonany został bez odniesienia do UE. W przyszłości ujednoczone bazy informacji statystycznych w krajach członkowskich mogą umożliwić analizę w układach przestrzennych. Kolejnym krokiem w rozwoju badań innowacyjności ICT będzie zastosowanie porównań dynamicznych.

### **Bibliografia**

1. Bućko J., Sitkowska R.: Analiza porównawcza innowacyjności polskich regionów w 2006 r. (według metodologii EIS). *Problemy Eksploatacji* 2008, nr 3, s. 113-121.
2. European Regional Innovation Scoreboard (RIS2006); [http://www.trendchart.org/scoreboards/scoreboard2006/pdf/eis\\_2006\\_regional\\_innovation\\_scoreboard.pdf](http://www.trendchart.org/scoreboards/scoreboard2006/pdf/eis_2006_regional_innovation_scoreboard.pdf) (08.04.2008).
3. Europejska strategia badań naukowych i innowacji w dziedzinie technologii informacyjno-komunikacyjnych w perspektywie do 2020 roku. Bruksela, 4 września 2008 r.; <http://www.europe-innova.org/> (październik 2008).
4. Hollanders H., Arundel A.: *European Sector Innovation Scoreboards*, December 8, 2005.
5. Kozłowski J.: *Statystyka nauki, techniki i innowacji w krajach UE i OECD. Stan i problemy rozwoju*. Warszawa 2009.
6. *Nauka i technika w 2007 r.* GUS, Warszawa 2008.
7. *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2007. Innovation And Performance In The Global Economy*. OECD 2007.
8. Wintjes R., Dunnewijk T. (Unu-Merit): *Sectoral Innovation Systems in Europe: The Case of the ICT Sector*. Europe-Innova 9 May 2008.
9. *Spółeczeństwo informacyjne w Polsce. Wyniki badań statystycznych z lat 2004–2006*, GUS, Warszawa 2008.
10. Stańczyk E.: *Innowacyjność w województwach*. *Wiadomości Statystyczne* 2008, nr 10, s. 53–69.

Recenzent:  
**Ewa A. ŁĄŻNIEWSKA**



## **Assessment of Polish ICT subsector innovativeness**

### **Key-words**

Sectors innovativeness, monitoring, sectors assessment, multidimensional innovativeness assessment.

### **Summary**

The article presents the results of comparative analysis of Information and Communication Technologies (ICT) subsector, which was developed with the use of European Innovation Scoreboard methodology [4]. The author proposed 40 indexes that were used for analysis of the strong and weak features of ICT innovativeness in Poland. The assessment encompassed the following modules: human resources, R&D activity, innovative activity, financing of the innovation, patenting and ICT technologies, innovative activity effects, and collaboration in the area of innovative activity. The analysis is based on the national and European data and statistical information.

