

Tomasz NAWROCKI
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Ekonomii i Informatyki
Wyższa Szkoła Bankowości i Finansów w Bielsku-Białej

REZULTATYWNA INNOWACYJNOŚĆ PRODUKTOWA A RENTOWNOŚĆ SPRZEDAŻY NA PRZYKŁADZIE SPÓLEK INFORMATYCZNYCH NOTOWANYCH NA GIEŁDZIE PAPIERÓW WARTOŚCIOWYCH W WARSZAWIE

Streszczenie. W niniejszym artykule zaprezentowano możliwość przeprowadzenia oceny innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych, w oparciu o model przedstawiony w artykule pt. „*Model rozmyty oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych*” oraz możliwość wykorzystania otrzymanych wyników do zbadania zależności pomiędzy rezultatywną innowacyjnością produktową badanych spółek a ich rentownością sprzedaży.

RESULTATIVE PRODUCT INNOVATIVENESS AND SALES PROFITABILITY BASED ON THE EXAMPLE OF IT COMPANIES QUOTED ON THE WARSAW STOCK EXCHANGE

Summary. This article presents possibility of evaluating product innovativeness of IT companies quoted on stock exchange, based on model presented in article „*Fuzzy model of resultative product innovativeness assessment for IT companies quoted on stock exchange*” and using obtained results to examine the relationship between resultative product innovativeness of investigated companies and their sales profitability.

1. Wprowadzenie

Pomimo istotnych niedogodności, związanych z wprowadzaniem zmian o charakterze innowacyjnym, w literaturze można napotkać sporo argumentów głoszących ich

podejmowania. M.in. zwraca się uwagę na fakt, że pozostanie przy dotychczasowych praktykach i wytwarzanie stale tych samych produktów za pomocą tych samych metod w dłuższym okresie może przyczynić się do strat przewyższających koszty działalności innowacyjnej wskutek niewykorzystania możliwości adaptacji organizacji do warunków, w których przyjdzie jej funkcjonować w przyszłości¹. Ponadto podkreśla się również istotne znaczenie nowych produktów oraz działalności badawczo-rozwojowej dla rozwoju przedsiębiorstw oraz poprawy ich wyników finansowych i pozycji konkurencyjnej na rynku².

Niestety, mimo niewątpliwej słuszności przedstawionej wyżej argumentacji, nadal znajdziemy stosunkowo niewiele badań empirycznych na jej poparcie. Z tego też względu w kolejnych punktach niniejszego artykułu przedstawiono przebieg oceny innowacyjności produktowej, przeprowadzonej w oparciu o model zaprezentowany w części teoretycznej, zatytułowanej „*Model rozmyty oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych*”, a następnie uzyskane wyniki wykorzystano do zbadania zależności pomiędzy rezultatywną innowacyjnością produktową badanych spółek informatycznych a ich rentownością sprzedaży.

2. Ocena rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych

Badanie rezultatywnej innowacyjności produktowej, w oparciu o model zaprezentowany w artykule „*Model rozmyty oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych*”, przeprowadzono w lipcu 2007 roku. Jako jego podmiot przyjęto wyselekcjonowane³ spółki informatyczne notowane na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie: ABG-SterProjekt, Asseco Poland, Asseco Slovakia, ATM, Betacom, Comarch, ComputerLand, LSI Software, Macrologic, One-2-One, PcGuard, Procad, Prokom Software, Qumak-Sekom, Simple, Softbank, Spin, Techmex, Teta, Wasko. Dane potrzebne do przeprowadzenia oceny innowacyjności pozyskano z raportów rocznych i prospektów emisyjnych opublikowanych przez badane spółki w latach 2004-2007.

¹ Świtalski W.: *Innowacje i konkurencyjność*. Uniwersytet Warszawski, Warszawa 2005, s. 70.

² Janasz W., Koziół K.: *Determinanty działalności innowacyjnej przedsiębiorstw*. PWE, Warszawa 2007, s. 11; Bogdanienko J. (red.): *Zarządzanie innowacjami*. SGH, Warszawa 1998, s. 10; Sudoł S.: *Przedsiębiorstwo: Podstawy nauki o przedsiębiorstwie*. PWE, Warszawa 2006, s. 301; Gurgul H.: *Product – Embodied Diffusion of Innovations In Poland: R&D Multiplier Analysis*. „*Ekonomia Menedżerska*”, nr 1, 2007, s. 101.

³ Ponieważ w proponowanym modelu oceny innowacyjności spółek informatycznych przyjęto, że działalność informatyczna sprowadza się w ujęciu *sensu stricto* do tworzenia oprogramowania oraz usług z nim związanych (wdrożenie i serwis), toteż spośród spółek, na podstawie których obliczany był w 2007 roku indeks WIG-Informatyka, rynkowej ocenie rezultatywnej innowacyjności produktowej poddano wyłącznie te spółki, których oferta produktowa obejmowała ich własne rozwiązania programowe lub też usługi tworzenia systemów komputerowych na zamówienie.

Z uwagi na znaczną obszerność obliczeń związanych z ocenami rezultatywności innowacyjności produktowej dla poszczególnych spółek ich przebieg przedstawiono w uproszczonej formie na przykładzie jednej z nich (*ABG-SterProjekt*), a następnie zaprezentowano cząstkowe i końcowe wyniki te same oceny dla wszystkich giełdowych spółek informatycznych poddanych badaniu.

Zgodnie z tokiem postępowania, przedstawionym w artykule „*Model rozmyty oceny rezultatywności innowacyjności produktowej spółek giełdowych*”, w pierwszej kolejności, przeprowadzono ocenę innowacyjności poszczególnych produktów znajdujących się w ofertach rynkowych badanych spółek informatycznych w oparciu o model rozmyty oceny innowacyjności i-tego produktu. W celu przeprowadzenia wniosku rozmytego najpierw wyrażono zmienne wejściowe dla poszczególnych produktów w postaci rozmytej poprzez obliczenie stopnia ich przynależności do poszczególnych zbiorów rozmytych (fuzyfikacja). Ponieważ w rozpatrywanym module wszystkie wykorzystywane zbiory rozmyte mają kształt trójkątny, toteż operację tą przeprowadzono za pomocą metody prostej interpolacji liniowej. Dla zmiennych wejściowych spółki *ABG-SterProjekt* wyniki obliczeń przedstawia tabela 1.

Z uwagi na fakt, że ocenę innowacyjności poszczególnych produktów stworzonych i oferowanych przez spółkę *ABG-SterProjekt* przeprowadzono w oparciu o jeden i ten sam moduł rozmyty (moduł rozmyty oceny innowacyjności i-tego produktu), a także biorąc pod uwagę znaczną obszerność obliczeń z tym związanych, ich przebieg ograniczono do jednego z produktów (*SIR*) i przedstawiono w uproszczonej formie. W przypadku pozostałych produktów spółki *ABG-SterProjekt* wyniki, uzyskane w toku wniosku rozmytego, zaprezentowano w tabeli zbiorczej. W przypadku produktu *SIR* zmienne wejściowe prezentują się następująco: $PZiLF_{SIR} = 0,2/\text{niski} + 0,8/\text{średni}$, $NPiR_{SIR} = 1/\text{zupełnie nowy}$, $MD_{SIR} = 0,8/\text{małe} + 0,2/\text{średnie}$.

Wniosek rozmyty przeprowadzono na podstawie bazy wiedzy zaprezentowanej w części teoretycznej (*Baza wiedzy na potrzeby oceny innowacyjności poszczególnych produktów znajdujących się w ofertach produktowych badanych giełdowych spółek informatycznych – I_i*). W omawianym przypadku stopień dopasowania wyższy od zera wystąpił dla czterech reguł: R17, R19, R20 i R23.

Dla reguły R17, mającej postać:

JEŻELI $PZiLF_{SIR}$ *jest niski* **I** $NPiR_{SIR}$ *jest zupełnie nowy* **I** MD_{SIR} *są małe* **TO** I_{SIR} *jest średnia*

stopień dopasowania do jej warunków wyniósł:

$$h_{17} = PROD(0,2; 1; 0,8) = 0,2 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,16.$$

Tabela 1

Rozmyte wartości zmiennych wejściowych do modułów rozmytych oceny innowacyjności poszczególnych produktów stworzonych i wprowadzonych na rynek w latach 2004-2006 przez spółkę ABG-SterProjekt

Nazwy produktów programowych stworzonych i wprowadzonych na rynek przez spółkę ABG-SterProjekt w latach 2004-2006	Symbol zmiennej wejściowej	Wartość ostra zmiennej wejściowej	Wartość funkcji przynależności μ do danych zbiorów rozmytych dla poszczególnych zmiennych wejściowych						Wartość rozmyta zmiennej wejściowej
			Zbiór rozmyty dla zmiennej:		Zbiór rozmyty dla zmiennej:		Zbiór rozmyty dla zmiennej:		
			PZiLF	{niski}	PZiLF	{średni}	PZiLF	{wysoki}	
			NPiR	{nieznacznie ulepszony}	NPiR	{wyraźnie ulepszony}	NPiR	{zupełnie nowy}	
MD	{małe}	MD	{średnie}	MD	{duże}				
– SIR – IACS – OFSA – PROW – SFK dla UFG – JALLC	PZiLF	4	0,2		0,8		-	0,2/niski + 0,8/średni	
	NPiR	10	-		-		1,0	1/zupełnie nowy	
	MD	1	0,8		0,2		-	0,8/małe + 0,2/średnie	
– NATO C3 PORTAL	PZiLF	1	0,8		0,2		-	0,8/niski + 0,2/średni	
	NPiR	10	-		-		1,0	1/zupełnie nowy	
	MD	1	0,8		0,2		-	0,8/małe + 0,2/średnie	
– ZSZiK dla ARiMR – IRZ	PZiLF	4	0,2		0,8		-	0,2/niski + 0,8/średni	
	NPiR	4	0,2		0,8		-	0,2/nieznacznie ulepszony + 0,8/wyraźnie ulepszony	
	MD	1	0,8		0,2		-	0,8/małe + 0,2/średnie	
– Broker Usług Publicznych	PZiLF	4	0,2		0,8		-	0,2/niski + 0,8/średni	
	NPiR	10	-		-		1,0	1/zupełnie nowy	
	MD	2	0,6		0,4		-	0,6/małe + 0,4/średnie	

Źródło: Obliczenia własne. Na podstawie informacji ujawnionych przez spółkę ABG-SterProjekt w raportach rocznych za lata 2004-2006 oraz na firmowej stronie www o nowych, lub istotnie udoskonalonych, produktach programowych stworzonych i wprowadzanych przez nią na rynek.

Wynikiem działania reguły R17 jest zbiór rozmyty, którego funkcja przynależności przedstawia się następująco:

$$\mu_{B17}(y) = \text{MIN}(\mu_{\text{średnia}}(y); 0,16) = 0,16/\text{średnia}.$$

Dla reguły R19 mającej postać:

JEŻELI $PZiLF_{SIR}$ jest niski **I** $NPiR_{SIR}$ jest zupełnie nowy **I** MD_{SIR} są średnie **TO** I_{SIR} jest średnia stopień dopasowania do jej warunków wyniósł:

$$h_{19} = \text{PROD}(0,2; 1; 0,2) = 0,2 \cdot 1 \cdot 0,2 = 0,04.$$

Wynikiem działania reguły R19 jest zbiór rozmyty, którego funkcja przynależności przedstawia się następująco:

$$\mu_{B19}(y) = \text{MIN}(\mu_{\text{średnia}}(y); 0,04) = 0,04/\text{średnia}.$$

Dla reguły R20 mającej postać:

JEŻELI $PZiLF_{SIR}$ jest średni **I** $NPiR_{SIR}$ jest zupełnie nowy **I** MD_{SIR} są małe **TO** I_{SIR} jest średnia stopień dopasowania do jej warunków wyniósł:

$$h_{20} = \text{PROD}(0,8; 1; 0,8) = 0,8 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,64.$$

Wynikiem działania reguły R20 jest zbiór rozmyty, którego funkcja przynależności przedstawia się następująco:

$$\mu_{B20}(y) = \text{MIN}(\mu_{\text{średnia}}(y); 0,64) = 0,64/\text{średnia}.$$

Dla reguły R23 mającej postać:

JEŻELI $PZiLF_{SIR}$ jest średni **I** $NPiR_{SIR}$ jest zupełnie nowy **I** MD_{SIR} są średnie **TO** I_{SIR} jest średnio-wysoka

stopień dopasowania do jej warunków wyniósł:

$$h_{23} = \text{PROD}(0,8; 1; 0,2) = 0,8 \cdot 1 \cdot 0,2 = 0,16.$$

Wynikiem działania reguły R23 jest zbiór rozmyty, którego funkcja przynależności przedstawia się następująco:

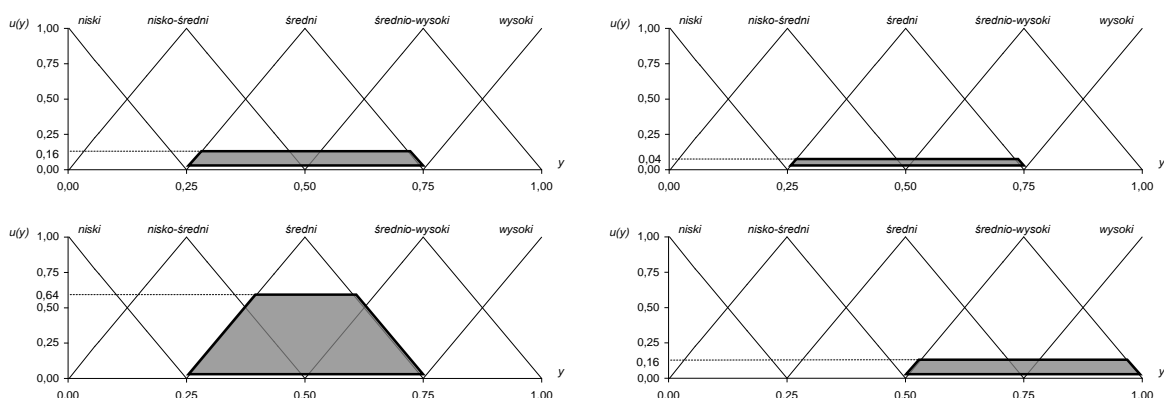
$$\mu_{B23}(y) = \text{MIN}(\mu_{\text{średnio-wysoka}}(y); 0,16) = 0,16/\text{średnio-wysoka}.$$

Ostatecznie po scaleniu wyników reguł R17, R19, R20 i R23 otrzymano:

$$\mu_{B'}(y) = \text{SUM}(\mu_{B1}(y), \dots, \mu_{Bk}(y)) = \mu_{B17}(y) + \mu_{B19}(y) + \mu_{B20}(y) + \mu_{B23}(y) = 0,16/\text{średnia} + 0,04/\text{średnia} + 0,64/\text{średnia} + 0,16/\text{średnio-wysoka},$$

gdzie B' jest rozmytą wartością oceny innowacyjności produktu programowego SIR , co można przedstawić następująco (rys. 1):

$$I_{SIR} = 0,16/\text{średnia} + 0,04/\text{średnia} + 0,64/\text{średnia} + 0,16/\text{średnio-wysoka}.$$



Rys. 1. Graficzna ilustracja oceny innowacyjności produktu programowego SIR
 Fig. 1. Graphic illustration of innovativeness evaluation for product SIR

Następnie w celu otrzymania ostrego (nierozmytego) wyniku wnioskowania, przeprowadzono defuzyfikację za pomocą metody środka sum. Po podstawieniu do wzoru i wykonaniu odpowiednich obliczeń otrzymano następujący wynik oceny innowacyjności produktu SIR:

$$I_{\text{SIR}} = \frac{\sum_{i=1}^l y_i \sum_{K=1}^m \mu_{B^{*k}}(y_i)}{\sum_{i=1}^l \sum_{K=1}^m \mu_{B^{*k}}(y_i)} = \frac{1,08}{2} = 0,504$$

Z kolei w tabeli 2 zaprezentowano wyniki wnioskowania rozmytego dotyczącego oceny innowacyjności dla poszczególnych produktów (I_i) stworzonych i wprowadzonych na rynek w latach 2004-2006 przez spółkę ABG-SterProjekt.

Tabela 2

Oceny innowacyjności poszczególnych produktów, które zostały stworzone i wprowadzone na rynek w latach 2004-2006 przez spółkę ABG-SterProjekt, uzyskane w wyniku zastosowania logiki rozmytej

Lp	Nazwy produktów programowych stworzonych i wprowadzonych na rynek w latach 2004-2006 przez spółkę ABG-SterProjekt	Wartości ostre kryteriów oceny i-tego produktu programowego			Ocena innowacyjności i-tego produktu
		Poziom złożoności i liczba funkcjonalności i-tego produktu programowego	Stopień nowości, pochodzenie i rodzaj i-tego produktu programowego	Możliwości dyfuzji i-tego produktu programowego	
	i	PZiLF _i	NPiR _i	MD _i	I _i
1	Broker Usług Publicznych	4	10	2	0,580
2	IACS	4	10	1	0,540
3	JALLC	4	10	1	0,540
4	OFSA	4	10	1	0,540
5	PROW	4	10	1	0,540
6	SFK dla UFG	4	10	1	0,540
7	SIR	4	10	1	0,540
8	NATO C3 Portal	1	10	1	0,510
9	IRZ	4	4	1	0,255
10	ZSZiK dla ARiMR	4	4	1	0,255

Źródło: Obliczenia własne.

Jak wynika z przeprowadzonych, na podstawie przyjętych kryteriów oceny najwyższą innowacyjnością obliczeń, spośród produktów stworzonych i wprowadzonych na rynek w latach 2004-2006 przez spółkę ABG-SterProjekt, charakteryzuje się Broker Usług Publicznych (0,580). Kolejnych sześć produktów (IACS, JALLC, OFSA, PROW, SFK dla UFG oraz SIR), mimo iż charakteryzują się takimi samymi wartościami kryteriów *PZiLF* oraz *NPiR*, uzyskało niższą ocenę innowacyjności (0,540) ze względu na niższe od Brokera Usług Publicznych możliwości dyfuzji. Spośród pozostałych produktów jeszcze tylko produkt NATO C3 Portal uzyskał ocenę innowacyjności powyżej 0,5 – dokładnie 0,510. Pozostałe dwa – IRZ oraz ZSZiK dla ARiMR – zostały znacznie niżej ocenione pod względem innowacyjności z racji tego, iż były one udoskonaleniami produktów już istniejących.

Następnie, zgodnie z przedstawionym w części teoretycznej modelem, w oparciu o uzyskane oceny innowacyjności poszczególnych produktów oraz przyjęty sposób kwantyzacji przestrzeni ich wartości, dla każdego produktu, korzystając z metody prostej interpolacji liniowej, obliczono stopień jego przynależności do danego zbioru rozmytego:

- $P_{I(n)}$ – zbiór rozmyty „produkty programowe o niskim poziomie innowacyjności”,
- $P_{I(s)}$ – zbiór rozmyty „produkty programowe o średnim poziomie innowacyjności”,
- $P_{I(w)}$ – zbiór rozmyty „produkty programowe o wysokim poziomie innowacyjności”.

Wyniki obliczeń dla produktów stworzonych i wprowadzonych na rynek w latach 2004-2006 przez spółkę ABG-SterProjekt przedstawiono w tabeli 3. Prezentacja wyników obliczeń dla produktów pozostałych spółek informatycznych poddanych badaniu zajęłaby zbyt dużo miejsca, stąd też zdecydowano się ją pominąć.

Tabela 3

Stopnie przynależności produktów, stworzonych i wprowadzonych na rynek w latach 2004-2006 przez spółkę ABG-SterProjekt, do zbiorów rozmytych

Lp.	Nazwy produktów programowych stworzonych i wprowadzonych na rynek w latach 2004-2006 przez spółkę ABG-SterProjekt	Ocena innowacyjności i-tego produktu programowego	Stopień przynależności i-tego produktu programowego do zbioru rozmytego „produkty programowe o niskim poziomie innowacyjności”	Stopień przynależności i-tego produktu programowego do zbioru rozmytego „produkty programowe o średnim poziomie innowacyjności”	Stopień przynależności i-tego produktu programowego do zbioru rozmytego „produkty programowe o wysokim poziomie innowacyjności”
			$\mu P_{I(n)i}$	$\mu P_{I(s)i}$	$\mu P_{I(w)i}$
1	Broker Usług Publicznych	0,580	-	0,84	0,16
2	IACS	0,540	-	0,92	0,08
3	JALLC	0,540	-	0,92	0,08
4	OFSA	0,540	-	0,92	0,08

cd. tabeli 3

5	PROW	0,540	-	0,92	0,08
6	SFK dla UFG	0,540	-	0,92	0,08
7	SIR	0,540	-	0,92	0,08
8	NATO C3 Portal	0,510	-	0,98	0,02
9	IRZ	0,255	0,49	0,51	-
10	ZSZiK dla ARiMR	0,255	0,49	0,51	-

Źródło: Obliczenia własne.

Biorąc pod uwagę przedstawione w tabeli 3 stopnie przynależności poszczególnych produktów spółki ABG-SterProjekt do wyróżnionych zbiorów rozmytych, obliczenia mocy nierozmytych tych zbiorów przebiegały następująco:

- dla zbioru rozmytego $P_{I(n)}$ „produkty programowe o niskim poziomie innowacyjności”:

$$|P_{I(n)}| = \sum_{i=1}^n \mu_{P_{I(n)}}(x_i) = \mu_{P_{I(n)}}(x_9) + \mu_{P_{I(n)}}(x_{10}) = 0,49 + 0,49 = 0,98;$$

- dla zbioru rozmytego $P_{I(s)}$ „produkty programowe o średnim poziomie innowacyjności”:

$$|P_{I(s)}| = \sum_{i=1}^n \mu_{P_{I(s)}}(x_i) = \mu_{P_{I(s)}}(x_1) + \mu_{P_{I(s)}}(x_2) + \mu_{P_{I(s)}}(x_3) + \mu_{P_{I(s)}}(x_4) + \mu_{P_{I(s)}}(x_5) + \mu_{P_{I(s)}}(x_6) + \\ + \mu_{P_{I(s)}}(x_7) + \mu_{P_{I(s)}}(x_8) + \mu_{P_{I(s)}}(x_9) + \mu_{P_{I(s)}}(x_{10}) = 0,84 + 0,92 + 0,92 + 0,92 + 0,92 + 0,92 + \\ + 0,92 + 0,98 + 0,51 + 0,51 = 8,36;$$

- dla zbioru rozmytego $P_{I(w)}$ „produkty programowe o wysokim poziomie innowacyjności”:

$$|P_{I(w)}| = \sum_{i=1}^n \mu_{P_{I(w)}}(x_i) = \mu_{P_{I(w)}}(x_1) + \mu_{P_{I(w)}}(x_2) + \mu_{P_{I(w)}}(x_3) + \mu_{P_{I(w)}}(x_4) + \mu_{P_{I(w)}}(x_5) + \mu_{P_{I(w)}}(x_6) + \\ + \mu_{P_{I(w)}}(x_7) + \mu_{P_{I(w)}}(x_8) = 0,16 + 0,08 + 0,08 + 0,08 + 0,08 + 0,08 + 0,08 + 0,02 = 0,66.$$

Niestety, ze względu na obszerność, przedstawienie wyników powyższych obliczeń dla pozostałych spółek informatycznych poddanych badaniu zdecydowano się pominąć.

Następnie oceny dokonań poszczególnych spółek w obszarach produktów programowych o niskiej, średniej i wysokiej innowacyjności posłużyły jako zmienne wejściowe do modułu rozmytego oceny rezultatywności innowacyjności produktowej.

Ponieważ wymienione zmienne wyrażone są w wartościach „ostrych”, przed przystąpieniem do wnioskowania rozmytego przeprowadzono ich fuzyfikację celem ustalenia stopni przynależności tych zmiennych do poszczególnych zbiorów rozmytych {niski, średni, wysoki}. Ponieważ w rozpatrywanym przypadku wymienione zbiory rozmyte mają kształt trójkątny, do wyznaczenia stopni przynależności poszczególnych zmiennych do danego zbioru rozmytego wykorzystano metodę prostej interpolacji liniowej. Po przeprowadzeniu wymaganych obliczeń rozmyte wartości omawianych zmiennych dla spółki ABG-SterProjekt

prezentują się następująco: $|P_{I(n)}| = 0,75/\text{niski} + 0,25/\text{średni}$, $|P_{I(s)}| = 1/\text{wysoki}$, $|P_{I(n)}| = 0,56/\text{niski} + 0,44/\text{średni}$.

Wnioskowanie rozmyte przeprowadzono na podstawie bazy wiedzy zaprezentowanej w części teoretycznej (*Baza wiedzy na potrzeby oceny rezultatywności innowacyjności produktowej spółki – IP_R*). W omawianym przypadku stopień dopasowania wyższy od zera wystąpi dla czterech reguł: R10, R11, R19 i R20.

Dla reguły R10 mającej postać:

JEŻELI $|P_{I(n)}|$ jest *niska* **I** $|P_{I(s)}|$ jest *wysoka* **I** $|P_{I(n)}|$ jest *niska* **TO** IP_R jest *średnia*
stopień dopasowania do jej warunków wyniósł:

$$h_{10} = PROD(0,75; 1; 0,56) = 0,75 \cdot 1 \cdot 0,56 = 0,42.$$

Wynikiem działania reguły R10 jest zbiór rozmyty, którego funkcja przynależności przedstawia się następująco:

$$\mu_{B_{10}}(y) = MIN(\mu_{\text{średnia}}(y); 0,42) = 0,42/\text{średnia}.$$

Dla reguły R11 mającej postać:

JEŻELI $|P_{I(n)}|$ jest *średnia* **I** $|P_{I(s)}|$ jest *wysoka* **I** $|P_{I(n)}|$ jest *niska* **TO** IP_R jest *średnia*
stopień dopasowania do jej warunków wyniósł:

$$h_{11} = PROD(0,25; 1; 0,56) = 0,25 \cdot 1 \cdot 0,56 = 0,14.$$

Wynikiem działania reguły R11 jest zbiór rozmyty, którego funkcja przynależności przedstawia się następująco:

$$\mu_{B_{11}}(y) = MIN(\mu_{\text{średnia}}(y); 0,14) = 0,14/\text{średnia}.$$

Dla reguły R19 mającej postać:

JEŻELI $|P_{I(n)}|$ jest *niska* **I** $|P_{I(s)}|$ jest *wysoka* **I** $|P_{I(n)}|$ jest *średnia* **TO** IP_R jest *średnio-wysoka*
stopień dopasowania do jej warunków wyniósł:

$$h_{19} = PROD(0,75; 1; 0,44) = 0,75 \cdot 1 \cdot 0,44 = 0,33.$$

Wynikiem działania reguły R19 jest zbiór rozmyty, którego funkcja przynależności przedstawia się następująco:

$$\mu_{B_{19}}(y) = MIN(\mu_{\text{średnio-wysoka}}(y); 0,33) = 0,33/\text{średnio-wysoka}.$$

Dla reguły R20 mającej postać:

JEŻELI $|P_{I(n)}|$ jest *średnia* **I** $|P_{I(s)}|$ jest *wysoka* **I** $|P_{I(n)}|$ jest *średnia* **TO** IP_R jest *średnio-wysoka*
stopień dopasowania do jej warunków wyniósł:

$$h_{20} = PROD(0,25; 1; 0,44) = 0,25 \cdot 1 \cdot 0,44 = 0,11.$$

Wynikiem działania reguły R20 jest zbiór rozmyty, którego funkcja przynależności przedstawia się następująco:

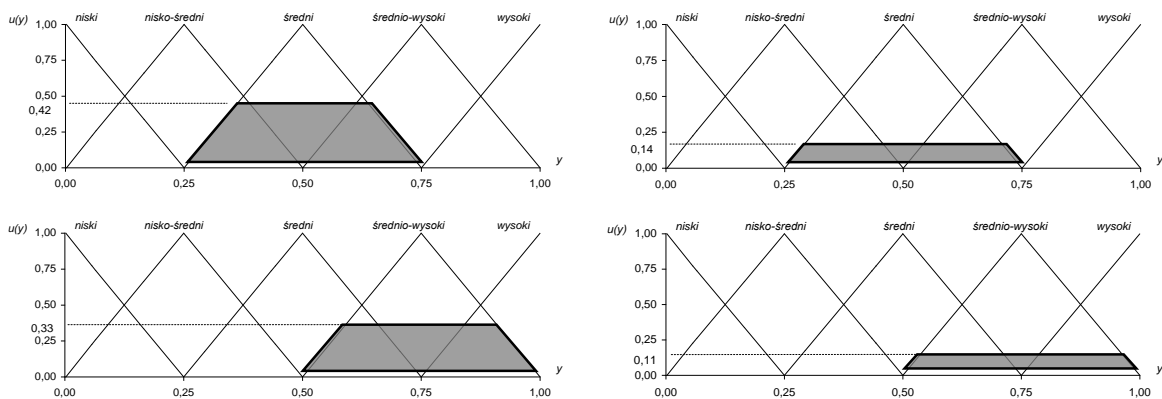
$$\mu_{B_{20}}(y) = MIN(\mu_{\text{średnio-wysoka}}(y); 0,11) = 0,11/\text{średnio-wysoka}.$$

Ostatecznie po scaleniu wyników reguł R10, R11, R19 i R20 otrzymano:

$$\begin{aligned}\mu_{B'}(y) &= \text{SUM}(\mu_{B_1'}(y), \dots, \mu_{B_K'}(y)) = \mu_{B_{10}'}(y) + \mu_{B_{11}'}(y) + \mu_{B_{19}'}(y) + \mu_{B_{20}'}(y) = \\ &= 0,42/\text{średnia} + 0,14/\text{średnia} + 0,33/\text{średnio-wysoka} + 0,11/\text{średnio-wysoka},\end{aligned}$$

gdzie B' jest rozmytą wartością oceny ogólnej rezultatywnej innowacyjności produktowej spółki ABG-SterProjekt, co można przedstawić następująco (rys. 2):

$$IP_{R \text{ ABG-SterProjekt}} = 0,42/\text{średnia} + 0,14/\text{średnia} + 0,33/\text{średnio-wysoka} + 0,11/\text{średnio-wysoka}.$$



Rys. 2. Graficzna ilustracja oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej dla spółki ABG-SterProjekt

Fig. 2. Graphic illustration of resultative innovativeness evaluation for company ABG-SterProjekt

Następnie, w celu otrzymania ostrego (nierozmytego) wyniku wnioskovania, przeprowadzono defuzyfikację za pomocą metody środka sum. Po podstawieniu do wzoru i wykonaniu odpowiednich obliczeń otrzymano następujący wynik oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej spółki ABG-SterProjekt:

$$IP_{R \text{ ABG-SterProjekt}} = \frac{\sum_{i=1}^l y_i \sum_{k=1}^m \mu_{B^k}(y_i)}{\sum_{i=1}^l \sum_{k=1}^m \mu_{B^k}(y_i)} = \frac{1,220}{2} = 0,610$$

Z kolei w tabeli 4 zaprezentowano wyniki wnioskovania rozmytego dotyczącego ocen rezultatywnej innowacyjności produktowej dla wszystkich poddanych badaniu spółek informatycznych.

Jak wynika z przeprowadzonych obliczeń zdecydowanie najwyższą ocenę ogólnej rezultatywnej innowacyjności produktowej uzyskała spółka ComArch – $IP_R = 1,00$. W badanym okresie spółka ta prezentowała się zdecydowanie najlepiej wśród poddanych badaniu spółek informatycznych, zarówno jeśli chodzi o ogólną liczbę produktów programowych stworzonych i wprowadzonych na rynek w okresie objętym badaniem, jak również o ocenę dokonań w obszarach produktów o średnim i wysokim poziomie

innowacyjności. Drugą co do wysokości ocenę ogólnej rezultatywnej innowacyjności produktowej uzyskała spółka Teta ($IP_R = 0,741$), która plasuje się również na drugim miejscu pod względem oceny dokonań w obszarze produktów programowych o wysokim poziomie innowacyjności. Kolejne pięć pozycji zajmują spółki, które uzyskały oceny ogólnej rezultatywnej innowacyjności produktowej w przedziale 0,6-0,7. Są to: ComputerLand, Softbank, Prokom, ATM oraz ABG-SterProjekt. Spółki te mogą pochwalić się ponadprzeciętnymi ocenami w obszarach produktów o średnim i wysokim poziomie innowacyjności (Softbank i ATM) lub też wysoką oceną w obszarze produktów o średniej innowacyjności (ComputerLand, Prokom, ABG-SterProjekt). Jeśli chodzi o pozostałe poddane badaniu spółki informatyczne, to jeszcze: Asseco Poland, Macrologic oraz Asseco Slovakia uzyskały ocenę ogólnej rezultatywnej innowacyjności produktowej powyżej lub blisko 0,5. Z kolei najslabiej pod tym względem, z ocenami poniżej 0,2 zaprezentowały się spółki Betacom i Qumak-Sekom.

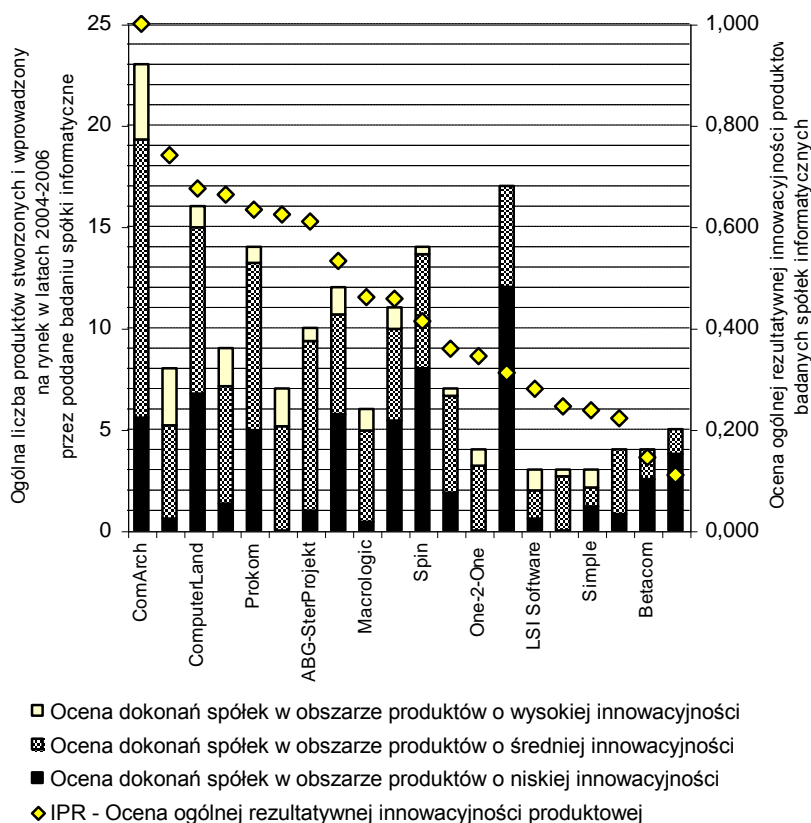
Tabela 4

Oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej dla poddanych badaniu spółek informatycznych, uzyskane w wyniku zastosowania logiki rozmytej

Lp.	Nazwa spółki	Ocena dokonań danej spółki w obszarze produktów o niskim poziomie innowacyjności	Ocena dokonań danej spółki w obszarze produktów o średnim poziomie innowacyjności	Ocena dokonań danej spółki w obszarze produktów o wysokim poziomie innowacyjności	Ocena ogólnej rezultatywnej innowacyjności produktowej	Ogólna liczba produktów stworzonych i wprowadzonych na rynek w badanym okresie przez daną spółkę
		$ P_{I(n)} $	$ P_{I(s)} $	$ P_{I(w)} $	IP_R	
1	ComArch	5,569	13,716	3,715	1,000	23
2	Teta	0,583	4,611	2,806	0,741	8
3	ComputerLand	6,758	8,194	1,048	0,675	16
4	Softbank	1,327	5,787	1,886	0,663	9
5	Prokom	4,943	8,257	0,800	0,633	14
6	ATM	0,000	5,137	1,863	0,624	7
7	ABG-SterProjekt	0,981	8,359	0,660	0,610	10
8	Asseco Poland	5,735	4,919	1,346	0,532	12
9	Macrologic	0,420	4,508	1,072	0,460	6
10	Asseco Slovakia	5,428	4,524	1,048	0,457	11
11	Spin	8,000	5,634	0,366	0,413	14
12	PcGuard	1,863	4,777	0,360	0,359	7
13	One-2-One	0,000	3,200	0,800	0,344	4
14	Wasko	12,025	4,975	0,000	0,311	17
15	LSI Software	0,583	1,396	1,021	0,279	3
16	Procad	0,000	2,680	0,320	0,245	3
17	Simple	1,186	0,934	0,880	0,237	3
18	Techmex	0,800	3,200	0,000	0,222	4
19	Betacom	2,530	1,470	0,000	0,144	4
20	Qumak-Sekom	3,774	1,226	0,000	0,110	5

Źródło: Obliczenia własne.

Aby lepiej zobrazować sytuację w zakresie rezultatywności innowacyjności produktowej poddanych badaniu spółek informatycznych, na rysunku 3 przedstawiono liczbę produktów stworzonych i wprowadzonych na rynek w latach 2004-2006 przez poszczególne spółki, z uwzględnieniem ocen ich dokonań w obszarach produktów programowych o niskiej, średniej i wysokiej innowacyjności.



Rys. 3. Liczba produktów stworzonych i wprowadzonych na rynek w latach 2004-2006 przez poddane badaniu spółki informatyczne, z uwzględnieniem ich dokonań w obszarach produktów o niskiej, średniej i wysokiej innowacyjności

Fig. 3. Number of products developed and launched on the market in the years 2004-2006 by investigated IT companies, including their achievements in areas of low, medium and high innovativeness products

Źródło: Opracowanie własne. Na podstawie obliczeń przedstawionych w tabeli 4.

Jak widać na rysunku 3, najwyższa ocena rezultatywności innowacyjności produktowej dla ComArchu wynika z dominacji tej spółki nad pozostałymi poddanymi badaniu spółkami informatycznymi pod względem ogólnej liczby stworzonych i wprowadzonych na rynek w analizowanym okresie produktów oraz oceny dokonań w obszarach produktów o średnim i wysokim poziomie innowacyjności. Warto zauważyć, że poza spółką ComArch znaczną liczbą produktów informatycznych stworzonych i wprowadzonych na rynek w badanym

okresie mogą pochwalić się również ComputerLand, Prokom, Asseco Poland, Asseco Slovakia, Spin i Wasko. Jednakże, z racji dużo niższych ocen dokonań w obszarze produktów o wysokiej innowacyjności, spółki te uzyskały znacznie niższe oceny rezultatywności innowacyjności produktowej od spółki ComArch. Warto w tym miejscu również zwrócić uwagę na sporą grupę spółek (Teta, Softbank, ATM, ABG-SterProjekt, Macrologic), które mimo tego, że w badanym okresie stworzyły i wprowadziły na rynek mniejszą liczbę produktów, aniżeli wcześniej wymienione spółki, to uzyskały relatywnie wyższe oceny rezultatywności innowacyjności produktowej. Zasadniczą przyczyną takiego stanu rzeczy były wyższe oceny dokonań tych spółek w obszarach produktów o średniej i wysokiej innowacyjności. Jeśli chodzi o pozostałe spółki to ich niższe oceny rezultatywności innowacyjności produktowej wynikają bezpośrednio, bądź to z niewielkiej liczby produktów stworzonych i wprowadzonych na rynek w analizowanym okresie, bądź też z niższych ocen ich dokonań w obszarach produktów o średniej i wysokiej innowacyjności.

Uzyskane w toku przeprowadzonych wyżej obliczeń oceny rezultatywności innowacyjności produktowej badanych spółek informatycznych, poza możliwością tworzenia różnorodnych rankingów, można również wykorzystać do przeprowadzenia dalszych badań (np. analizy korelacji pomiędzy oceną rezultatywności innowacyjności produktowej badanych spółek a rentownością osiąganą przez nie na podstawowej działalności).

3. Analiza korelacji pomiędzy oceną rezultatywności innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych a ich rentownością na podstawowej działalności

Dla potrzeby zbadania zależności pomiędzy rezultatywną innowacyjnością produktową badanych spółek informatycznych a ich rentownością na podstawowej działalności, jako zmienne przyjęto, uzyskane w toku wcześniejszych obliczeń, oceny innowacyjności oraz obliczone na podstawie raportów rocznych za 2006 rok, wskaźniki rentowności brutto na sprzedaży (*Zysk brutto na sprzedaży/Przychody netto ze sprzedaży ogółem*).

Jednakże przed przystąpieniem do badania związku korelacyjnego między wskazanymi wyżej zmiennymi, należy zauważyć, że podstawowa działalność operacyjna przedsiębiorstw informatycznych, w tym również badanych spółek informatycznych, charakteryzuje się bardzo dużym zróżnicowaniem i skupiać się może w mniejszym lub większym stopniu na tworzeniu i sprzedaży własnych rozwiązań programowych oraz świadczeniu różnego rodzaju usług informatycznych, niekoniecznie z nimi związanych (np. usługi wdrażania obcych rozwiązań, usługi szkoleniowe, usługi serwisowe). W związku z powyższym, zasadnym wydaje się skorygować uzyskane w toku wcześniejszych obliczeń oceny wskaźnikami udziału

w ich przychodach netto ze sprzedaży ogółem, przychodów ze sprzedaży własnego oprogramowania oraz związanych z nim usług. Dzięki temu zabiegowi ocena rezultatywności innowacyjności produktowej będzie odpowiadała faktycznemu zaangażowaniu poszczególnych spółek informatycznych w podstawową działalność operacyjną, rozumianą wąsko jako tworzenie i sprzedaż własnego oprogramowania i usług z nim związanych.

Z uwagi na fakt, że oceny rezultatywności innowacyjności produktowej badanych spółek informatycznych, uzyskane w toku wcześniejszych obliczeń, są ocenami jakościowymi⁴, badanie wskazanej wyżej zależności korelacyjnej przeprowadzono w oparciu o współczynnik korelacji rang Spearmana dany wzorem⁵:

$$r = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (1)$$

gdzie:

$$d_i = r_{1i} - r_{2i},$$

r_{1i} – ranga i-tego obiektu w pierwszym uporządkowaniu,

r_{2i} – ranga i-tego obiektu w drugim uporządkowaniu,

n – liczba badanych obiektów.

Podstawowe dane wykorzystane do obliczeń oraz wyniki procesu rangowania badanych spółek informatycznych ze względu na analizowane zmienne przedstawiono w tabeli 5.

Po podstawieniu do wzoru 3-1 otrzymano:

$$r = 1 - \frac{6 \cdot 366}{20(20^2 - 1)} = 0,725$$

Otrzymaną wartość współczynnika korelacji rang Spearmana, równą 0,725, można zinterpretować jako istotną dodatnią zależność pomiędzy badanymi zmiennymi. Niemniej jednak należy odnotować, że w przypadku kilku spółek informatycznych różnice w rangach uporządkowania dla badanych zmiennych były stosunkowo duże (-7 dla ABG-SterProjekt, Comarch, oraz Softbank, 6 i 7 dla LSI Software, Procad oraz Simpe). Pewnym wytłumaczeniem tych różnic może być zakres i specyfika działalności poszczególnych spółek informatycznych. Takie spółki jak ABG-SterProjekt, Comarch, czy też Softbank: poza własnymi rozwiązaniami programowymi dedykowanymi dla konkretnych podmiotów, oferują również na szeroką skalę usługi tworzenia kompleksowych systemów informatycznych na specjalne zamówienie klienta, co wiąże się z wykorzystaniem nie tylko własnych rozwiązań, lecz również obcych i często istotnie obniża uzyskiwaną marżę brutto na sprzedaży. Z kolei spółki takie, jak LSI Software, Procad, czy Simple prowadzą działalność na mniejszą skalę,

⁴ Oceny te uzyskano w oparciu o bazy wiedzy opracowane na podstawie wywiadów kwestionariuszowych przeprowadzonych z analitykami i inwestorami giełdowymi.

⁵ Ostasiewicz S., Rusnak Z., Siedlecka U.: Statystyka. Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, Wrocław 1999, s. 277-278.

koncentrując się na sprzedaży własnych rozwiązań programowych posiadających specyficzne funkcjonalności i skierowanych do ściśle określonej grupy podmiotów, dzięki czemu uzyskiwane przez nie marże brutto na sprzedaży są wyższe.

Tabela 5

Rangi uporządkowania dla oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej oraz wskaźnika rentowności brutto na sprzedaży badanych spółek informatycznych

Lp.	Nazwa spółki	Ocena rezultatywnej innowacyjności produktowej (A)	Udział w przychodach netto ze sprzedaży ogółem przychodów ze sprzedaży oprogramowania własnego oraz usług bezpośrednio z nim związanych (B)	Skorygowana ocena rezultatywnej innowacyjności produktowej (A·B)	Rentowność brutto na sprzedaży	Ranga uporządkowania dla skorygowanych ocen rezultatywnej innowacyjności produktowej (r_1)	Ranga uporządkowania dla wskaźników rentowności brutto na sprzedaży (r_2)	Różnica między rangami (d)
1	ABG-SterProjekt	0,610	39,32%	0,240	23,28%	8	15	-7
2	Asseco Poland	0,532	40,05%	0,213	27,57%	9	10	-1
3	Asseco Slovakia	0,457	78,61%	0,360	42,41%	4	3	1
4	ATM	0,624	32,97%	0,206	33,46%	10	7	3
5	Betacom	0,144	10,40%	0,015	14,72%	20	20	0
6	ComArch	1,000	33,04%	0,330	25,87%	5	12	-7
7	ComputerLand	0,675	22,26%	0,150	24,11%	13	13	0
8	LSI Software	0,279	42,78%	0,119	33,34%	14	8	6
9	Macrologic	0,460	79,22%	0,365	57,01%	3	2	1
10	One-2-One	0,344	33,48%	0,115	17,23%	15	18	-3
11	PcGuard	0,359	90,27%	0,324	68,00%	6	1	5
12	Procad	0,245	12,00%	0,029	26,64%	18	11	7
13	Prokom	0,633	49,35%	0,313	42,40%	7	4	3
14	Qumak-Sekom	0,110	14,02%	0,015	17,26%	19	17	2
15	Simple	0,237	74,67%	0,177	38,83%	11	5	6
16	Softbank	0,663	56,70%	0,376	29,55%	2	9	-7
17	Spin	0,413	42,79%	0,177	23,44%	12	14	-2
18	Techmex	0,222	18,26%	0,040	18,42%	17	16	1
19	Teta	0,741	69,46%	0,515	38,76%	1	6	-5
20	Wasko	0,311	16,42%	0,051	15,46%	16	19	-3

Źródło: Obliczenia własne.

4. Podsumowanie

Wyniki obliczeń przeprowadzonych w oparciu o model zaprezentowany w części teoretycznej, zatytułowanej „Model rozmyty oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych” oraz o dane pochodzące z opublikowanych przez badane spółki informatyczne w latach 2004-2007 raportów rocznych i prospektów

emisyjnych, pozwalają stwierdzić, że najlepiej pod względem rezultatywnej innowacyjności produktowej prezentuje się spółka Comarch, która uzyskała najwyższą możliwą ocenę, równą 1. Na kolejnych pozycjach, z ocenami rezultatywnej innowacyjności produktowej na poziomie 0,75-0,65, znalazły się takie spółki jak: Teta, ComputerLand i Softbank. Natomiast najslabiej pod tym względem zaprezentowały się spółki Betacom i Qumak-Sekom (oceny poniżej 0,15).

Następnie otrzymane wyniki rezultatywnej innowacyjności produktowej badanych spółek informatycznych wykorzystano do zweryfikowania stawianej w literaturze tezy o pozytywnym związku między innowacyjnością a wynikami finansowymi przedsiębiorstw. W efekcie analizy korelacji rang Spearmana uzyskano wartość współczynnika korelacji na poziomie 0,725, co można zinterpretować, jako istotną dodatnią zależność między badanymi zmiennymi.

W związku z powyższym, empiryczną weryfikację modelu, zaprezentowanego w części teoretycznej zatytułowanej „*Model rozmyty oceny rezultatywnej innowacyjności produktowej giełdowych spółek informatycznych*”, należy uznać za pozytywną.

Bibliografia

1. Gurgul H.: Product-Embodied Diffusion of Innovations In Poland: R&D Multiplier Analysis. „*Ekonomia Menedżerska*”, nr 1, 2007.
2. Janasz W., Koziół K.: Determinanty działalności innowacyjnej przedsiębiorstw. PWE, Warszawa 2007.
3. Ostasiewicz S., Rusnak Z., Siedlecka U.: Statystyka. Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, Wrocław 1999.
4. Sudół S.: Przedsiębiorstwo: Podstawy nauki o przedsiębiorstwie. PWE, Warszawa 2006.
5. Świtalski W.: Innowacje i konkurencyjność. Uniwersytet Warszawski, Warszawa 2005.
6. Bogdanienko J. (red.): Zarządzanie innowacjami. SGH, Warszawa 1998.

Abstract

The results of calculations performed on the basis of model, presented in the theoretical part entitled „*Fuzzy model of resultative product innovativeness assessment for IT companies quoted on stock exchange*”, and data from annual reports and prospectuses published by investigated IT companies in the years 2004-2007, allow to say that best in respect of resultative product innovativeness presents Comarch, which received the higher possible rating of 1. On the following positions, with resultative product innovativeness assessments between

0,75 and 0,65, are located such companies as Teta, ComputerLand and Softbank. On the other hand, least in this respect present companies Betacom and Qumak-Sekom (assessment less than 0,15).

Next, the results of resultative product innovativeness, obtained for investigated IT companies, were used to verify popular in the literature thesis of positive relationship between innovativeness and financial performance of enterprises. As a result of Spearman's correlation analysis, there was a correlation factor obtained at 0,725, what can be interpreted as a significant positive correlation between examined variables.

Therefore, empirical verification of the model presented in theoretical part, entitled „*Fuzzy model of resultative product innovativeness assessment for IT companies quoted on stock exchange*”, should be considered positive.