

Ewa KACZMAR-KOLNY¹

Opiekun naukowy: Józef MATUSZEK²

ZASTOSOWANIE ELEMENTÓW LOGIKI ROZMYTEJ W SZACOWANIU KOSZTU WYTWORZENIA WYROBU

Streszczenie: Dokładne określanie kosztów wytworzenia stanowi wyzwanie, gdyż nie tylko brakuje metod pozwalających na precyzyjne określanie kosztów w relatywnie krótkim czasie, ale także dostępne metody kalkulacji nie uwzględniają wpływu czynników zakłócających na kształtowanie się kosztów. W artykule przedstawiono elementy wnioskowania rozmytego celem szacowania kosztów wytworzenia produktu z uwzględnieniem zmiennego otoczenia w organizacji.

Słowa kluczowe: rachunek kosztów, logika rozmyta

FUZZY LOGIC APPLICATION IN ESTIMATING THE MANUFACTURING COST OF THE PRODUCT

Summary: Accurately determining manufacturing costs is a challenge because there are no methods to accurately determine costs in a relatively short time, and the available calculation methods do not take into account the impact of factors that distort cost formation. The article presents elements of fuzzy inference in order to estimate the cost of producing a product, taking into account the changing environment in the organization.

Keywords: cost accounting, fuzzy logic

1. Wprowadzenie

Każde przedsiębiorstwo powinno ewidencjonować koszty związane z prowadzoną działalnością, nie tylko w związku z obowiązkami sprawozdawczymi, ale także ze względu na możliwość podejmowania trafnych decyzji strategicznych dotyczących funkcjonowania organizacji. Firmy produkcyjne powinny wyznaczać koszty wytworzenia oferowanych wyrobów tak, by móc wybierać dla nich odpowiednią politykę cenową, oceniać rentowność ich produkcji czy szukać oszczędności wśród

¹ mgr inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, ekaczmar@ath.bielsko.pl

² prof. dr hab. inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, jmatuszek@ath.bielsko.pl

ponoszonych kosztów na ich produkcję. Kalkulacja kosztów wytworzenia produktów stanowi wyzwanie zarówno w zakresie wyboru metody kalkulacji, pozyskania odpowiednich, rzetelnych danych, jak również oceny poprawności otrzymanych wyników. Istnieją bowiem różne metody rachunku kosztów, które dla tych samych uwarunkowań i wyrobów mogą dać różne wyniki. Dodatkowo, uzyskane wyniki mogą być obciążone błędem, ze względu na zmieniające się warunki zewnętrzne, jak i warunki wewnątrz firmy. Wobec tego należałoby każdorazowo przy produkcji sztuki danego wyrobu kalkulować jej koszt. Takie podejście jest praktycznie niemożliwe do zrealizowania ze względu na czas potrzebny na pozyskanie danych oraz sam proces kalkulacji kosztu.

Celem artykułu jest przedstawienie sposobu szacowania kosztu wytworzenia wyrobu w zależności od wystąpienia warunków zmiennych w i na zewnątrz firmy z zastosowaniem wnioskowania rozmytego.

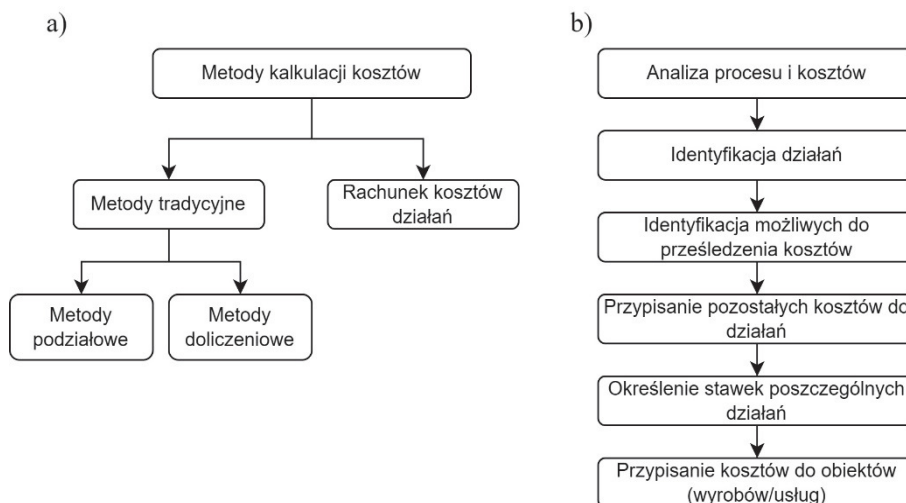
2. Kalkulacja kosztów produktów

2.1. Metody kalkulacji kosztów wytworzenia

Literatura z zakresu rachunkowości zarządczej klasyfikuje metody kalkulacji kosztów do dwóch głównych grup: metod tradycyjnych oraz rachunku kosztów działań [1, 5, 10]. Do metod tradycyjnych zalicza się kalkulacje podziałowe oraz kalkulacje doliczeniowe. Kalkulacje podziałowe charakteryzują się najprostszym algorytmem obliczeń, gdyż koszt wytworzenia jednostki wyrobu uzyskiwany jest w wyniku podzielenia wszystkich kosztów poniesionych przez organizację w danym okresie czasu na produkcję tego wyrobu przez liczbę wyprodukowanych w tym okresie sztuk. Metody te znajdują zastosowanie przede wszystkim w wielkoseryjnej lub masowej produkcji podobnych do siebie wyrobów. W kalkulacjach doliczeniowych występuje rozróżnienie kosztów na bezpośrednie i pośrednie. Koszt wytworzenia produktu wyznaczany jest wg algorytmu, w którym koszty bezpośrednie są doliczane na podstawie dokumentów źródłowych, natomiast do kalkulacji wartości kosztów pośrednich przypadających na dany wyrób, wykorzystywane są klucze rozliczeniowe (nierzuty). Zastosowanie kalkulacji doliczeniowych ma zwykle miejsce w organizacjach w których produkcja ma charakter mało- i średnioseryjny, a wyroby są różnorodne. Metody tradycyjne często niosą ryzyko przeszacowania lub niedoszacowania kosztów, a pomimo to wciąż znajdują szerokie zastosowanie w wielu organizacjach [2, 7]. Przedsiębiorstwa decydują się na kalkulację kosztów za pomocą metod tradycyjnych w związku z czasochłonnością i kapitałochłonnością wdrażania nowych rozwiązań, ale by móc uzyskiwać rzeczywiste koszty wyrobów, zastosowanie nowych metod kalkulacji kosztów jest niezbędne [11].

Rachunek kosztów działań (ang. Activity Based Costing – ABC) znacznie różni się od metod tradycyjnych, gdyż powstające koszty łączone są z działaniami, które je generują [2]. Wobec tego kalkulacja tą metodą rozpoczyna się od identyfikacji działań zaangażowanych w produkcję, następnie kalkulowane są koszty poszczególnych działań, a w końcowym etapie działania i koszty są przypisywane do poszczególnych wyrobów za pomocą różnych podstaw rozliczenia. Ten rodzaj kalkulacji sprawdza się zwłaszcza w przedsiębiorstwach produkujących szeroką gamę produktów w sposób

małoseryjny i jednostkowy [1]. Na rysunku 1a przedstawiono podział metod kalkulacji kosztów, natomiast etapy kalkulacji ABC przedstawia rysunek 1b.



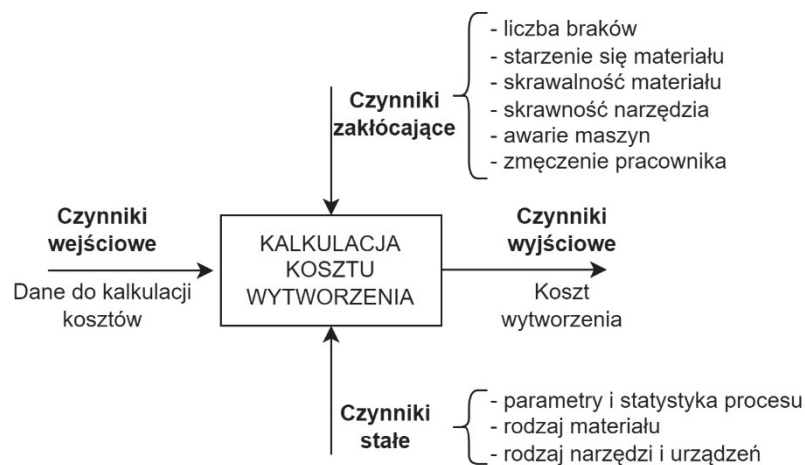
Rysunek 1.. a) Podział metod kalkulacji kosztów [7], b) Tok postępowania w rachunku kosztów działań [1]

Przy pomocy każdej z metod kalkulacji kosztów można otrzymać określoną wartość kosztów, która nie uwzględnia warunków stałych i zakłócających w danym przedsiębiorstwie.

2.2. Wpływ czynników zakłócających na wynik kalkulacji kosztów

Idealną sytuacją w kalkulacji kosztów wyrobu jest niezmiennosc parametrów procesu produkcyjnego oraz brak czynników zakłócających, które mogą mieć wpływ na wartość otrzymanego kosztu. Nie da się jednak wykluczyć zmienności produktu, jak i procesu, a także nie można oczekiwać, że przyczyny tej zmienności będą równomiernie rozłożone wzdłuż całego ciągu procesu produkcyjnego. Część czynników mających wpływ na proces może mieć charakter stały, sterowalny, czyli mogą być w łatwy sposób utrzymywane i kontrolowane, a część określana jest jako czynniki zakłócające, niesterowalne, czyli takie, których kontrola jest niemożliwa, trudna lub bardzo kosztowna [6].

Za powstawanie odchyłań wartości otrzymywanych w rachunku kosztów od wartości rzeczywistych najczęściej odpowiedzialne są czynniki zakłócające. Na rysunku 2 przedstawiono wpływ przykładowych czynników na proces kalkulacji kosztów wytworzenia produktu. Czynniki te mogą być różne w zależności od rodzaju produktu, zastosowanego materiału, wielkości produkcji, warunków i polityki organizacji itp.



Rysunek 2. Czynniki wpływające na proces kalkulacji kosztu wytworzenia

Celem uwzględnienia wystąpienia czynników zakłócających w artykule zastosowano elementy logiki rozmytej w procesie ustalania kosztu wytworzenia wyrobu.

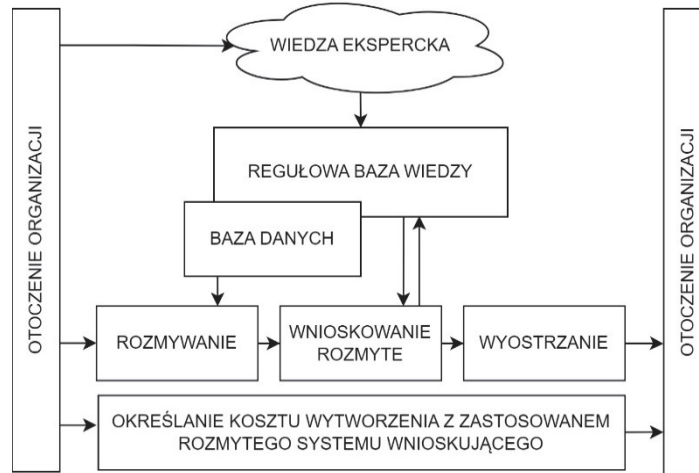
2.3. Logika rozmyta w szacowaniu wartości kosztu produktu

Koszt wytworzenia wyrobu wskutek braku metod pozwalających na precyzyjne jego określenie oraz zaistnienia zmiennych charakterystyk wpływających na jego kształtowanie staje się pojęciem nieprecyzyjnym. Teoria zbiorów rozmytych zaproponowana przez Zadeha w [12] umożliwia opisywanie pojęć nieprecyzyjnych w języku matematycznym, dzięki czemu możliwe jest skuteczne operowanie nimi oraz podejmowanie na ich podstawie decyzji. Jako zbiór rozmyty (nieostry) określa się dowolną funkcję $U \rightarrow [0,1]$, gdzie U stanowi pewne uniwersum elementów (skończone lub nie). Przynależność elementów do takiego zbioru może być częściowa, stopniowalna, czyli przyjmuje wartość z przedziału $[0,1] \in \mathbb{R}$, podczas gdy w przypadku klasycznych zbiorów każdy element może być sklasyfikowany jako należący do zbioru (przyjmuje wartość 1 – prawda) lub jako nienależący (przyjmuje wartość 0 – fałsz). Każdy zbiór rozmyty opisywany jest przez funkcję przynależności i tylko właściwe jej skonstruowanie pozwala na dobre zdefiniowanie zbioru rozmytego [4].

W artykule opracowano rozmyty system szacowania kosztów wytworzenia produktu oparty na wnioskowaniu rozmytym. System ten składa się z czterech podstawowych komponentów: bloku rozmywania, regułowej bazy wiedzy wraz z bazą danych, bloku wnioskowania rozmytego oraz bloku wyostrzania. Na rysunku 3 przedstawiono strukturę systemu wraz z zależnościami pomiędzy elementami składowymi.

Pierwszy etap w określaniu kosztu wyrobu reprezentuje blok rozmywania, w którym dokonuje się rozmywania na podstawie funkcji przynależności zdefiniowanych w bazie wiedzy. W tym etapie niezbędne jest wykorzystanie wiedzy eksperckiej celem określenia zależności przyczynowo-skutkowej wejść i wyjść w postaci reguł. Kolejnym etapem jest wnioskowanie, którego dokonuje się na podstawie bazy wiedzy oraz wdrożonych metod w celu rozwiązywania problemu. W tym etapie uzyskiwana jest funkcja przynależności. Ostatni etap zobrazowany przez blok wyostrzania,

sprowadza się do wyznaczania nierozmytej, ostrej wartości końcowej modelu y^* na podstawie otrzymanej funkcji przynależności [3].



Rysunek 3. Struktura rozmytego systemu wnioskującego [Opracowanie własne na podstawie [3]]

Istnieje wiele różnych metod wyostrania, jednak do najpopularniejszych zaliczyć można metodę środka ciężkości (ang. Center of Gravity – COG), w której dla dyskretnej przestrzeni zmiennych wynik otrzymuje się poprzez zastosowanie zależności [3]:

$$y^* = \frac{\sum_{i=1}^m y_i \mu_{wyn_i}}{\sum_{i=1}^m \mu_{wyn_i}} \quad (1)$$

gdzie: y_i – i -ta wartość zmiennej wyjściowej,
 m – liczba dyskretnych wartości zmiennej wyjściowej,
 μ_{wyn_i} – wartość, dla i -tej wartości zmiennej wyjściowej, wynikowej funkcji przynależności.

3. Model kalkulacji kosztów wytworzenia z zastosowaniem elementów logiki rozmytej

Model systemu wyznaczania kosztu z zastosowaniem wnioskowania rozmytego zostanie przedstawione na przykładzie wyrobu, którym jest pręt płaski o wymiarach 35x8 mm z miejscem na łącznik. Dla tego wyrobu w dalszych rozważaniach przyjęto metodę doliczeniową według miejsc powstawania kosztów ze względu na pozyskane dane oraz klarowność algorytmu obliczeniowego.

Dla przyjętego wyrobu dzięki danych o normie zużycia materiału możliwe jest określenie kosztów materiałowych bezpośrednich Km_b oraz kosztów materiałowych pośrednich Km_p . Koszty pośrednie w kalkulacji doliczeniowej wyznaczane są jako iloczyn kosztów bezpośrednich i narzutu kosztów pośrednich, w przypadku kosztów materiałowych będzie to narzut na koszty materiałowe $Nkmp$. Narzuty wyznaczane

są przy pomocy Arkusza Rozliczeniowego Przedsiębiorstwa. W analizowanym przypadku koszty materiałowe wynoszą:

$$Km_b = 5,00 \text{ zł}/mb \quad (2)$$

$$Km_p = Nkm_p \cdot Km_b = 58,22\% \cdot 5,00 = 2,91 \text{ zł}/mb \quad (3)$$

Zatem koszty materiałowe Km wynoszą:

$$Km = Km_b + Km_p = 5,00 + 2,91 = 7,91 \text{ zł}/mb \quad (4)$$

Kolejny krok to wyznaczenie kosztów pracy bezpośredniej Kp_b na podstawie czasu jednostkowego, czasu przygotowawczo-zakończeniowego i stawki pracownika. W analizowanym przypadku koszty pracy bezpośredniej wynoszą:

$$Kp_b = 3,00 \text{ zł}/mb \quad (5)$$

Koszty stanowiskowe na wydziale produkcyjnym związane z danym miejscem powstawania kosztów składają się z [7]:

- kosztów odpisów amortyzacyjnych,
- kosztów odsetek kalkulacyjnych,
- kosztów utrzymania powierzchni stanowisk,
- kosztów planowych konserwacji,
- kosztów energii technologicznej.

Po przeprowadzeniu kalkulacji dla pręta płaskiego, jednostkowe koszty stanowiskowe wynoszą Kst :

$$Kst = 7,50 \text{ zł}/mb \quad (6)$$

Koszty specjalnych narzędzi i oprzyrządowania wynoszą 0 zł/mb.

Do wyznaczenia pośrednich koszty przerobu Kp_p wykorzystano narzut pośrednich kosztów przerobu Nkp_p i zgodnie z algorytmem kalkulacji doliczeniowej, został on pomnożony przez wartość bezpośrednich kosztów pracy:

$$Kp_p = Kp_b \cdot Nkp_p = 3,00 \cdot 132,40\% = 3,97 \text{ zł}/mb \quad (7)$$

Koszty przerobu Kp stanowią sumę kosztów pracy bezpośredniej, kosztów stanowiskowych oraz pośrednich kosztów przerobu:

$$Kp = Kp_b + Kst + Kp_p = 3,00 + 7,50 + 3,97 = 14,47 \text{ zł}/mb \quad (8)$$

Po zsumowaniu kosztów materiałowych i kosztów przerobu otrzymuje się koszty wytworzenia Kw :

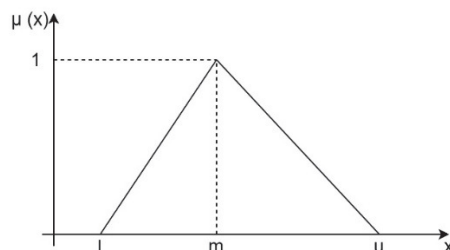
$$Kw = Km + Kp = 7,91 + 14,47 = 22,38 \text{ zł}/mb \quad (9)$$

Dalsza część algorytmu kalkulacji doliczeniowej według miejsc powstawania kosztów zakłada doliczanie kosztów rozwoju, pośrednich kosztów administracji i kosztów sprzedaży do kosztu wytworzenia celem otrzymania kosztu własnego, jednakże w artykule rozważania dotyczą kosztów wytworzenia, dlatego kalkulacja zakończona na tym poziomie.

Otrzymany wynik $Kw = 22,38 \text{ zł}/mb$ jest przeciętnym kosztem wytworzenia pojedynczego pręta. Wynik ten nie uwzględnia żadnych czynników zakłócających. Chcąc uzyskać koszt rzeczywisty każdej wyprodukowanej sztuki pręta należałoby dla

każdej partii wyrobów prowadzić ponowną kalkulację kosztów uwzględniając aspekty związane z otoczeniem organizacji. Takie podejście byłoby pracochłonne i nie zawsze możliwe do realizacji. Wobec tego w niniejszym opracowaniu zaproponowano zastosowanie wnioskowania rozmytego w określaniu kosztów.

Na rysunku 4 przedstawiono funkcję przynależności dodatniej trójkątnej liczby rozmytej, która w analizowanym przypadku jest kosztem wytworzenia pręta.



Rysunek 4. Funkcja przynależności dodatniej trójkątnej liczby rozmytej [8]

Wykres funkcji przynależności ma postać trójkąta, którego kształt zależy od doboru parametrów l , m i u . W przypadku wyznaczania kosztów wytworzenia parametr l oznacza optymistyczny, niższy koszt wytworzenia niż koszt przeciętny, parametr m – najbardziej prawdopodobny, przeciętny koszt wytworzenia, natomiast parametr u to koszt wytworzenia pesymistyczny tzn. wyższy niż koszt przeciętny. W punkcie $x = m$ funkcja przynależności osiąga wartość 1, z kolei w punktach $x = l$, $x = u$ funkcja przyjmuje wartość 0. Dokładne wartości punktów l i u określane są przez ekspertów przy znajomości przeciętnego kosztu wytworzenia.

W przypadku ustalania kosztu wytworzenia danej sztuki wyrobu, po określeniu danych wejściowych oraz funkcji przynależności, kolejnym etapem jest zaprojektowanie reguł. Reguły to instrukcje warunkowe postaci:

$$\text{JEŚLI } x_1 \text{ jest } A_1 \text{ ORAZ } x_2 \text{ jest } A_2 \text{ TO } y \text{ jest } B \quad (10)$$

gdzie: A_1, A_2, B – wartości lingwistyczne zdefiniowane przez zbiory rozmyte odpowiednio w przedziałach x_1, x_2, y [9].

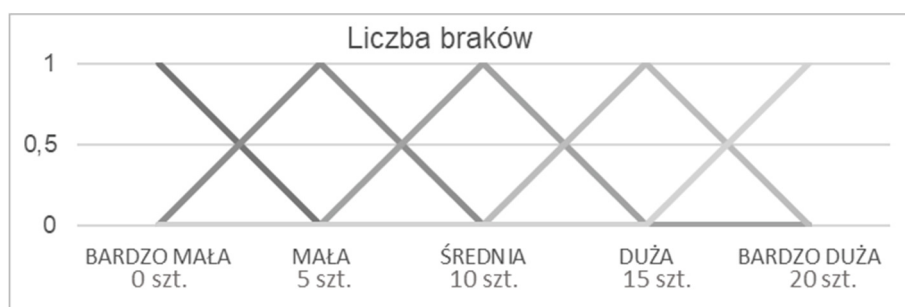
Po wyrażeniu „jeśli” występuje przesłanka, natomiast po wyrażeniu „to” występuje koniunkcja [9]. Reguły mogą być budowane przy pomocy oceny czynników zakłócających występujących w procesie produkcji analizowanego wyrobu, przykładowo:

$$\text{JEŚLI liczba braków jest duża ORAZ liczba błędów na stanowisku jest duża TO koszt wytworzenia pręta jest wysoki} \quad (11)$$

Przykładowo dla dwóch czynników wpływających na koszt wytworzenia: liczba braków i błędy na stanowisku pracy można zbudować bazę reguł przedstawioną w tabeli 1. Przy czym każda ze zmiennych jest odpowiednio zdefiniowana tj. określone są wartości jakie może przyjmować, przykładowo bardzo mała liczba oznacza liczbę braków poniżej 5 sztuk, natomiast mała przyjmuje zakres pomiędzy 0 a 10 sztuk. Dla każdej wartości zmiennej zdefiniowane zbiory rozmyte mają postać funkcji trójkątnej (rysunek 5).

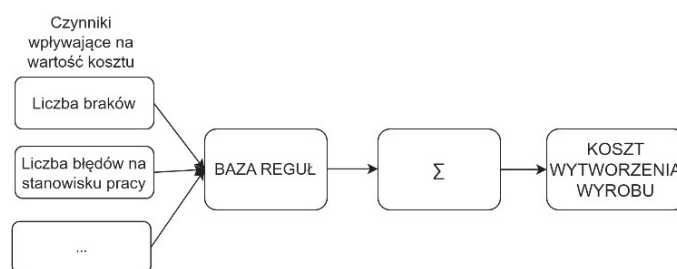
Tabela 1. Zbiór reguł dla pręta płaskiego

		Liczba braków				
		Bardzo duża	Duża	Średnia	Mała	Bardzo mała
Liczba błędów na stanowisku pracy	Bardzo duża	Koszt bardzo wysoki	Koszt bardzo wysoki	Koszt wysoki	Koszt wysoki	Koszt przeciętny
	Duża	Koszt bardzo wysoki	Koszt wysoki	Koszt wysoki	Koszt przeciętny	Koszt niski
	Średnia	Koszt wysoki	Koszt wysoki	Koszt przeciętny	Koszt niski	Koszt niski
	Mała	Koszt wysoki	Koszt przeciętny	Koszt niski	Koszt niski	Koszt bardzo niski
	Bardzo mała	Koszt przeciętny	Koszt niski	Koszt niski	Koszt bardzo niski	Koszt bardzo niski



Rysunek 5. Prezentacja zmiennych liczby braków w formie graficznej

Po zbudowaniu bazy reguł dokonuje się ich agregacji, tak by otrzymać koszt wytworzenia danego wyrobu (rysunek 6).



Rysunek 6. Ustalanie kosztu wytworzenia w systemie wnioskowania rozmytego

Po określeniu „ostrych” danych wejściowych tj. konkretnej liczby braków oraz konkretnej wartości liczby błędów na stanowisku pracy można określić przynależność do poszczególnych zbiorów. Przykładowo przy liczbie braków równej 3 sztuki (w danym okresie czasu) należy określić przynależność do zbiorów rozmytych „bardzo mała” i „mała” liczba braków. Stopień przynależności do zbioru „bardzo

mała” wynosić będzie 0,4, natomiast do zbioru „mała” 0,6. Po określeniu dokładnej liczby błędów powstałych na stanowisku powstałych w badanym okresie czasu, określono przynależność do zbiorów „dużo” równą 0,2 i „średnio” równą 0,8. To z kolei pozwala na wybór reguł, które powinny zostać uwzględnione. W takim przypadku będą do reguły:

JĘŚLI liczba braków jest bardzo mała **ORAZ** liczba błędów jest duża **TO** koszt wytworzenia pręta jest niski (12)

JĘŚLI liczba braków jest bardzo mała **ORAZ** liczba błędów jest średnia **TO** koszt wytworzenia pręta jest niski (13)

JĘŚLI liczba braków jest mała **ORAZ** liczba błędów jest duża **TO** koszt wytworzenia pręta przeciętny (14)

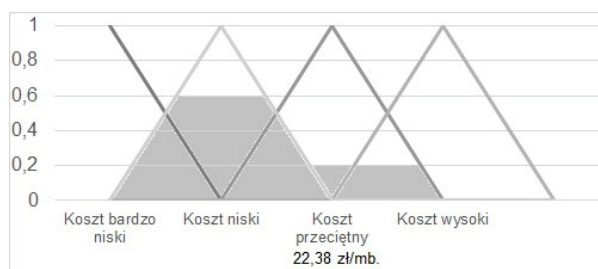
JĘŚLI liczba braków jest mała **ORAZ** liczba błędów jest średnia **TO** koszt wytworzenia pręta jest niski (15)

Kolejnym krokiem jest określeniu stopnia prawdziwości dla każdej z reguł. Każda reguła jest prawdziwa w stopniu 1, a stopień prawdziwości konkluzji jest równy stopniowi przesłanki. Przesłanka stanowi koniunkcję dwóch wyrażeń, dlatego do określenia stopnia jej prawdziwości wykorzystuje się operację minimum. Dla reguły (12) stopień prawdziwości wynosi 0,2, dla (13) - 0,4, dla (14) - 0,2 i (15) - 0,6. Następnie wyznaczany jest stopień prawdziwości konkluzji przy pomocy funkcji maksimum:

$$\text{Koszt wytworzenia pręta jest niski} = \max\{0,2; 0,4; 0,6\} = 0,6 \quad (16)$$

$$\text{Koszt wytworzenia pręta jest przeciętny} = 0,2 \quad (17)$$

W ostatnim etapie (wyostrzania) przy pomocy wybranej metody (np. środka ciężkości) określany jest konkretny koszt wytworzenia analizowanej sztuki wyrobu, który w analizowanym przypadku będzie niższy niż kalkulowany koszt przeciętny. Środek ciężkości wykresu na rysunku 7 znajduje się bowiem poniżej kosztu przeciętnego.



Rysunek 7. Ostatni etap kalkulacji - wyostrzanie

Dokładny koszt wytworzenia może zostać wyznaczony po określeniu konkretnych wartości przedziałów dla wartości kosztów przeciętnego, niskiego, bardzo niskiego itp. Do tego niezbędna jest wiedza ekspertów.

Wybór kryteriów w zaproponowanym modelu może być różny w zależności od organizacji, wyrobu itp.

4. Podsumowanie

W pracy przedstawiono wykorzystanie wnioskowania rozmytego w kalkulacjach kosztów. Rozwiązanie to ma umożliwić określanie kosztu wytworzenia konkretnej sztuki produktu na podstawie kosztu przeciętnego, wiedzy ekspertów i znajomości czynników niesterowalnych, jakie zaistniały w procesie wytwórczym. Takie podejście pozwoli skrócić czas określania kosztów oraz zwiększyć dokładność obliczeń ze względu na zmieniające się warunki.

LITERATURA

1. ALAMI D., ELMARAGHY W.: Traditional and Activity Based Aggregate Job Costing Model, *Procedia CIRP*, vol. 93/ 2020, s. 610-615.
2. BIADACZ R., KOZAK A.: Rola kalkulacji kosztu jednostkowego w podejmowaniu decyzji cenowych w przedsiębiorstwie – analiza przypadku, *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej, Zarządzanie* nr 11 (2013), s. 64-77.
3. BŁASZCZYK K., PISZ I.: Rozmyty system podejmowania decyzji w ocenie końcowej projektu, *Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie*, Pod red. Ryszarda Knosali, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2010, s. 112-121.
4. DIERING M., KUJAWIŃSKA A., DYCZKOWSKI K., ROGALEWICZ M.: Logika rozmyta w ocenie alternatywnych systemów pomiarowych jako jeden z kierunków rozwoju MSA, *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. T. 2 Pod red. Ryszarda Knosali, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2014 s. 348 – 359.
5. DRURY C.: *Management Accounting for Business*. Cengage Learning EMEA 2009.
6. KIEŁBUS A.: Metodyka oceny jakości wyrobów z pozycji producenta i odbiorcy, *Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie T. 1*. Pod red. Ryszarda Knosali. Oficyna Wydaw. Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2009, s. 502-510.
7. MATUSZEK J., KROKOSZ-KRYNKE Z., KOŁOSOWSKI M.: *Rachunek kosztów dla inżynierów*, PWE, Warszawa 2011.
8. RUTKOWSKI L., *Metody i techniki sztucznej inteligencji*, PWN, Warszawa 2006.
9. SOETANTO D. P., Implementing fuzzy logic in determining selling price, *Jurnal Teknik Industri*, vol. 2/2000, s. 43-52.
10. ŚWIEBODA W.: Rachunek kosztów działań jako narzędzie w zarządzaniu przedsiębiorstwem, *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, nr 333/2017, s. 261-272.
11. WIDERA R.: Porównanie tradycyjnego rachunku kosztów i rachunku kosztów działań, *Controlling i Rachunkowość Zarządcza*, nr 9/2008.
12. ZADEH L.A.: Fuzzy sets. *Information and Control*, vol. 8, 1965, s. 338-353.