

WIEDZA - RAPORTY - DIAGNOZY - ANALIZY - PRZYKŁADY

C z a s o p i s m o

EKONOMIA I ZARZĄDZANIE



EDYCJA POLSKA

Dwumiesięcznik

**72 MLN ZŁ NA  
INNOWACYJNE  
I EKOLOGICZNE  
TECHNOLOGIE**

**KAPITAŁ LUDZKI  
W ORGANIZACJACH**

**PRAKTYKA  
SZACOWANIA  
CZASÓW  
TRWANIA  
CZYNNOŚCI  
W PROJEKTACH**

**ASSECO  
I COMARCH  
WSRÓD  
NAJWIEKSZYCH  
W EUROPIE**

eBook

***Drodzy Czytelnicy!***

Częstotliwość: 6 numerów/rok  
ISSN: 2084-963X

*Czasopismo Ekonomia i Zarządzanie to dwumiesięcznik, recenzowane czasopismo akademickie, wydawane od 2012 roku.*

*Celem Czasopisma jest opublikować i promować artykuły, które prezentują oryginalne prace badawcze, dyskusje naukowe i które będą miały długoterminowy wpływ na badania z Dziedzin nauk ekonomicznych, a w tym ekonomii i zarządzania.*

*Analityczne, interpretacyjne i empiryczne badania odnoszą się do wielu obszarów, w tym teorii monetarnej, polityki fiskalnej, ekonomii pracy, rozwoju mikro- i teorii makroekonomii, handlu międzynarodowego i finansów, organizacji przemysłowej i społecznej ekonomii, a także ku nowoczesnej ekonomii dobrobytu, organizacji i zarządzania, innowacji, gospodarki i administracji publicznej, turystyki i rekreacji, logistyki, towaroznawstwa, informatyki i ekonometrii.*

*Czasopismo publikuje również wybrane informacje gospodarcze, polityczne, biznesowe, jak również z zakresu ekologii i ochrony środowiska.*

*Czasopismo Ekonomia i Zarządzanie to lektura dla wszystkich ekonomistów chcących nadążyć za nowym materiałem w nowych badaniach w dyscyplinie.*

***Dear Readers!***

Frequency: 6 issues/year  
ISSN: 2084-963X

*The Journal Economy and Management is a bimonthly peer-reviewed academic journal. It covers both theoretical and empirical economics. It was established in 2012.*

*The Journal aims to publish articles that presents original, discussion research papers in a field of economics and management. Highly selective, widely cited articles of current relevance that will have a long-term impact on economics research.*

*The analytical, interpretive, and empirical studies in a number of areas including monetary theory, fiscal policy, labour economics, development, micro- and macroeconomic theory, international trade and finance, industrial organization, social economics and also to modern economics prosperity.*

*The Journal publish also about management of organization, R&D, innovation and about current economic, political and business information from selected countries, as well as about ecology and environmental protection.*

*The Journal Economy and Management are essential reading for all economists wishing to keep up with substantive new research in the discipline.*

**Redakcja Czasopisma  
Editorial Office Board**

**Redaktor Naczelny / Editor in Chief:** Mgr Aleksandra Fudali

**Redaktor Naukowy / Editor of the Scientific:** Prof. dr hab. Jerzy Olszewski prof. nadzw.  
Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

**Komitet Naukowy / The Scientific Committee:**

Prof. UG dr hab. Sylwia Pangsy-Kania Uniwersytet Gdański,  
Prof. dr hab. Włodzimierz Szpringer Uniwersytet Warszawski,  
Prof. zw. dr hab. Jerzy Kisielnicki Uniwersytet Warszawski,  
Prof. UW dr hab. Grzegorz Karasiewicz Uniwersytet Warszawski,  
Prof. UZ dr hab. Arkadiusz Świadek Uniwersytet Zielonogórski

**Recenzent naukowy Czasopisma/ Scientific reviewer of the Journal:**

Prof. UZ dr hab. Arkadiusz Świadek,  
Prof. US dr hab. Joanna Wiśniewska,  
Prof. US dr hab. Krzysztof Janasz

**Wydawnictwo / Publishing House:**



Naukowe Wydawnictwo IVG

Naukowe Wydawnictwo IVG  
Scientific Publishing House IVG  
St. Cyfrowa 6, Szczecin 71-441,  
POLAND  
[www.wydawnictwoivg.pl](http://www.wydawnictwoivg.pl) [biuro@wydawnictwoivg.pl](mailto:biuro@wydawnictwoivg.pl)

© Copyright



GROUPIVG.COM

Groupivg.com

**Dystrybucja w kraju i międzynarodowa**  
**Distribution national and international**

**Dystrybucja w kraju OPEN ACCESS**  
**Distribution national OPEN ACCESS**

Biblioteka Główna Uniwersytetu M. Curie-Skłodowskiej, Biblioteka Uniwersytecka w Łodzi, Biblioteka Uniwersytecka w Toruniu, Biblioteka Uniwersytecka w Poznaniu, Biblioteka Główna UE w Poznaniu, Biblioteka Uniwersytecka w Warszawie, Biblioteka Uniwersytecka we Wrocławiu, Biblioteka Śląska, Biblioteka Publiczna w Warszawie, Książnica Pomorska im. S. Staszica, Biblioteka Główna Uniwersytetu Gdańskiego, Biblioteka Uniwersytecka KUL, Biblioteka Główna Uniwersytetu Opolskiego, Książnica Podlaska im. Łukasza Górnickiego, Biblioteka Politechniki Białostockiej, Biblioteka Główna Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Biblioteka Uniwersytecka Uniwersytetu Jana Kochanowskiego, Biblioteka Narodowa, Biblioteka Jagiellońska, Biblioteka SGH w Warszawie, Podkarpacka Szkoła Wyższa Im. Bł. Ks. Wł. Ferdynanda w Jaśle, Biblioteka Główna Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Wojewódzka Biblioteka Publiczna w Krakowie Centrum Informacji Biznesowej i Europejskiej, Biblioteka Uniwersytetu Zielonogórskiego.

**Czasopismo indeksowane jest w Bazach naukowych**  
**The Journal is indexing in Database Research**

EBSCO Publishing, BazEkon, BazHum, BazTech, Wirtualna Biblioteka Nauki ICM UW, ICI Journals Master List

**Prenumerata / Subscription**

Naukowe Wydawnictwo IVG

Scientific Publishing House IVG

www.wydawnictwoivg.pl biuro@wydawnictwoivg.pl

ISSN 2084-963X

Czasopismo Ekonomia i Zarządzanie nr 1/2015  
The Journal Economy and Management no 1/2015

Data wydania / Date of issue: 15. 01. 2015 r.

Artykuł naukowy dodatkowo został opublikowany w OPEN ACCESS na stronie Cza-  
sopisma EiZ [www.eiz.groupivg.com](http://www.eiz.groupivg.com)

Scientific article was published in OPEN ACCESS on web page *Journal Econ-  
omy and Management* [www.eiz.groupivg.com](http://www.eiz.groupivg.com)

©Materiał chroniony prawem autorskim - zasady przedruków określa:

[Regulamin korzystania z serwisu i artykułu](#)

[Zakup licencji](#)

## **Praktyka szacowania czasów trwania czynności w projektach – przegląd technik statystycznych**

### **Wstęp**

Specyfika zarządzania projektami wymaga od menedżerów planowania w warunkach dużej niepewności. Niepowtarzalny charakter przedsięwzięć, ryzyko w aspekcie technicznym i finansowym, zasoby oraz otoczenie projektu to czynniki, które determinują pracę kierownika projektu. Jego sukces – w znacznej mierze – zależy od rzetelności procesu planowania przebiegu projektu. Istotnym elementem planowania jest szacowanie czasów realizacji poszczególnych zadań w projekcie. Dokonywanie dokładnych oszacowań, tj. takich, w których błąd szacowania dąży do minimum, pozwala na podejmowanie optymalnych decyzji zarówno na początku, jak i w trakcie trwania projektu. Zatem dokładne szacowanie to większa szansa na podjęcie prawidłowej decyzji, nawet jeżeli jest to decyzja wstrzymująca realizację projektu.

Celem artykułu jest skonfrontowanie głównych technik statystycznych, które są najczęściej stosowane w zarządzaniu czasem projektu. Analizie zostały poddane miary tendencji centralnej, miary zmienności, rozkłady prawdopodobieństwa i testowanie hipotez statystycznych. Artykuł – poprzez studium przypadku – przedstawia praktyczne obszary zastosowań poszczególnych technik i ich ograniczenia.

## Rola statystyki w zarządzaniu czasem projektu

Istotą zarządzania czasem projektu jest uczynienie go określonym w czasie, tj. oszacowanie czasów trwania poszczególnych działań i wynikających z nich czasów rozpoczęcia, zakończenia oraz rozpoczęcia i zakończenia całego projektu. Jest to warunek *sine qua non* – niezależnie od niepewności i niedostatecznej ilości informacji związanej z projektem. Matematyzacja tego obszaru projektu jest nieunikniona, dlatego pomocne są techniki statystyczne.

Podstawowymi pojęciami związanymi ze statystyką są populacja i próba. Populacja to zbiór wszystkich wyników, którymi badacz jest zainteresowany (inaczej zwana uniwersum). Próba jest podzbiorem pomiarów wybranych z populacji, najczęściej w sposób losowy [Aczel 2000, s. 16]. W szacowaniu czasów trwania zadań w projektach dysponujemy najczęściej próbą – podzbiorem czasów realizacji poszczególnych zadań. Posiadanie pełnej informacji o populacji nie jest możliwe, ponieważ wymagałoby zdobycia danych o czasach realizacji zadań określonego typu we wszystkich projektach na całym świecie, wybranym kraju, regionie lub branży.

Jako studium przypadku posłużą obserwacje, dotyczące czasów wykonania dokumentacji technicznej projektów w przedsiębiorstwie budowlanym. Dla zobrazowania różnych technik statystycznych, związanych z szacowaniem czasów trwania wybrano grupę zadań, które nie podlegają parametryzacji – czas wykonania dokumentacji projektowej, której dotyczą obserwacje, nie zależy od wielkości projektu. Próba zawiera 40 obserwacji czasów trwania, wyrażonych w dniach: {16, 16, 13, 16, 12, 18, 14, 18, 20, 16, 16, 15, 14, 15, 18, 15, 15, 17, 14, 19, 17, 18, 17, 16, 16, 17, 19, 15, 14, 19, 18, 17, 17, 18, 19, 20, 13, 16, 17, 15}.

## Miary tendencji centralnej

Miary tendencji centralnej to grupa statystyk, które są powszechnie używane w procesie szacowania czasów trwania czynności w projektach. Ich prostota i szybkość, z jaką mogą zostać wykorzystane są niewątpliwymi zaletami, jednak kluczowe jest zrozumienie informacji, jakie przedstawiają i ich ograniczeń. Miary tendencji centralnej stanowią wskaźniki położenia pewnych wartości w zbiorze danych. Do najczęściej stosowanych należą: średnie, mediana, dominanta i percentyle (w szczególności kwartyle). Z uwagi na ich dobre udokumentowanie w literaturze statystycznej, pominięto wyjaśnienie sposobu ich obliczania, podając wartości dla zbioru danych z przykładu.

Tab. 1. Miary tendencji centralnej dla analizowanego zbioru danych.

Miara tendencji centralnej	Wartość
Minimum, 0 kwartył, 0 percentyl	12
Dolny (I) kwartył, 25 percentyl	15
Mediana, Środkowy (II) kwartył, 50 percentyl	16
Dominanta, moda	16
Średnia arytmetyczna	16,38
Górny (III) kwartył, 75 percentyl	18
Maksimum, IV kwartył, 100 percentyl	20

Źródło: Opracowanie własne.

Najważniejszym ograniczeniem miar tendencji centralnej jest to, że wskazują na pewną wielkość w zbiorze danych – stanowią funkcję, która przyjmuje wiele argumentów i zwraca jedną wartość. Nieskończenie wiele zbiorów danych może zwracać ten sam wynik, dlatego porównanie dwóch zbiorów wyłącznie na podstawie miar tendencji centralnej nie pozwala na pełne zobrazowanie różnic między nimi.



## Miary zmienności

Miary zmienności są odpowiedzią na przytoczone ograniczenie miar tendencji centralnej i pozwalają na uzyskanie dodatkowych informacji o zbiorze danych. Miara zmienności obrazuje rozproszenie danych. Do najbardziej popularnych miar należą m.in. rozstęp, wariancja i odchylenie standardowe. Rozstęp to różnica pomiędzy wartością maksymalną i minimalną w zbiorze danych, natomiast odchylenie standardowe to pierwiastek kwadratowy z wariancji, która jest definiowana jako przeciętne kwadratowe odchylenie poszczególnych wyników od średniej całego zbioru. W przypadku najbardziej popularnych miar zmienności, im wyższa wartość, tym bardziej zbiór danych jest rozproszony. [Aczel 2000, s. 23-28]

Tab. 2. Miary rozproszenia dla analizowanego zbioru danych.

Miara rozproszenia	Wartość
Rozstęp	8
Wariancja	3,8301
Odchylenie standardowe	1,9571

Źródło: Opracowanie własne.

## Rozkład beta gęstości prawdopodobieństwa

Zbiory danych, zawierające informacje o czasach trwania poszczególnych zadań w projektach, charakteryzują się pewnymi wielkościami statystycznymi, opisującymi specyfikę tych prób. Na czas realizacji czynności wpływają czynniki sterowalne i niesterowalne (np. tzw. siła wyższa – kataklizm, strajk, nieplanowana nieobecność wykwalifikowanego pracownika). Dlatego czas realizacji czynności ma charakter zmiennej losowej, która przyjmuje wartości z określonego przedziału. Przyporządkowanie prawdopodobieństw możliwym wartościom zmiennej losowej jest nazywane rozkładem prawdopodobieństwa [Aczel 2000, s. 111].

Znajomość cech rozkładu zmiennej losowej – czasu trwania danej czynności w projekcie – pozwala na zbudowanie dokładniejszego modelu. Najbardziej popularny rozkład (normalny) jest rozkładem, w którym wartości dążą do zera, przy zbliżaniu się do  $-\infty$  lub  $+\infty$ . W rzeczywistości możemy ograniczyć dziedzinę tej funkcji, wyznaczając minimalny i maksymalny możliwy czas realizacji czynności – w szczególności zastosujemy dolne ograniczenie, ponieważ czas trwania czynności z pewnością nie będzie mniejszy lub równy 0. Dolne i górne ograniczenie rozkładu jest pierwszą z cech charakterystycznych rozkładu beta.

Kształt krzywej rozkładu beta jest modelowany za pomocą dwóch parametrów rozkładu:  $\alpha$  i  $\beta$ , które są liczbami dodatnimi. W przypadku, gdy  $\alpha > \beta$  rozkład jest lewoskośny, dla  $\alpha < \beta$  rozkład jest prawoskośny, natomiast dla  $\alpha = \beta$  rozkład jest symetryczny.

Standardowy rozkład beta jest określony na przedziale  $[0,1]$ , jednak w praktycznych zastosowaniach istotne znaczenie mają ograniczenia – górne i dolne, które uwzględnia postać ogólna rozkładu beta. Ograniczenia są oznaczane małymi literami  $a$  (dolne) i  $b$  (górne) [Ravindran 2009, s. 1-20].

Rozkład beta jest bardziej elastyczny niż rozkład normalny – można modelować jego skośność oraz kurtozę (smukłość lub spłaszczenie). Specyficzne cechy tego rozkładu sprawiły, że jest on często wykorzystywany w zarządzaniu projektami od czasu opracowania metody PERT [Malcolm i in. 1959, s. 651-652].

Parametry  $\alpha$  i  $\beta$  są mało intuicyjne w przypadku próby dopasowania rozkładu do rzeczywistych danych. Istnieją przekształcenia, stworzone

specjalnie na potrzeby zarządzania czasem w projektach, które pozwalają na oszacowanie parametrów na podstawie średniej i wariancji. Ten pochodny rozkład został nazwany PERT-Beta [Davis 2008, s. 139-140], a sposób obliczania parametrów posiada kilka odmian [Shankar, Sireesha 2009, s. 2823-2828].

## **Testowanie hipotez statystycznych jako narzędzie wspomagające w szacowaniu czasów trwania czynności**

W warunkach niepewności i niekompletności informacji często są formułowane hipotezy (gr. *hypóthesis* – przypuszczenie), np. średni czas wykonania dokumentacji projektowej wynosi 15 dni. W najlepszym przypadku kierownik projektu dysponuje informacją o próbie (podzbiórce populacji) – stosunkowo małym zbiorze danych o czasach trwania czynności. Na podstawie posiadanych informacji nie można bezpośrednio wnioskować o parametrach populacji, ponieważ ta informacja jest niepełna. Dane dotyczące czasu sporządzenia dokumentacji projektowej gromadzone są w firmie dopiero od kilku miesięcy, a próba licząca 40 obserwacji jest niewielka w stosunku do około 320 projektów, opracowanych w kilkunastoletniej historii firmy. Można stawiać hipotezy dotyczące parametrów populacji na podstawie prób, a więc formułować hipotezy np. o średnim czasie opracowania dokumentacji na podstawie posiadanych – niepełnych – danych. Gdyby posiadana informacja była kompletna – tzn. zawierałaby wszystkie możliwe obserwacje (całą populację) – można byłoby obliczyć średnią, medianę, odchylenie standardowe itp. Tymczasem – w rzeczywistych warunkach – można postawić hipotezę o parametrze populacji (np. średnim czasie realizacji) na podstawie posiadanej próby. Z pomocą metodyczną przychodzi sformalizowane narzędzie – testowanie hipotez statystycznych.

Hipoteza – jak już wspomniano – to przypuszczenie, które jest formułowane w sposób twierdzący. Hipotezę można potwierdzić lub sfalsyfikować na podstawie obiektywnie przeprowadzonego wnioskowania. W przypadku hipotez statystycznych, hipotezę można odrzucić lub nie. Nie używa się sformułowania „potwierdzenie hipotezy”. Jako, że z definicji dane są niepełne,

godzimy się co najwyżej na nieodrzućenie hipotezy z pewnym prawdopodobieństwem popełnienia błędu. Innymi słowy – jeżeli na podstawie posiadanych danych hipoteza nie zostanie odrzućona, wcale nie oznacza, że jest ona prawdziwa. Może się zdarzyć, że przesłanki, które jednoznacznie odrzućają hipotezę znajdują się w części zbioru danych, której nie posiadamy. Zatem narzędzie testowania hipotez statystycznych nie daje jednoznacznej odpowiedzi na słuszność określonych stwierdzeń, a jedynie zwiększa możliwości ich oceny.

W testowaniu hipotez statystycznych kluczowymi pojęćiami są hipoteza zerowa ( $H_0$ ) i hipoteza alternatywna ( $H_1$ ). Hipoteza zerowa to przypuszczenie o wartości jednego z parametrów populacji (np. średniego czasu trwania czynności). Traktujemy ją jako prawdziwą, dopóki nie uzyskamy statystycznych przesłanek do jej odrzućenia. Hipoteza alternatywna to uzupełnienie hipotezy zerowej (np. jeżeli  $H_0: \mu=15$ , to  $H_1: \mu \neq 15$ ). Warunki pod jakimi zdecydowano się przyjąć hipotezę zerową nazywa się regułą decyzyjną. Innymi słowy, gdy hipoteza zerowa zostanie odrzućona, konieczne jest podjęćie pewnej decyzji (np. podwyższenie średniego czasu – zmiana hipotezy).

Dodatkowymi pojęćiami – związanymi z nieprawidłowo przyjęćtymi lub odrzućonymi hipotezami – są błędy pierwszego i drugiego rodzaju. Błąd pierwszego rodzaju polega na odrzućeniu prawdziwej hipotezy. Błąd drugiego rodzaju to nieodrzućenie fałszywej hipotezy. Prawdopodobieństwo popełnienia błędu pierwszego rodzaju jest oznaczane jako  $\alpha$ , natomiast prawdopodobieństwo popełnienia błędu drugiego rodzaju jako  $\beta$ . Popełnienie błędu pierwszego rodzaju jest poważniejsze niż błędu drugiego rodzaju. Aczel [2000, s. 267-268] podaje przykład daleki od tematyki artykułu, jednak warty przytoczenia z uwagi na dobre zobrazowanie istoty tych błędów. W przypadku, gdy hipoteza zerowa jest aktem oskarżenia, to skazanie niewinnego jest dużo poważniejsze w skutkach, niż oczyszczenie z zarzutów winnego.

Wykorzystanie testowania hipotez statystycznych w szacowaniu czasów realizacji zadań zostanie przedstawione na przykładzie z wykorzystaniem zbioru obserwacji z poprzednich rozdziałów. Problem dotyczy oszacowania czasu sporządzenia dokumentacji projektowej. W trakcie narady kierownictwa projektu stwierdzono, że średni czas opracowania dokumentacji w firmie nie przekracza 15 dni (hipoteza zerowa).

$$H_0: \mu \leq 15 \text{ dni}; H_1: \mu > 15 \text{ dni}$$

Poziom ufności ustalamy na 95%, co oznacza przekonanie, że 95 na 100 obserwacji wpada w pewien przedział liczbowy, który jest nazywany przedziałem istotności. Zatem mamy 5% szans, że obserwacja nie znajdzie się w przedziale ufności, a więc odrzucimy prawdziwą hipotezę zerową (czyli popełnimy błąd pierwszego rodzaju). Dlatego przez  $\alpha$  ( $=0,05$ ) oznaczamy prawdopodobieństwo popełnienia błędu pierwszego rodzaju, które jest nazywane poziomem istotności. Poziom ufności natomiast to  $1 - \alpha$ , a więc 0,95.

Kolejnym krokiem jest wyznaczenie sprawdzianu, który jest wartością, obliczoną na podstawie wyników obserwacji i jest wykorzystywany do odrzucenia lub nieodrzućenia hipotezy zerowej. Sposób obliczania sprawdzianów jest różny w zależności od tego jakim parametrem populacji jesteśmy zainteresowani. Dla średniej, wartość sprawdzianu jest obliczana według zależności:

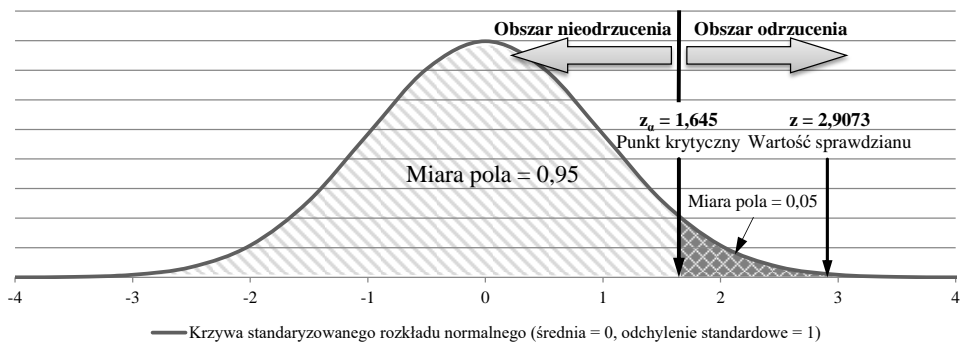
$$z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s / \sqrt{n}}$$

Gdzie:  $\bar{x}$  – średnia z próby;  $\mu_0$  – średnia w populacji, określona w hipotezie zerowej;  $s$  – odchylenie standardowe próby;  $n$  – liczebność próby.

Wartość sprawdzianu, po podstawieniu argumentów do powyższego wzoru, wynosi  $z = 2,9073$ .

Przedział ufności dla testów jednostronnych (a więc takich, że hipotezy: zerowa i alternatywna są sformułowane w postaci nierówności) jest wyznaczany przez jeden punkt krytyczny. Wyznaczenie punktu krytycznego następuje przez odczytanie z tablic statystycznych lub przez wykorzystanie oprogramowania (np. Excel), w zależności od typu rozkładu (normalny, t, chi-kwadrat). W tym przypadku zostanie wykorzystany standaryzowany rozkład normalny, w którym wartość punktu krytycznego, przy teście jednostronnym i poziomie istotności 0,05 wynosi  $\pm 1,645$  (znak zależy od rodzaju testu – prawo- lub lewostronny). W tym przypadku będzie zastosowany test prawostronny, ponieważ decyzja zostanie podjęta (zmiana wartości średniej – obalenie hipotezy zerowej), gdy parametr przekroczy pewną wartość (15 dni) – znajdzie się na osi na prawo od punktu krytycznego. Interpretację geometryczną procesu testowania hipotezy przedstawia poniższy rysunek.

Rys. 1. Interpretacja geometryczna procesu testowania hipotezy.



Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z obliczeń i powyższego rysunku, wartość sprawdzianu znajduje się w obszarze odrzucenia, a więc istnieją statystyczne przesłanki do odrzucenia hipotezy zerowej, co oznacza, że nie można przyjąć do dalszych rozważań średniego czasu trwania czynności poniżej 15 dni. Co więcej, wartość sprawdzianu jest „daleko” od punktu krytycznego, więc tym bardziej możemy być przekonani o konieczności zmiany decyzji i oszacowania innego czasu.

Należy pamiętać, że testowanie hipotez, mimo – wydawać by się mogło – dużego skomplikowania, jest narzędziem, które posiada również swoje ograniczenia. Najpoważniejszym jest zastosowanie pewnych modelowych rozkładów gęstości prawdopodobieństwa (np. standaryzowanego rozkładu normalnego), które mogą słabo odzwierciedlać rzeczywistość. Jednak – co ponownie warto podkreślić – dysponujemy ograniczoną ilością informacji, więc pewne kompromisy są nieuniknione.

## Zakończenie

Przybliżone w artykule techniki statystyczne stanowią elementarz w szacowaniu czasów trwania zadań w projektach. Z pewnością, do najpopularniejszych należą miary tendencji centralnej i miary zmienności. Ich ogólna znajomość stwarza możliwość wymiany prostych i zrozumiałych informacji wśród osób bez profesjonalnego przygotowania statystycznego. Rozkłady gęstości prawdopodobieństwa są dobrze znane menedżerom projektów, z uwagi na konieczność zarządzania ryzykiem w aspekcie technicznym i finansowym. Od debiutu metody PERT, zarządzanie ryzykiem w projektach – oparte na rozkładzie beta – stanowi element kanonu wiedzy kierownika projektu. Testowanie hipotez statystycznych jest z pewnością mniej popularne, ale w niektórych przypadkach bardzo przydatne. W szczególności w technikach szacowania opartych na grupowym podejmowaniu decyzji, gdzie na wynik szacowania mogą chcieć wpływać osoby dominujące w zespole, aby osiągnąć pewien cel, można użyć tej techniki jako obiektywnego narzędzia dokonania oceny poglądów. Ta technika nie jest nawet wspomniana w podręcznikach zarządzania projektami, co świadczy o jej niewielkiej popularności. Warto jednak się z nią zapoznać, gdyż pozwala na statystyczną ocenę dokonanych oszacowań.

Dokonane studium przypadku – próba 40 obserwacji, dotyczących czasów trwania czynności w projektach – pozwoliło na praktyczne zrozumienie poszczególnych technik statystycznych, przytoczonych w tym artykule. W poniższej tabeli przedstawiono główne zalety i wady przybliżonych technik statystycznych. Ich kolejność wynika z rosnącej złożoności, zapotrzebowania na specjalistyczną wiedzę statystyczną, ale i z rosnącej wartości informacyjnej dla kierownika projektu.

Tab. 3. Główne zalety i wady przybliżonych w artykule technik.

<b>Narzędzie</b>	<b>Zalety</b>	<b>Wady</b>
Miary tendencji centralnej	Prostota, szybkość i uniwersalność zastosowania; ogólna znajomość, nawet wśród osób nie posiadających profesjonalnego przygotowania statystycznego.	Brak możliwości dokładnego opisu zbioru danych – dwa zbiory o odmiennym charakterze mogą mieć te same lub zbliżone miary tendencji centralnej.
Miary zmienności	Możliwość dokładniejszego scharakteryzowania zbioru danych. Możliwość uproszczonej analizy ryzyka.	Ich używanie ma sens z wykorzystaniem innych technik.
Gęstość rozkładu prawdopodobieństwa	Umożliwia zarządzanie ryzykiem.	Wymaga dokładniejszej znajomości zagadnień statystycznych (rozkłady, ich parametry, cechy charakterystyczne).
Testowanie hipotez statystycznych	Możliwe formułowanie hipotez, ich odrzucanie lub nieodrzuwanie. Sformalizowane narzędzie z uwzględnieniem zarządzania ryzykiem.	Wymaga biegłości w statystyce i używaniu arkusza kalkulacyjnego.

Źródło: Opracowanie własne.

Mając na uwadze charakter każdej techniki, kierownik projektu powinien dokonać wyboru zależnego od specyfiki projektu i posiadanej informacji historycznej (najlepiej w formie ustrukturyzowanej). Mimo że każda kolejna technika stanowi pewien wyższy poziom w dokonywaniu oszacowań, to trudno o uniwersalną regułę jaką technikę należy zastosować. Jest to decyzja zdeterminowana wieloma czynnikami i jej podjęcie należy do osoby zaangażowanej w określony projekt.



## **Bibliografia**

Aczel, A.D., 2000, *Statystyka w zarządzaniu*, PWN, Warszawa.

Davis, R., 2008, *Teaching Project Simulation in Excel Using PERT-Beta Distributions*, INFORMS Transactions on Education, vol. 8, no. 3, s. 139-148.

Malcolm, D.G., Roseboom, J.H., Clark, C.E., Fazar, W., 1959, *Application of a Technique for Research and Development Program Evaluation*, Operations Research, vol. 7, s. 646-669.

Ravindran, A.R. (ed.), 2009, *Operations Research Applications*, CRC Press, Boca Raton, FL.

Shankar, N.R., Sireesha, V., 2009, *An Approximation for the Activity Duration Distribution, Supporting Original PERT*. Applied Mathematical Sciences, vol. 3, no. 57, s. 2823-2834.

**Autor:** Mgr inż. Błażej Barchański

Górnosląska Wyższa Szkoła Handlowa im. W. Korfańtego w Katowicach

\*Artykuł dostępny w systemie OPEN ACCESS na stronie Czasopisma Ekonomia i Zarządzanie\*