

AUTOMATYZACJA OBLICZEŃ ISTOTNOŚCI WPŁYWU PARAMETRÓW W PROCESACH WYTWARZANIA

Automation of calculations significance of influence parameters in the manufacturing processes

Leszek SKOCZYLAS, Krystyna SKOCZYLAS

Streszczenie: Artykuł zwraca uwagę na pracochłonność obliczeń występujących w badaniach istotności wpływu parametrów w procesach wytwarzania. Prezentuje autorskie oprogramowanie, służące do szybkiego i dokładnego przeprowadzenia obliczeń wg procedur dla programów statycznych randomizowanych – kompletnego, blokowego oraz kwadratu łacińskiego. Układ graficzny oprogramowania odpowiada bezpośrednio schematowi postępowania zawartemu w literaturze. Tego typu podejście nie wymaga dodatkowej nauki obsługi komercyjnego oprogramowania oraz ułatwia prowadzenie analiz.

Słowa kluczowe: program statyczny randomizowany kompletny, program statyczny randomizowany blokowy, kwadrat łaciński

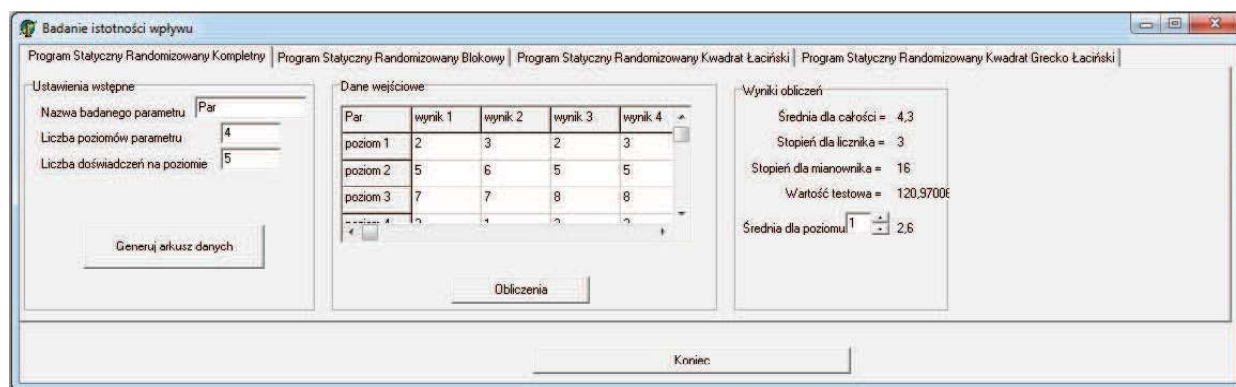
Abstract: The paper draws attention to the effort calculations occurring in the study significance of influence parameters in the manufacturing processes. It presents original software for fast and accurate calculations according to the procedures for the static randomized programs – complete, block and latin square. The layout of the software directly responsible scheme of conduct contained in the literature. This approach does not require additional learning support of commercial software, and facilitates analysis.

Keywords: static randomized complete program, static randomized block program, latin square program

Wstęp

Badanie istotności wpływu parametrów na proces wytwarzania jest ważnym elementem w pracach optymalizacyjnych procesów obróbki. Poprzedza etap przygotowania modelu procesu i bazując na obliczeniach wariancji, ukazuje najistotniejsze parametry z punktu widzenia statystyki matematycznej. Dostępna literatura [1-6] szczegółowo omawia tok obliczeń istotności wpływu parametrów procesu, który jest wykorzystywany w wielu pracach badawczych. Obliczenia wariancji mogą być przeprowadzone z wykorzystaniem komercyjnego oprogramowania [7]. Metodyka postępowania odbiega jednak od prezentowanej w literaturze. Dodatkowo,

oprócz posiadania licencji zachodzi konieczność opanowania specyfiki obsługi danej aplikacji. Obliczenia można przeprowadzić również w sposób ręczny, bazując na literaturze. Należy jednak zaznaczyć, że przy tak dużej ilości obliczeń trudno ustrzec się pomyłek, a ponadto, stosowanie zaokrągleń dla uzyskiwanych wartości pośrednich sprawia, że końcowe wyniki obciążone są błędami [8]. Z tego też względu opracowano autorskie oprogramowanie do obliczeń istotności wpływu, zachowując literaturowe schematy postępowania. Prezentowane oprogramowanie odnosi się do trzech planów badawczych, tj. program statyczny randomizowany kompletny, program statyczny randomizowany blokowy oraz kwadrat łaciński.



Rys. 1. Okno obliczeń wg programu statycznego randomizowanego kompletnego
Fig. 1. Window calculation according to the static randomized complete program

Program statyczny randomizowany kompletny

Program ten należy do najprostszych od strony obliczeń. Odnosi się do oceny istotności wpływu jednego parametru wejściowego na reakcję badanego procesu. Obliczenia realizowane są na danych odnoszących się do wielu poziomów zmian badanego parametru. Ponadto, na każdym poziomie badanego parametru doświadczenie może być wielokrotnie powtarzane, co zwiększa liczbę danych, a przez to poprawia wiarygodność obliczeń. Okno aplikacji do realizacji obliczeń wg omawianego programu przedstawiono na rys. 1. Przeprowadzenie obliczeń wymaga wprowadzenia w pierwszej kolejności liczby poziomów badanego parametru oraz liczby powtórzeń doświadczenia na danym poziomie. Na podstawie tych informacji generowany jest arkusz danych. Wprowadzenie danych pozwala na szybkie obliczenie wartości testowej F . Obliczane stopnie swobody (odpowiednio dla licznika i mianownika) pozwalają na ustalenie wartości krytycznej testu F Fischera-Snedecora dla określonego poziomu istotności.

Program oblicza również wartość średnią dla ogółu danych oraz wartości średnie dla wybranego poziomu.

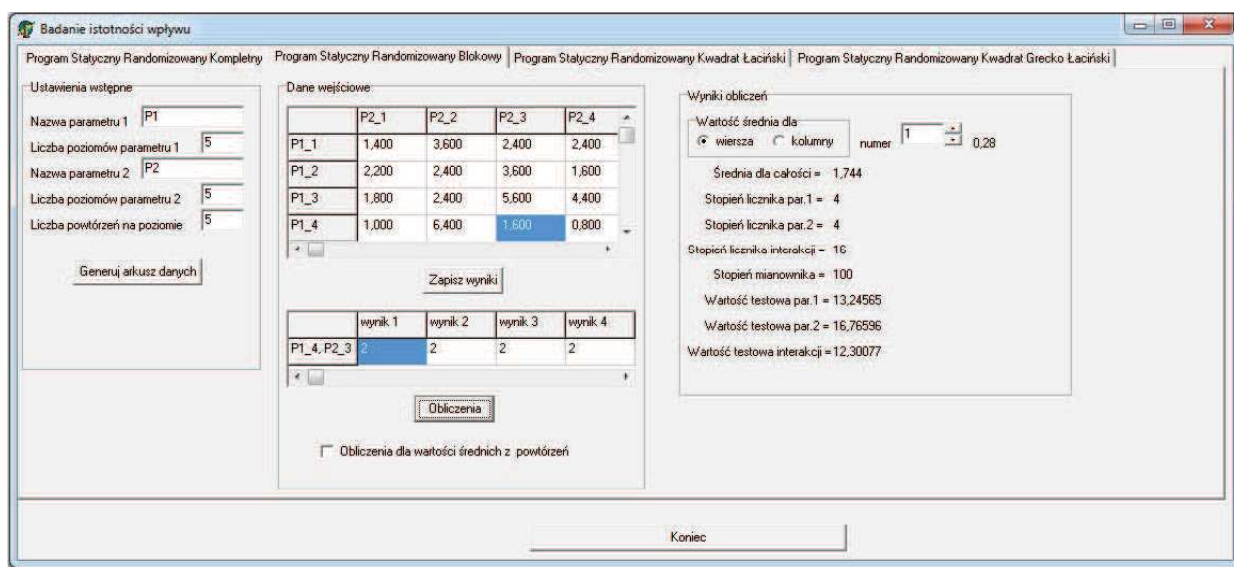
Program statyczny randomizowany blokowy

Program blokowy wykorzystywany jest do oceny istotności wpływu dwu zmiennych parametrów wejściowych na zachowanie badanego procesu. Obliczenia prowadzone są na zaobserwowanych danych, odpowiadających różnym poziomom zmian parametrów wejściowych. Podobnie jak w programie kompletnym mogą wystąpić powtórzenia doświadczeń na poszczególnych poziomach. Realizacja powtórzeń pozwala równocześnie na wyznaczenie istotności interakcji pomiędzy badanymi parametrami. Okno realizacji obliczeń przedstawia rys. 2.

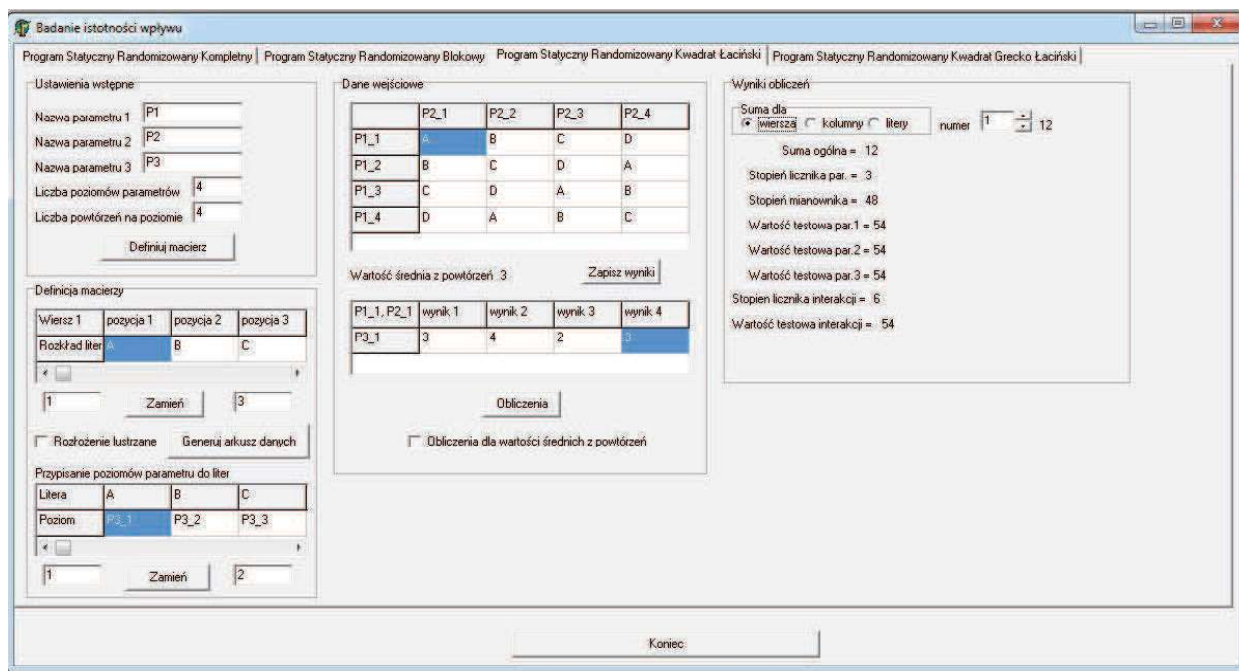
Obliczenia rozpoczyna się od określenia liczby poziomów zmian badanych parametrów oraz liczby powtórzeń doświadczeń na poszczególnych poziomach. Służy to wygenerowaniu arkusza danych w postaci tablicy kwadratowej. Ponieważ na każdym poziomie zmian może wystąpić określona liczba powtórzeń, wprowadzanie danych następuje w kolejnym arkuszu, odnoszącym się do wybranej pozycji tablicy kwadratowej, opisującej poziomy badanych parametrów. Każda pozycja tablicy kwadratowej przedstawia wartości średnie z powtórzeń doświadczeń na danym poziomie. Na podstawie wprowadzonych danych program oblicza wartości testowe F dla obu badanych parametrów oraz zachodzących pomiędzy nimi interakcji. Program oblicza również stopnie swobody dla licznika oraz mianownika, niezbędnych do odczytania wartości krytycznych testu F Fischera-Snedecora oraz oblicza wartości średnie dla ogółu danych, jak i w wybranych wierszach czy kolumnach tablicy kwadratowej. Opracowana aplikacja pozwala również na prowadzenie obliczeń dla pojedynczych danych na poszczególnych poziomach (bez powtórzeń). Może to być również obliczona wartość średnia z powtórzeń, zawarta w pozycjach tablicy kwadratowej. W drugim przypadku wymagane jest zaznaczenie opcji „Obliczenia dla wartości średnich z powtórzeń”. Należy zaznaczyć, że oparcie badań na pojedynczych danych (bez powtórzeń) nie umożliwia obliczeń interakcji pomiędzy analizowanymi parametrami.

Kwadrat łaciński

Kwadrat łaciński pozwala na ocenę istotności wpływu trzech parametrów wejściowych na wynik procesu, przy czym liczba poziomów dla wszystkich analizowanych parametrów jest identyczna. Na każdym poziomie badań również mogą występować powtórzenia doświadczeń, które umożliwiają przeprowadzenie obliczeń związanych



Rys. 2. Okno obliczeń wg programu statycznego randomizowanego blokowego
Fig. 2. Window calculation according to the static randomized block program



Rys. 3. Okno obliczeń wg kwadratu łacińskiego
Fig. 3. Window calculation according to the Latin square program

z interakcjami pomiędzy analizowanymi parametrami. Badanie nie obejmuje wszystkich poziomów zmienności badanych parametrów. Dlatego też wyborowi badanych poziomów towarzyszy określony schemat postępowania. Okno aplikacji do realizacji tego zadania przedstawiono na rys. 3.

Przystępując do obliczeń w pierwszym kroku należy określić liczbę poziomów parametrów oraz powtórzeń. Z uwagi na fakt, że analizowane są trzy parametry, zbiór danych przyjmuje formę tablicy przestrzennej i poziomy jednego z parametrów przypisane są do liter (A,B,C,D...). Ustalenie poszczególnych poziomów dla których prowadzone będą obliczenia następuje na podstawie przekształcanego kwadratu zredukowanego, przez co rozłożenie liter w macierzy przyjmuje określony schemat. Celem zapewnienia możliwości prowadzenia analizy na różnych poziomach wartości parametrów w prezentowanej aplikacji istnieje możliwość zamiany miejscami poszczególnych liter (poziomów). Na rys. 4 zaprezentowano

rozłożenie liter przez zamianę miejscami, z kolei rys. 5 pokazuje efekt wykonania zamiany miejscami liter na pozycjach 1 i 3.

Omówiona zamiana miejscami liter nie wyczerpuje wszystkich możliwości rozłożenia analizowanych poziomów wartości parametrów. Kolejny krok możliwej modyfikacji to rozłożenie lustrzane, którego efekt pokazano na rys. 6.

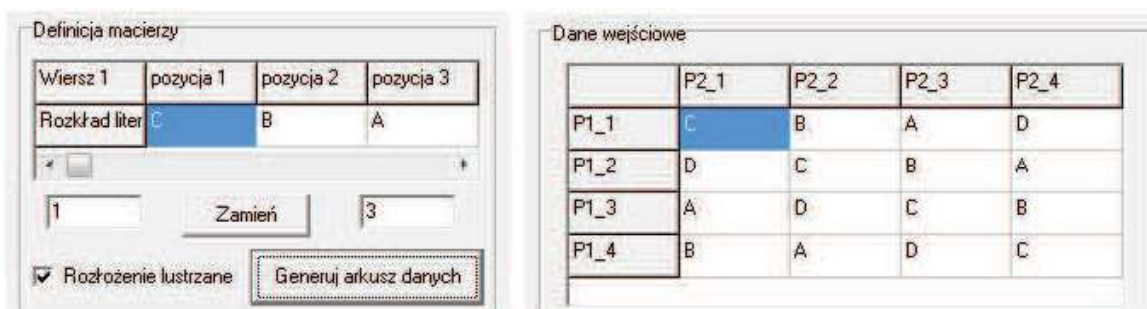
Przedstawione możliwości przekształceń pozwalają na uzyskanie wszystkich możliwych wariantów doboru analizowanych poziomów. Po przygotowaniu arkusza danych dalszy przebieg obliczeń zbliżony jest do programu blokowego. Wprowadzane są dane dla ustalonych poziomów z określoną liczbą powtórzeń, a następnie obliczane wartości testowe dla poszczególnych parametrów oraz interakcji. Program oblicza również wartości średnie z powtórzeń oraz sumy odpowiednio dla wierszy kolumn i liter. Podobnie jak w przypadku programu blokowego, istnieje możliwość przeprowadzenia obliczeń



Rys. 4. Wyjściowe rozłożenie liter w tablicy
Fig. 4. Output distribution of the letters in the table



Rys. 5. Rozłożenie liter w tablicy po zamianie
Fig. 5. The distribution of the letters in the table after the change



Rys. 6. Rozłożenie liter w tablicy po operacji lustra
Fig. 6. The distribution of the letters in the table after the mirror operation

dla pojedynczych wartości bez powtórzeń na poziomie, jak i dla wartości średnich dla poziomu. Skutkuje to oczywiście niemożnością obliczeń interakcji.

Podsumowanie

Prezentowana aplikacja, w pełni zgodna ze schematami postępowania prezentowanymi w literaturze, pozwala na szybkie i zrozumiałe przeprowadzenie obliczeń. Zaletą aplikacji jest możliwość przeprowadzenia dokładnych obliczeń bez ponoszenia kosztów z eliminacją błędów towarzyszących obliczeniom ręcznym. Literatura przedmiotu oprócz przedstawienia metodyki postępowania w prowadzeniu analiz stanowi jednocześnie instrukcję obsługi prezentowanego oprogramowania, co nadaje aplikacji intuicyjny charakter.

LITERATURA

[1] Dobosz M. 2004. „Wspomagana komputerowo statystyczna analiza wyników badań”. Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT.
[2] Korzyński M. 2013. „Metodyka eksperymentu”. Warszawa: WNT.

[3] Kukielka L. 2002. „Podstawy badań inżynierskich”. Warszawa: PWN.
[4] Pająk E., K. Wieczorkowski. 1982. „Podstawy optymalizacji operacji technologicznych w przykładach”. Warszawa: PWN.
[5] Polański Z. 1984. „Planowanie doświadczeń w technice”. Warszawa: PWN.
[6] Polański Z. 1977. „Metody optymalizacji w technologii maszyn”. Warszawa: PWN.
[7] www.statsoft.pl. Planowanie doświadczeń. Internetowy podręcznik statystyki, dostęp 10.05.2014.
[8] Skoczyła L., K. Skoczyła. 2015. „Znaczenie dokładności obliczeń w badaniu istotności wpływu parametrów procesów obróbki”. *Technologia i Automatyka Montażu* (1).

Dr hab. inż. Leszek Skoczyła, prof. ndzw. PRz – Katedra Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, e-mail: lsktmiop@prz.edu.pl

Dr Krystyna Skoczyła – Katedra Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, e-mail: kszfb@prz.edu.pl