

Czesław POTOCKI
Joachim CZABANKA

SYMULACJA W ZARZĄDZANIU PROCESAMI PRODUKCYJNYMI

Streszczenie. W artykule przedstawiono zasady symulacji na modelu regresyjnym, w przypadku gdy zmienne objaśniające są ze sobą skorelowane. Symulacje przeprowadzono na zmiennej sterującej, dostrajając do niej pozostałe zmienne skorelowane z nią.

Niezwykle istotnym problemem na jaki w codziennej praktyce natrafiają decydenci jest określenie:

- co można uzyskać dzięki zmianom zmiennych objaśniających,
- jak podjęta decyzja wpływa na interesującą nas funkcję celu (wydobycie, wydajność, koszty jednostkowe),
- jaki sposób oddziaływania na system jest najodpowiedniejszy,
- czy system działa tak sprawnie jak to jest możliwe.

Rozwiązując powyższe i podobne problemy dotyczące funkcjonowania systemu, można je traktować jako kryterium oceny funkcjonowania systemu ze względu na przyjętą funkcję kryterium. Jedną z metod umożliwiających ocenę funkcjonowania systemu bez angażowania sił i środków może być symulacja procesu produkcyjnego.

Prawie każda sytuacja w procesie wydobywczym może być modelowana, prawie każda ze zmiennych objaśniających symulowana, a wpływ wymuszeń (dokonywany w procesie symulacji) na proces produkcyjny przeanalizowany.

Stochastyczna zależność procesu produkcyjnego od czynników warunkujących ten proces podawana jest najczęściej w postaci:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n + \xi$$

gdzie:

Y - zmienna objaśniana,

X_i - zmienne objaśniające ($i = 1, 2, \dots, n$),

β_i - współczynniki regresji ($i = 1, 2, \dots, n$),

ξ - czynnik losowy.

Przedstawione powyżej równanie ma nam umożliwić symulację procesu produkcyjnego. Jeżeli możliwe będzie przeprowadzenie symulacji będziemy mogli dać odpowiedź na pytania postawione na wstępie. Aby można było prze-

przewodząc symulację, równanie to powinno spełniać następujące warunki:

- zmienne objaśniające muszą być silnie skorelowane ze zmienną objaśnianą, a słabo skorelowane między sobą,
- liczba zmiennych objaśniających w równaniu powinna być taka aby była wystarczająca zgodność modelu z opisywaną rzeczywistością.

W systemach technicznych, ekonomicznych względnie społecznych spotykamy się z reguły z sytuacją, że zmienne objaśniające (względnie grupy zmiennych objaśniających) są silnie ze sobą skorelowane.

Symulacja w takiej sytuacji jest sprawą trudną, gdyż podstawiając do modelu w miejsce jednej zmiennej określoną wartość, wymuszamy dostrojenie się pozostałych zmiennych do takich wartości, jak to wynika z wzajemnej korelacji między nimi. Konieczne jest w takiej sytuacji badanie zależności wewnątrz grup zmiennych skorelowanych. Proces produkcyjny prowadzony ścianowym systemem eksploatacji, (w których wyposażenie stanowią kombajny płytkozabiorowe, obudowy zmechanizowane i przenośniki zgrzeblowe) w pokładach średniej grubości poziomo zalegających opisany jest następującymi zmiennymi:

- X_1 - liczba maszynodni
- X_2 - długość ściany [m]
- X_3 - wysokość ściany [m]
- X_4 - głębokość eksploatacji [m]
- X_5 - twardość węgla [f]
- X_6 - wartość uzbrojenia [mln zł]
- X_7 - moc zainstalowana [kW]
- X_8 - temperatura w przodku [°C]
- X_9 - dopływ wody [l/min]
- X_{10} - gazowość [kategoria]
- X_{11} - zatrudnienie [rdn]
- X_{12} - nachylenie pokładu [stopnie]
- X_{13} - kąt pomiędzy czołem przodka a płaszczyzną łupliwości [stopnie]
- X_{14} - grubość przerostu [m]
- X_{15} - czas eksploatacji ściany (od uruchomienia) [m-c]
- Y - wielkość wydobycia [t/m-c].

Równanie regresji opisujące wydobycie w zależności od przedstawionych zmiennych jest następujące:

$$Y = 42318,28 - 25038,92 X_5 + 20,11 X_7 - 862,02 X_8 + 1760,63 X_{10} + \\ + 21,17 X_{11} + 129,72 X_{13} - 185,14 X_{14} - 164,74 X_{15}$$

$$R = 0,942$$

$$\bar{G} = 5423,21$$

Po wyrugowaniu z równania zmiennych niespełniających warunków:

$$1. \quad r > 0 \quad \text{ i } \quad b > 0$$

lub

$$r < 0 \quad \text{ i } \quad b < 0$$

$$2. \quad |r_{obl}| > r_{kryt}$$

równanie przybiera następującą postać:

$$Y = -9510,42 + 17,17 X_7 + 21,21 X_{11}.$$

W równaniu tym zmienne objaśniające są silnie wzajemnie skorelowane. Aby odpowiedzieć, więc na pytanie jak zmiana jednej ze zmiennych X_7 lub X_{11} wpłynie na zmianę Y , musimy widzieć w jakim stopniu przy zmianie jednej ze zmiennych o ΔX musi dostosować się do niej druga zmienna, czyli musimy zbadać wewnętrzne zależności między nimi.

W tym celu spośród zmiennych wzajemnie skorelowanych wybieramy zmienną sterującą. Ustalenie zmiennej sterującej, spośród zmiennych skorelowanych - szczególnie, gdy grupa ta jest liczna - jest sprawą bardzo istotną a równocześnie dość trudną. Zaleca się dokonania wyboru na drodze analizy logiczno-technicznej. Jako ostateczność należy traktować wybór zmiennej sterującej na podstawie wielkości współczynnika korelacji - zmienną sterującą będzie ta zmienna, która jest najsilniej skorelowana ze zmienną objaśnianą. W naszym przykładzie jako zmienną sterującą wybieramy X_7 . Następnie określamy jaki jest związek pomiędzy zmienną sterującą a zmienną z nią skorelowaną.

$$X_{11} = b_0 + b X_7.$$

Po wykonaniu obliczeń otrzymujemy następującą zależność:

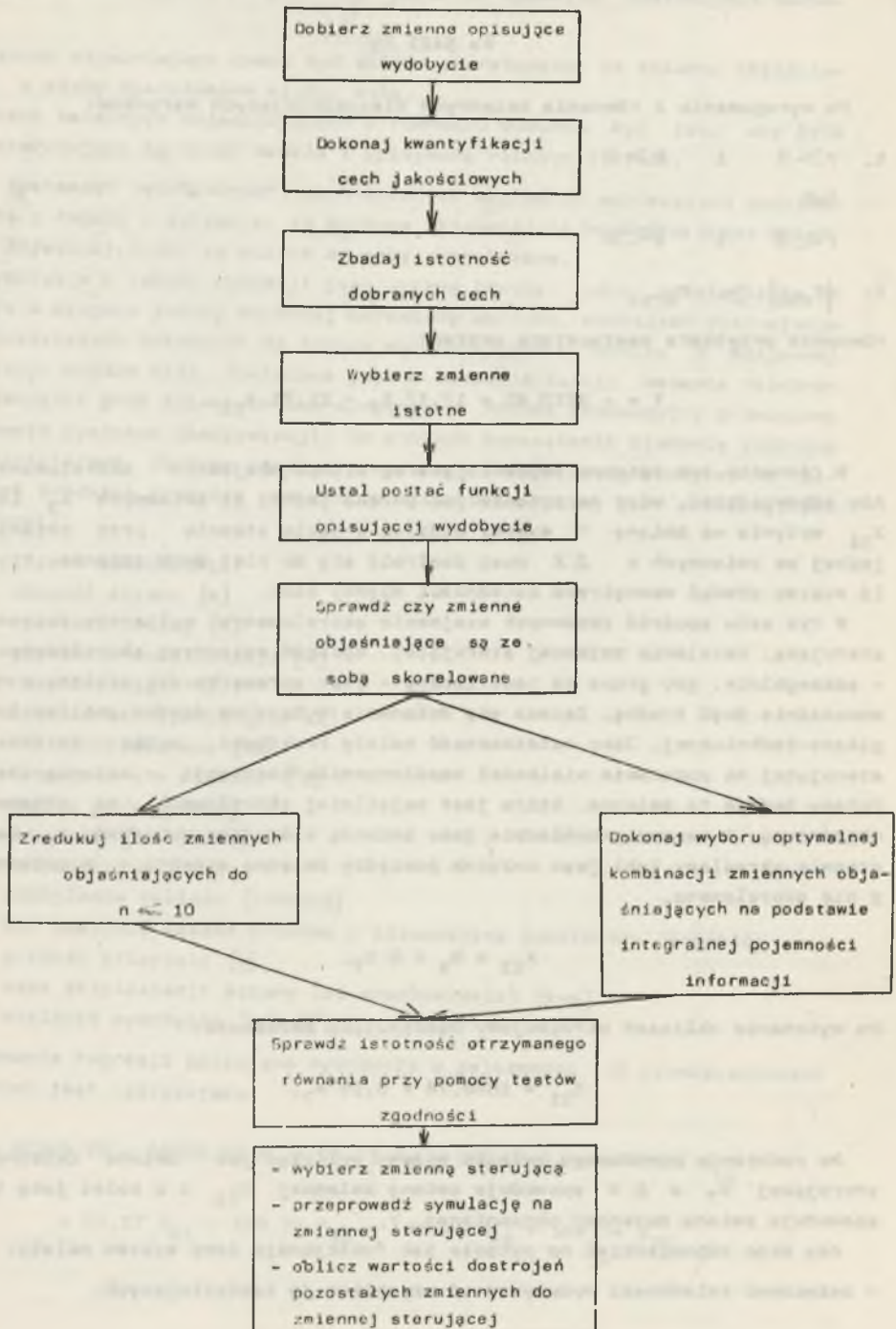
$$X_{11} = 1028,74 + 0,15 X_7.$$

Na podstawie powyższego związku możemy wyliczyć jak zmiana zmiennej sterującej X_7 o ΔX spowoduje zmianę zmiennej X_{11} i z kolei jaką to spowoduje zmianę zmiennej objaśnianej Y .

Aby więc odpowiedzieć na pytanie jak funkcjonuje dany system należy:

- oszacować zależności wydobywania od czynników je kształtujących,

Algorytm postępowania przy symulacji procesu produkcyjnego



- spośród grup zmiennych wzajemnie skorelowanych wybrać zmienną sterującą,
- oszacować współczynniki regresji pomiędzy zmienną sterującą, a pozostałymi zmiennymi objaśniającymi skorelowanymi ze zmienną sterującą i ustalić jak zmiana zmiennej sterującej o ΔX wpływa na zmianę zmiennej skorelowanej z nią,
- określić jak zmianę zmiennej sterującej po dostrojeniu zmiennej objaśniającej skorelowanych z nią wpłynie na zmianę zmiennej objaśnianej.

LITERATURA

- [1] Czabanka J., Przybyła H.: Rachunek korelacji i regresji w zarządzaniu produkcją górniczą - w druku.
- [2] Hellwig Z.: Rozważania nad istotą modelu ekonometrycznego. Ekonomista nr 2, 1974.
- [3] Pluta W.: Agregatowe zmienne diagnostyczne w badaniach regresyjnych. Przegląd Statystyczny nr 1, 1976.

СИМУЛЯЦИЯ В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Резюме

В статье рассматриваются принципы симуляции на регрессионной модели в случае когда объясняющие переменные являются коррелятивными друг о другом. Симуляцию произведено на переменной управляющей, прилаживая к ней остальные коррелятивные переменные с ней.

SIMULATION METHODS IN MANAGING PRODUCTION PROCESSES

Summary

Simulation principles have been presented on a regression model for variables being interrelated. The procedure has been carried out on a controlling variable with the remaining related variables being tuned up to the master.