



Co dają komputery?

Mgr inż. Piotr KAPELA

W każdej dziedzinie techniki wśród nagromadzonych w czasie teorii i metod projektowania wyróżnić można dwa obszary. Pierwszy — to metody mające uzasadnienie w tradycji, w wieloletnim doświadczeniu konstruktorów. Metody te z konieczności są szacunkowe, wymagają dużego zapasu bezpieczeństwa i dlatego nie są optymalne. Drugi obszar — to metody oparte o teorie matematycznie ściśle, powstałe w wyniku dokładnego przeanalizowania problemu. Rozwój nauki i techniki wiąże się z poszerzaniem drugiego obszaru kosztem pierwszego.

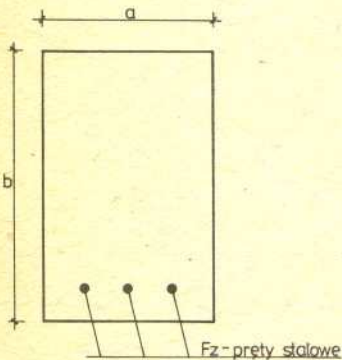
Zastosowanie elektronicznej techniki obliczeniowej (ETO) stwarza nowe możliwości. Podstawowa zaleta komputera — szybkość, umożliwia zastąpienie głębszych rozważań teoretycznych wykonaniem dużej ilości obliczeń. Można mianowicie powtarzać cyklicznie obliczenia jakiegoś zadania zmieniając w każdym cyklu dane początkowe. Otrzymamy w ten sposób szereg różnych rozwiązań. Spośród nich automatycznie wybrać możemy rozwiązanie pod jakimś względem najkorzystniejsze.

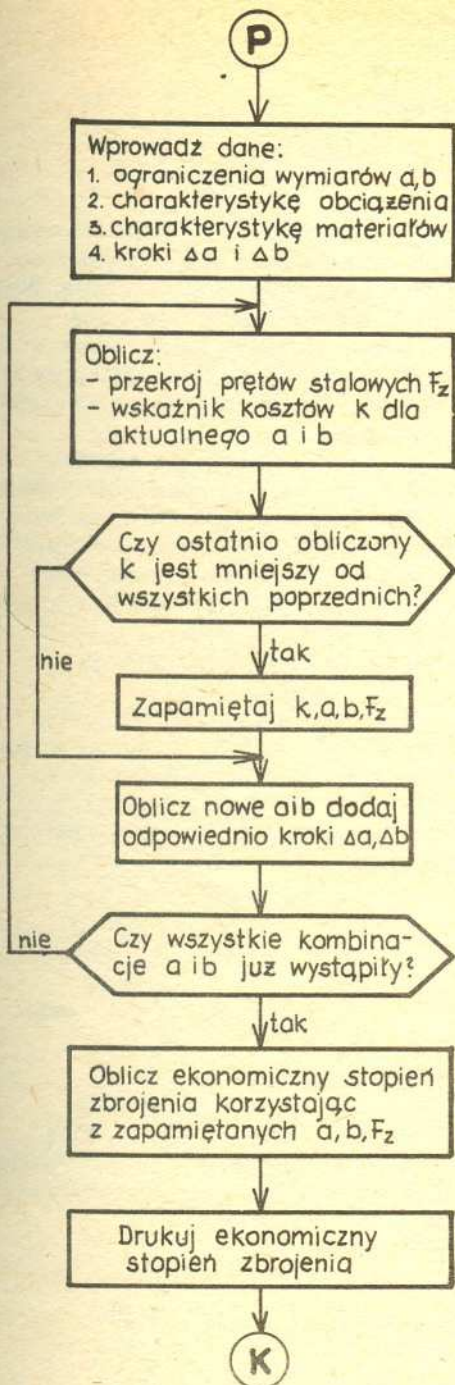
Jako przykład takiego postępowania rozważmy poszukiwanie ekonomicznego stopnia zbrojenia w belce żelbetonowej o przekroju prostokątnym. Chodzi o znalezienie takiego stosunku powierzchni przekroju prętów stalowych do powierzchni betonu w belce, aby belka mając żądaną wytrzymałość była jednocześnie najtańsza. Tradycyjnie uważa się, że stosunek ten powinien wynosić 0,6% ÷ 1,5%. Ważnym problemem jest tu sposób wyboru parametrów początkowych (w przykładzie są nimi wymiary przekroju belki: a i b).

Od tego zależy szybkość i skuteczność otrzymania wyniku. Pisząc program, według którego ma być rozwiązane to zagadnienie, można zastosować dwie proste metody: metodę systematycznego przeszukiwania lub metodę Monte Carlo. Pierwsza zmienia parametry a i b pewnymi krokami — Δa i Δb od wartości najmniejszych do największych. Obliczenia wykonywane będą dla wszystkich kombinacji. Druga jest metodą probabilistyczną. Opiera się na losowym wybieraniu a i b z zakresu wartości dopuszczalnych. Podstawowy etap obliczeń jest w obu metodach taki sam. Mając dane a i b oraz znając obciążenie i charakterystykę materiałów komputer oblicza nam według ogólnej przyjętej teorii żelbetu potrzebne zbrojenie belki (F_z). Mnożąc przekrój betonu ($a \times b$) przez jego cenę, a przekrój stali (F_z) przez cenę stali, otrzymujemy po dodaniu wskaźnik kosztów belki. Następnie sprawdzamy, czy nowo obliczony wskaźnik kosztów jest mniejszy od wszystkich poprzednich. Jeśli tak, zapamiętujemy go na miejscu poprzedniego, po czym następuje zmiana a i b . W metodzie systematycznego przeszukiwania zmiany dokonujemy dodając przyrosty. W metodzie Monte Carlo nowe parametry są losowane. Istnieje wiele programów generujących liczby pseudolosowe o równomiernym rozkładzie. Program pracujący według I metody zostanie zakończony po sprawdzeniu wszystkich kombinacji. Obliczenia według II programu można przerwać w dowolnej chwili. Im dłużej będziemy jednak liczyć, tym większą dokładność uzyskamy. Obie metody prowadzą do rozwiązania. Mają jednak swoje wady i zalety. Wadą metody systematycznego przeszukiwania jest szybko rosnąca wraz ze wzrostem ilości parametrów lub zmniejszaniem przyrostów komplikacja rachunków. A szybkość komputera, choć olbrzymia, jest jednak ograniczona. Metoda Monte Carlo jest szybko zbieżna w pierwszym etapie obliczeń, potem jej skuteczność maleje. Przedstawiony przykład jest bardzo uproszczony.

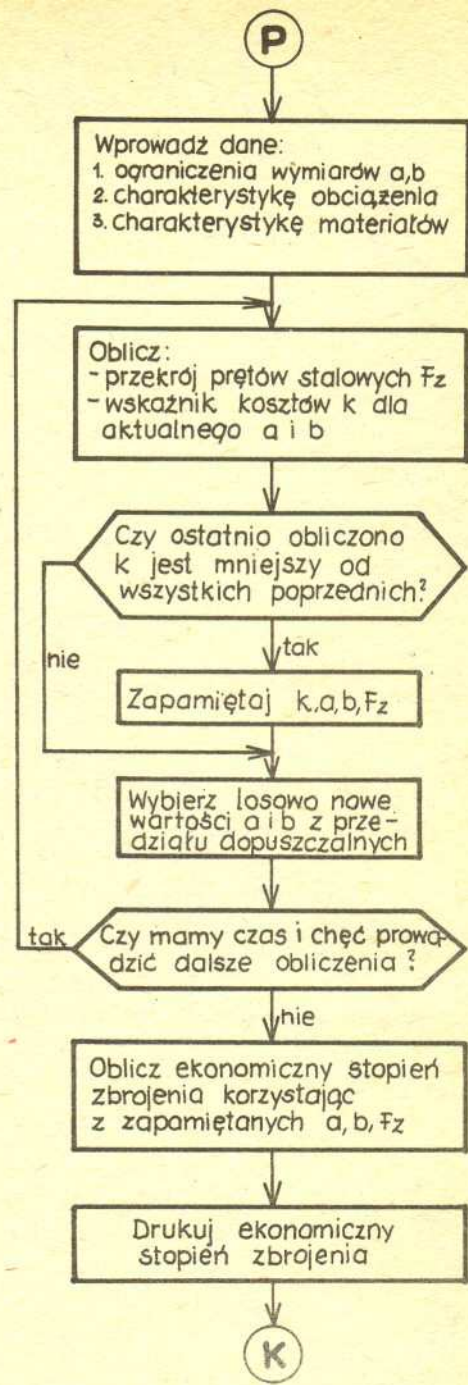
W rzeczywistych badaniach uwzględnia się dużo więcej czynników. Wówczas wybór szybszej metody może mieć duże znaczenie. Komputer jest bowiem narzędziem bardzo drogim. Godzina jego pracy kosztuje do kilku tysięcy złotych. Na pewno metodą lepszą od obu przedstawionych byłaby metoda mieszana.

W pierwszym etapie obliczeń szukalibyśmy metodą Monte Carlo przybliżenia rozwiązania a w drugim metodą systematycznego przeszukiwania z małym krokiem (lub jakąś inną) znaleźlibyśmy rozwiązanie optymalne.





Schemat metody systematycznego przeszukiwania



Schemat metod Monte Carlo

Prawdopodobnie istnieje możliwość sformułowania ściślej matematycznie metody, pozwalającej rozwiązać przedstawiony problem. Komputer zwolnił nas niejako od obowiązku jej poszukiwania. Udało nam się uzyskać praktyczny postęp, omijając pewne zagadnienia. Byłby to więc inny model rozwoju techniki niż przedstawiony we wstępie; oba wskazane tam obszary kurczyłyby się na rzecz trzeciego — komputerowego.

Lecz tak jest tylko pozornie. Już bowiem w przytoczonym przykładzie rysuje się nowa klasa problemów. Jak postępować, aby rozwiązać problem szybciej, z większą dokładnością? Są to również zagadnienia, których rozwiązania należy poszukiwać na drodze badań matematycznych. Komputeryzacja stymuluje więc rozwój zupełnie nowych lub dawniej zaniedbanych dziedzin matematyki.