ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1969
Seria: BUDOWNICTWO z. 25 Nr kol. 264

Stefan Jendrzejek, Rudolf Koppel,
Andrzej Sambura, Jerzy Weseli

Z PRAC NAD KOMPUTERYZACJA PROJEKTOWANIA MOSTÓW

Ostatnie lata stoją pod znakiem zastosowań elektronicznych systemów przetwarzania informacji (ESPI) w wielu, często odległych dziedzinach nauki i gospodarki. W referacie omówiono jedną z tych dziedzin, związaną z projektowaniem obiektów inżynierskich, a w szczególności mostów.

Na wstępie przedstawiono krótką analizę aktualnego stanu wykorzystania elektronicznych maszyn cyfrowych (EMC) w Polsce. Pomimo niezbyt korzystnego stanu ilościowego i jakościowego urządzeń, wymienić można już pewne osiągnięcia w dziedzinie wykorzystania Elektronicznej Techniki Obliczeniowej (ETO) dla celów projektowych. Należy przy tym zwrócić uwagę, że w budownictwie największą aktywność wykazują ośrodki mostowców z Warszawy, Gdańska i Gliwic.

W Katedrze Budowy Mostów Politechniki Śląskiej szczególny nacisk kładzie się na szersze potraktowanie sprawy ESPI i opracowanie kompleksowych systemów automatycznego projektowania obiektów. Prace te są w toku, natomiast z dziedziny ETO opracowano już kilkanaście programów, z których część znalazła szerokie zastosowanie techniczne, część zaś w związku z możliwością operowania bardziej złożonymi modelami obliczeniowymi stanowi formę penetracji naukowej. Oprócz tego katedra prowadzi szczególnie ożywioną działalność, mającą na celu wdrożenie ETO i przyzwyczajenie projektantów do korzystania z EMC. Realizuje to przez zajęcia dydaktyczne, współpracę z biurami projektów, referaty i publikacje (skrypt o zastosowaniu ETO jest w przygotowaniu).

Ilustrację zakresu działalności katedry w dziedzinie zastosowań ETO w zagadnieniach związanych z projektowaniem mostów stanowić mogą:

1. Projekt wiaduktu w Tarnowskich Górach. Trudne warunki terenowe i wymogi komunikacyjne doprowadziły do ukształtowania sześciobelkowego wiaduktu stalowego w łuku pionowym i poziomym. Podpory usytuowane są pod różnymi kątami w stosunku do osi wiaduktu. Wielkości statyczne i geometryczne ustroju nośnego obliczono na EMC ZAM-2 przy użyciu katedralnych programów KBM-7, KBM-8, KBM-8a i KMB-14. Projektantami obiektu są: J. Czyżowski i J. Gdula z Mostostalu Zabrze, część ETO prowadzi J. Weseli. Dzięki szerokiemu zastosowaniu ETO projekt ten mógł uwzględnić wymagania użytkowników i zawierać rozwiązania najbardziej technicznie uzasadnione bez liczenia się z nakładem pracy rachunkowej.

2. Program analizujący ruszty mostowe, oparty o zmodyfikowaną metodę Guyona-Massonneta (KBM-11). Program ten pozwala nawet na małej maszynie (ODRA-1013) przeprowadzić analizę rozkładu materiału w ustrojach mostów mniejszych rozpiętości. W programie wykorzystano zamknięte wzory na rzędne linii wpływowej rozkładu poprzecznego np. dla płyty o współczynniku sztywności skrętnej $\alpha = 1$ w postaci

$$K_{1,\nu} = \frac{\sigma}{2\,\mathrm{sh}^2\sigma}\,(X + Y + Z),$$

w którym

$$X = \frac{\left[(1-\nu).\sigma.\mathrm{ch}\sigma-(1+\nu).\mathrm{sh}\,\sigma\right].\mathrm{ch}\,\Theta\beta-(1-\nu).\mathrm{sh}\sigma.\,\Theta\beta.\,\mathrm{sh}\,\Theta\beta}{\left[(3+\nu).\mathrm{sh}\sigma.\mathrm{ch}\sigma-(1-\nu).\sigma\right].\,(1-\nu)}$$

$$.\left\{\left[(1-\nu).\sigma.\mathrm{ch}\,\sigma-(1+\nu).\mathrm{sh}\,\sigma\right].\mathrm{ch}\Theta\psi-(1-\nu).\mathrm{sh}\sigma.\Theta\psi.\mathrm{sh}\Theta\psi\right\}$$

$$Y = \frac{\left[(1-\nu).\sigma.\mathrm{ch}\sigma+2.\mathrm{sh}\,\sigma\right].\mathrm{sh}\,\Theta\beta-(1-\nu).\mathrm{sh}\sigma.\Theta\beta\,.\mathrm{ch}\,\Theta\beta}{\left[(3+\nu).\mathrm{sh}\,\sigma\,.\ \mathrm{ch}\,\sigma+(1-\nu).\ \sigma\right].(1-\nu)}$$

$$.\left\{\left[(1-\nu).\sigma.\mathrm{ch}\sigma+2.\mathrm{sh}\,\sigma\right].\mathrm{sh}\,\Theta\psi-(1-\nu).\mathrm{sh}\sigma.\Theta\psi.\mathrm{ch}\,\Theta\psi\right\},$$

$$Z = (\sigma.\mathrm{ch}\sigma+\mathrm{sh}\sigma).\mathrm{ch}\,\Theta\chi-\mathrm{sh}\sigma.\Theta\chi.\mathrm{sh}\,\Theta\chi$$

ν - współcz. Poissonea,

$\sigma = \Theta\pi$

$\Theta = \frac{b}{L}$ (wsp. char. wymiarów płyty),

$\psi = \frac{\pi.e}{b}$,

$\beta = \frac{\pi.y}{b}$,

$\chi = \pi-|\beta-\psi|$,

y - mimośród belki,

którego zastosowanie jest bardziej ekonomiczne w maszynie niż uciekanie się do klasycznych tablic i interpolacji. Pracę prowadzi A. Sambura.

3. System programowy KBM-6, będący w stadium opracowywania, ma stać się instrumentem do wyznaczania wielkości statycznych dla płyt o dowolnym prawie zmiany sztywności, obciążonych dowolnym obciążeniem ruchomym. System jest uruchamiany na największej z obecnie dostępnych maszyn, ICL 4-50, przez zespół A. Sambura, A. Skrzypek, St. Sulwiński, J. Weseli.

W dalszej perspektywie przy projektowaniu mostów użyte będą programy do analizy dynamicznej, takie jak wykonane dla prowadzonych przez St. Jendrzejka badań modelu mechanicznego "belka o ciągłym rozkładzie masy-ruchomy pojazd wieloosiowy" (na maszynę ICL 4-50)

czy badań pracy dynamicznej mostu płytowego, prowadzonych przez J. Weselego.

Sprawa wykorzystania EMC przez projektantów wymaga od nich istotnej zmiany sposobu myślenia, odejścia od pewnych metod i przyzwyczajeń. Jest tu bowiem częstym zjawiskiem konieczność rezygnacji z popularnych, tradycyjnych sposobów obliczeń, gdyż ich zastosowanie bądź nie wykorzystuje walorów maszyny, bądź też organizacyjnie stoi w jawnej sprzeczności ze specyfiką jej budowy i pracy.

Z drugiej strony można dostrzec powrót do metod podanych już dawno, a zapomnianych li tylko dlatego, że ich wykorzystanie wymagało znacznego nakładu pracy rachunkowej. Algorytmiczna prostota tych metod bądź właściwości zgodne z organizmem EMC zdecydowały o ich obecnym renesansie.
Przykładem takim może być zastosowanie równania osi odkształconej pręta do wyznaczenia linii wpływowych w programach KMB-7 i KBM-8a.

Należy również zwrócić uwagę na to, że dla niektórych zagadnień (gdy nie mamy do czynienia z użyciem EMC jako arytmometru), często nie wystarcza opis zagadnienia przy użyciu tradycyjnych wzorów matematycznych, a jedynie podanie algorytmu pozwala jednoznacznie te zagadnienia zdefiniować. Algorytmy takie mają zwykle bardzo rozbudowaną strukturę, a niektóre z nich przykładowo zacytowano w referacie.

Stale polepszające się sposoby komunikacji człowieka z maszyną (języki algorytmiczne i problemowo zorientowane) oraz pojawianie się nowych, coraz doskonalszych urządzeń, sprzyja powiększaniu się zasięgu zastosowań ETO. Można stąd wysunąć twierdzenie, że ciężar pracy projektanta w najbliższym czasie ulegnie wyraźnemu przesunięciu z części rachunkowej na część koncepcyjną, prowadząc do realizacji rozwiązań najbardziej w danych warunkach optymalnych.