



POLISH ACADEMY OF SCIENCES - COMMITTEE OF MATERIALS SCIENCE  
SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY OF GLIWICE  
INSTITUTE OF ENGINEERING MATERIALS AND BIOMATERIALS  
ASSOCIATION OF ALUMNI OF SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Conference  
Proceedings

12th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
ACHIEVEMENTS IN MECHANICAL & MATERIALS ENGINEERING

## Komputerowy system SWPK do wspomagania procesu koncepcyjnego projektowania chwytaków mechanicznych

P. Ociepka, J. Świder

Katedra Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania, Politechnika Śląska w Gliwicach, Polska

W artykule zaprezentowano system SWPK bazujący na wiedzy i doświadczeniu projektowym do wspomagania koncepcyjnego projektowania maszyn. Jest to system o architekturze hybrydowej, w którym do poszukiwania i generowania rozwiązań projektowych zastosowano technikę systemów ekspertowych oraz technikę CBR. Pokazano jego strukturę oraz sposób funkcjonowania. Zaprezentowano także przykład zastosowania opracowanego systemu do wspomagania projektowania chwytaków mechanicznych.

### Wstęp

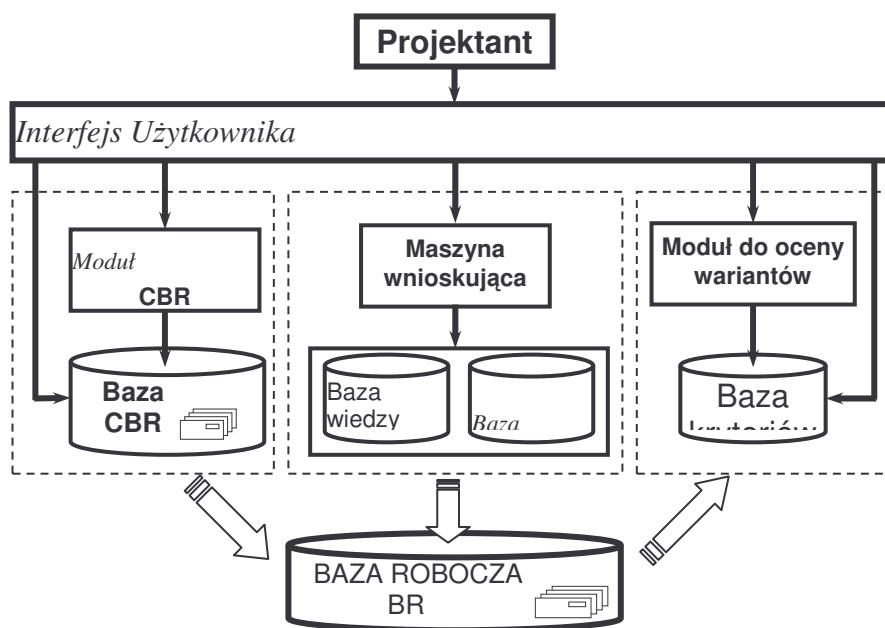
Działania inżynierskie, które realizowane są podczas procesu projektowo - konstrukcyjnego można w różnym stopniu wspomagać komputerowo. Możliwości te są jednak różne i zależą od rodzaju tego procesu (czy jest to projektowanie twórcze czy rutynowe), jego fazy oraz od rodzaju projektowanego wytworu. Większe możliwości wspomagania tego procesu istnieją w jego końcowych fazach, szczególnie podczas realizowania zadań rutynowych. W przypadku działań realizowanych w początkowych fazach, udział środków komputerowych wspomagających te działania jest zdecydowanie mniejszy. Ponieważ są to najbardziej kreatywne (twórcze) etapy projektowania [1], bardzo trudno jest je automatyzować, czy nawet wspomagać. Pomimo to nieustannie prowadzone są próby opracowania narzędzi komputerowych do wspomagania właśnie tych działań. W pracach tych można zaobserwować dwa podejścia. Jedno z nich bazuje na koncepcji tzw. elementarnych obiektów funkcyjnych, natomiast w drugim podejściu wykorzystuje się techniki sztucznej inteligencji bazujące na doświadczeniu i wiedzy projektowej.

Dynamiczny rozwój technik obliczeniowych oraz metod sztucznej inteligencji umożliwia budowę inteligentnych aplikacji CAD, wspomagających inżyniera w podejmowaniu decyzji projektowych [2-5, 8-10]. Prowadzone są próby pozyskiwania i gromadzenia specjalistycznej wiedzy projektowej, tworzenia na jej bazie dedykowanych systemów oraz integrowaniu ich z innymi środkami i narzędziami CAD. W artykule zaprezentowano przykład zastosowania hybrydowego systemu SWPK, bazującego na wiedzy i doświadczeniu, do wspomagania projektowania koncepcyjnego chwytaków mechanicznych.

## Struktura systemu SWPK

System komputerowy SWPK zbudowano w oparciu o architekturę hybrydową, w której zintegrowano możliwości systemu doradczego oraz modułu wykorzystującego technikę CBR (rys. 1). System ten zaimplementowano w języku programowania Object Pascal, w zintegrowanym środowisku programowym Delphi 4. System SWPK zbudowany jest z trzech modułów programowych:

- modułu *SWPK\_CBR*,
- modułu *SWPK\_SD*,
- modułu *SWPK\_OW*.



Rys. 1. Struktura systemu SWPK

Zadaniem modułu *SWPK\_SD* (systemu ekspertowego) jest utworzenie pola możliwych rozwiązań projektowych dla funkcji ogólnej oraz dla poszczególnych funkcji składowych, które spełniają założenia projektowe, a następnie utworzenie z nich możliwych do zrealizowania kombinacji rozwiązań w celu spełnienia (realizacji) funkcji ogólnej.

Moduł *SWPK\_CBR*, bazujący na metodzie CBR, umożliwia gromadzenie wypracowanych przez system doradczy koncepcji w bazie przypadków, a następnie wykorzystanie ich w analogicznych, przyszłych zadaniach projektowych. Rozwiązywanie problemów z zastosowaniem metody CBR polega na przeprowadzeniu analizy aktualnej sytuacji projektowej, zdefiniowaniu nowego problemu, a następnie na przeszukaniu precedensów zapisanych w bazie i wybraniu najbardziej analogicznego przypadku projektowego do aktualnie rozpatrywanego zadania.

Moduł *SWPK\_OW* służy do wielokryterialnej oceny wariantów wygenerowanych w systemie SWPK. Pozwala wyznaczyć cenności ważne dla poszczególnych rozwiązań projektowych, co ułatwia wybrać użytkownikowi rozwiązanie najlepsze z dostępnych.

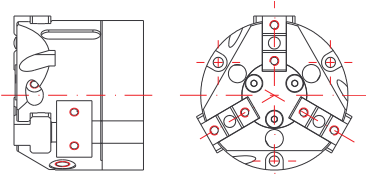
## Proces Pozyskiwania wiedzy projektowej

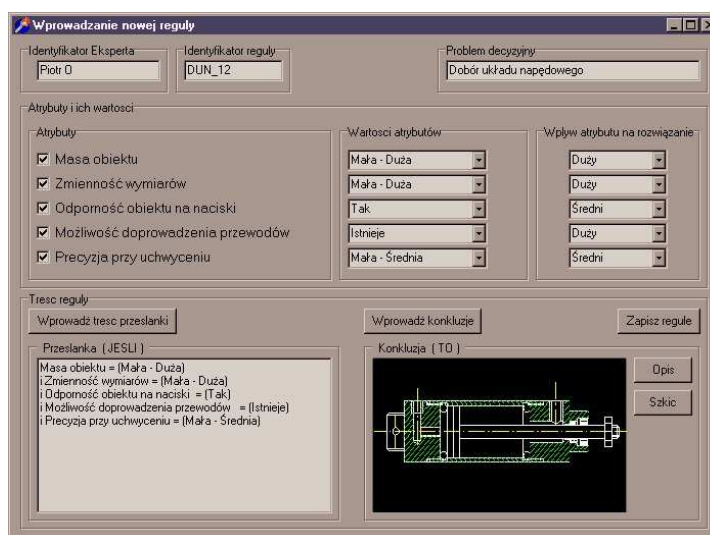
Opracowany system SWPK bazuje na wiedzy i doświadczeniu. Dlatego ważnym zagadnieniem podczas budowy tego systemu było określenie źródeł oraz wybór metod pozyskiwania doświadczenia i wiedzy projektowej. W celu usprawnienia tego procesu opracowano dwie metody [6]:

- pozyskiwanie wiedzy za pomocą formularza „papierowego” (tabl. 1.),
- pozyskiwanie wiedzy za pomocą formularza „elektronicznego” (rys. 2.).

Tablica 1

Pozyskiwanie wiedzy projektowej z zastosowaniem „formularza papierowego”

| Nr .....   | Autor reguły                   | Data          | Adres/ tel. /e-mail.....         |      |        |      |   |                                   |                           |
|--|--------------------------------|---------------|----------------------------------|------|--------|------|---|-----------------------------------|---------------------------|
| UPN-12   | R.Z.                           | 22-04-2002    | .....                            |      |        |      |   |                                   |                           |
| Lp   | Nazwa cechy                    | Wartość cechy | Wpływ cechy na wybór rozwiązania |      |        |      | Czego dotyczy reguła ? (problem decyzyjny)  |                                   |                           |
|  |                                |               | brak                             | mały | średni | duży | dobór układu napędowego   | dobór układu przeniesienia napędu | dobór układu wykonawczego |
| 1  | masa manipulowanego obiektu    | mała/b. duża  |                                  |      | X      |      | X   | X                                 |                           |
| 2  | zmiennosc wymiarów             | duża          |                                  |      |        | X    | Moduł firmy SHUNK<br>(UN zintegrowany z UPN)<br> |                                   |                           |
| 3  | rodzaj uchwycenia              | wew. / zew.   |                                  |      |        | X    |   |                                   |                           |
| 4  | kształt powierzchni uchwycenia | walcowa       |                                  |      |        | X    |   |                                   |                           |
| 5  | precyzja uchwycenia            | duża          |                                  |      | X      |      |   |                                   |                           |
| 6  | kształt manipulowanego obiektu | tarcze, wałki |                                  |      |        | X    |   |                                   |                           |
| Próba uzasadnienia reguły: Moduł chwytaka firmy SHUNK. Typ – PZN, trójszczękowy, ruch króćców chwytanych równoległy, Parametry Fmax (p = 6bar) – od 260 do 16000 [N], Skok/końcówkę – 2 - 25 [mm], Zakres masy przedmiotów 1.3 – 80 [kg]<br>Cytowania, referencje: Katalog firmy SHUNK Gripping– Systems, CD, Katalog papierowy [7]. |                                |               |                                  |      |        |      |   |                                   |                           |
| <sup>1</sup> wstaw znak „X” w wybranym polu  |                                |               |                                  |      |        |      |   |                                   |                           |



Rys. 2. Okno „formularza elektronicznego” do wpisywania reguł projektowych

W trakcie procesu pozyskiwania wiedzy projektowej zidentyfikowano następujące źródła wiedzy:

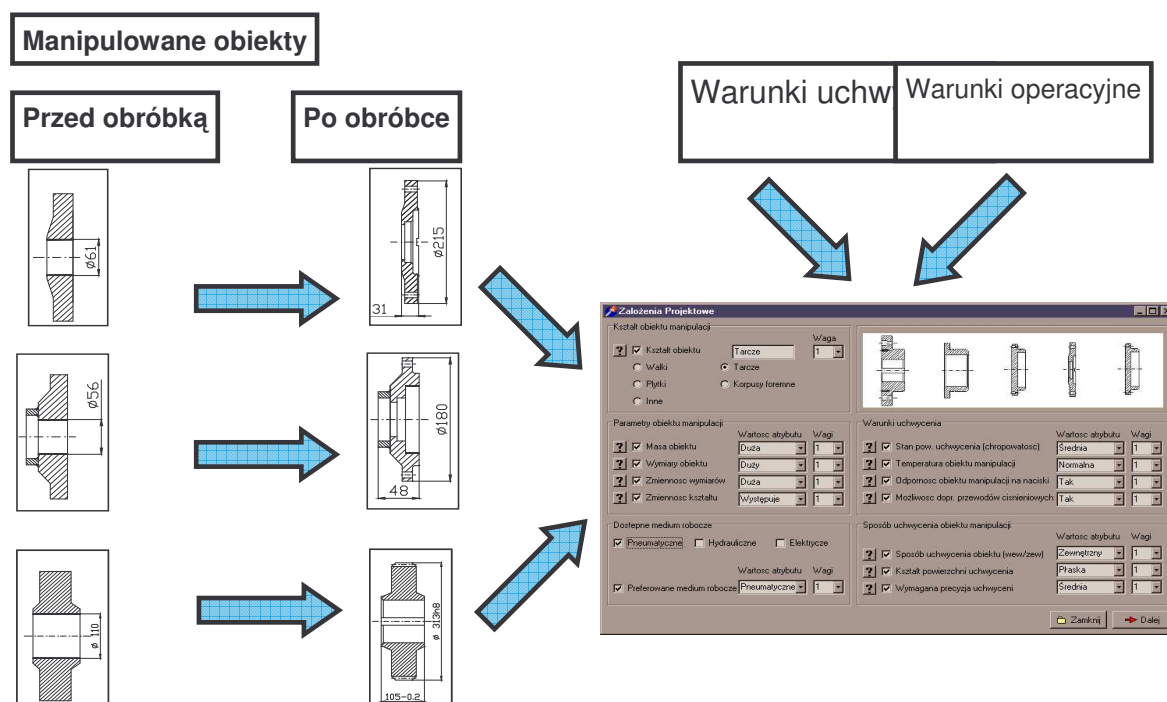
- wykonane wcześniej projekty, które mogą zostać zaadaptowane do nowych potrzeb, zawierające dokumentacje projektowo – konstrukcyjne (rysunki wykonawcze, złożeniowe, zestawieniowe, itp.).
- istniejące wytwory, które mogą być analizowane w celu tzw. odtworzenia projektu i konstrukcji,
- katalogi gotowych (istniejących) podzespołów,
- specjaliści z danej dziedziny,
- fachowa literatura.

Pozyskana w ten sposób wiedza projektowa została przetworzona i zapisana do bazy wiedzy systemu SWPK\_SD.

### Przykład zastosowania systemu SWPK

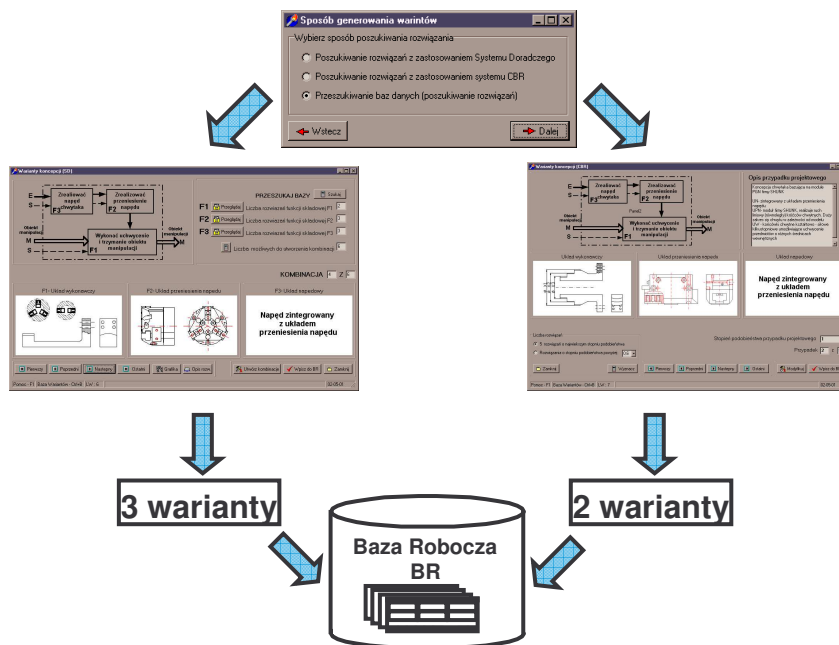
Opracowany system SWPK został zastosowany do wspomagania projektowania chwytaków mechanicznych. Na rys. 3 przedstawiono przebieg przykładowego zadania projektowego wspomaganego systemem SWPK.

W pierwszym etapie wprowadzono do systemu dane dotyczące parametrów manipulowanych obiektów, warunków uchwycenia oraz założeń projektowych.



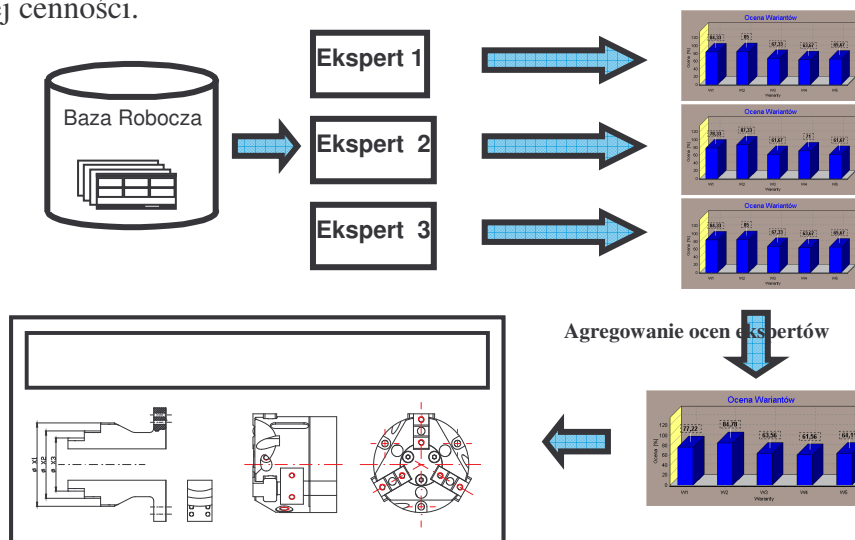
Rys. 3. Wprowadzanie danych i założeń projektowych do systemu

W kolejnym kroku uruchomiono moduł SWPK\_SD i SWPK\_CBR w celu poszukiwania koncepcji spełniających założenia projektowe. W wyniku działania modułu SWPK\_SD uzyskano 3 warianty, natomiast spośród wariantów zaproponowanych przez moduł SWPK\_CBR wybrano dwie koncepcje o największym stopniu podobieństwa (rys. 4.)



Rys. 4. Poszukiwanie rozwiązań z zastosowaniem systemy doradczej i modułu CBR

W kolejnym kroku wypracowane koncepcje poddano wartościowaniu w module SWPK\_OW. Warianty były oceniane przez trzech ekspertów, którym przypisano odpowiednie współczynniki wagowe zgodne z posiadanym doświadczeniem i wiedzą dotyczącą rozpatrywanej dziedziny. Eksperti stosując opracowany formularz do wartościowania koncepcji SWPK\_OW (rys. 4.), oceniali warianty względem dobranej przez siebie układu kryteriów. Następnie oceny ekspertów agregowano i wyznaczono wariant o największej wartości.



Rys. 4. Wartościowanie wariantów koncepcji przez ekspertów i wybór rozwiązania

## WNIOSKI

W pracy omówiono możliwości zastosowania metod sztucznej inteligencji do wspomaganie projektowania koncepcyjnego maszyn. Przedstawiono system SWPK który został zaimplementowany do wspomaganie projektowania chwytaków mechanicznych. Działanie opracowanego systemu zweryfikowano podczas realizacji przykładowych zadań projektowych.

Zaletą systemu jest możliwość generowania wariantów bazujących zarówno na koncepcjach jak i na gotowych modułach, co pozwala rozwiązywać zadania zarówno dla zastosowań jednostkowych jak i seryjnych. Utworzony interfejs graficzny znacznie ułatwia obsługę poszczególnych modułów oraz umożliwia przejrzystą prezentację wyników działania systemu.

Dzięki zastosowaniu techniki CBR system SWPK ma możliwość powiększania zgromadzonej wiedzy projektowej o „nowe przypadki”. Innymi słowy można powiedzieć, że system ma możliwość „uczenia się”.

Zastosowanie opracowanego systemu w procesie projektowania koncepcyjnego zdecydowanie poszerza spektrum rozwiązań projektowych, które analizowane są przez projektanta, oraz skraca czas potrzebny do utworzenia pola możliwych rozwiązań. Budowa tego typu aplikacji umożliwi większą automatyzację procesu projektowania oraz daje możliwość integrowania działań projektowych.

## LITERATURA

1. G. Pahl, W. Beitz, Nauka Konstruowania, WNT, Warszawa 1984.
2. D. Lee, K.H. Lee, An approach to case-based system for conceptual ship design assistant. Expert Systems with Applications. Vol.16, 1999, pp. 97–104.
3. W.Y. Zhang, S.B. Tor, G.A. Britton, A Prototype Knowledge-Based System for Conceptual Synthesis of the Design Process. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol.17, 2001, s. 549–557.
4. J. Pokojski, Application of Case Based Reasoning in Machine Design, Materiały konferencyjne AI-MECH 2001 – Methods of Artificial Intelligence in Mechanics and Mechanical Engineering, Gliwice 2001, pp. 209–216.
5. D.T. Pham, Artificial Intelligence in Design. Springer-Verlag London Limited 1991.
6. W. Moczulski, Metody pozyskiwania wiedzy dla potrzeb diagnostyki maszyn, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej nr 130-Mechanika, Gliwice 1997.
7. Katalog firmy SHUNK Gripping– Systems, CD.
8. P. Ociepka, Koncepcja systemu bazującego na wiedzy do wspomaganie projektowania koncepcyjnego maszyn, XIII Konferencja nt. „Metody i Środki Projektowania Wspomaganego Komputerowo”, Warszawa 2001, pp.289–295.
9. P. Ociepka, Metoda komputerowego wspomaganie projektowania koncepcyjnego maszyn, Praca doktorska, Gliwice 2002.
10. J. Świder, P. Ociepka, Obiektowy system SWPK komputerowego wspomaganie procesu koncepcyjnego projektowania maszyn, 11 International Scientific Conference – Achievements in Mechanical and Materials Engineering, Gliwice – Zakopane 2002, pp. 557–560.