

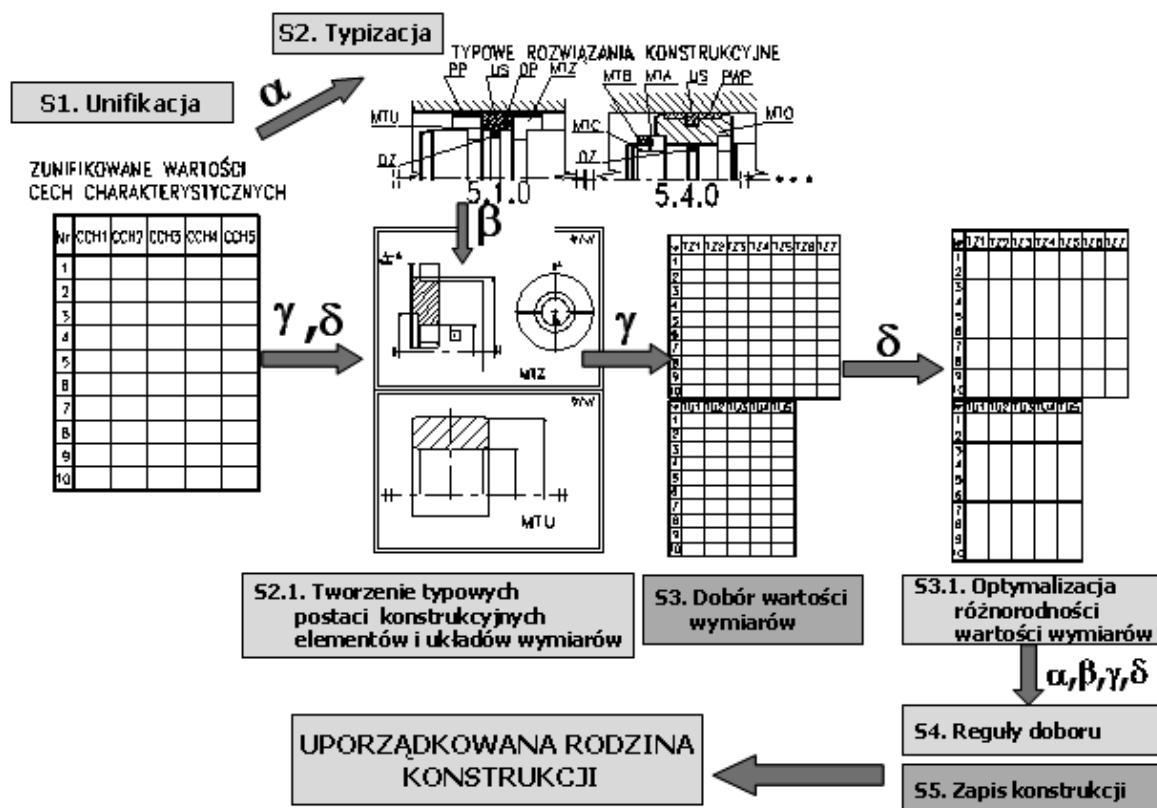
Piotr GENDARZ

## WSPOMAGANIE KOMPUTEROWE TWORZENIA SYSTEMÓW MODUŁOWYCH KONSTRUKCJI ŚRODKÓW TECHNICZNYCH

**Streszczenie:** Nowe wyzwania stawiane procesom konstrukcyjnym nie tylko związane są z kierunkiem tworzenia nowych rozwiązań konstrukcyjnych, ale także z kierunkiem objęcia jak najszerszego spektrum zapotrzebowań na określoną klasę środków technicznych. Zorientowany na rodziny konstrukcji proces projektowo – konstrukcyjny charakteryzuje się powtarzalnością zrutyinizowanych stadiów i jest szczególnie podatny na wspomaganie komputerowe. Podstawowym narzędziem tego procesu jest parametryzacja integrująca dobór cech konstrukcyjnych z zapisem konstrukcji.

### 1. WPROWADZENIE

Zorientowany na rodzinę konstrukcji proces projektowo – konstrukcyjny tym różni się od tradycyjnego, że na wejściu znajduje się zbiór potrzeb, który powinien być zaspokojony przez optymalnie zróżnicowany zbiór środków technicznych. Proces tworzenia uporządkowanej rodziny konstrukcji może dotyczyć: istniejącej rodziny konstrukcji, w której istnieje nadmierna różnorodność cech konstrukcyjnych lub tworzony od podstaw dla nowej rodziny konstrukcji. Najczęściej spotykane jest podejmowanie tego procesu dla pierwszego stanu rodziny konstrukcji [1,2,3]. Ogólny model tworzenia systemów modułowych konstrukcji przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Model tworzenia systemu modułowego konstrukcji

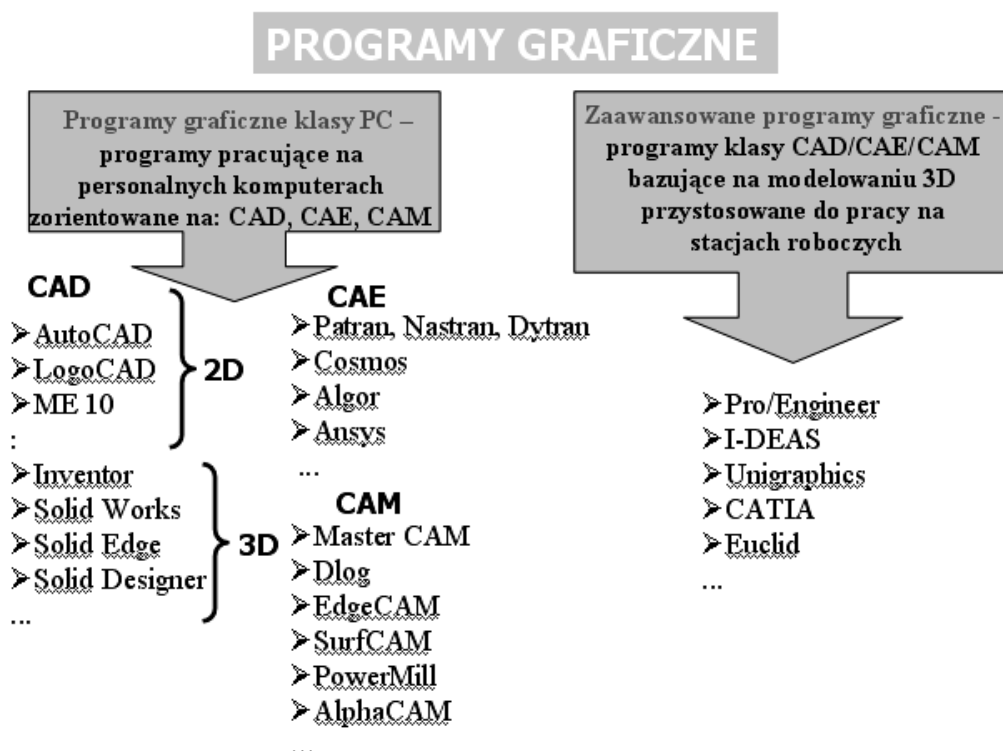
W procesie tworzenia systemu modułowego konstrukcji wyróżniono cztery przyporządkowania cech:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , które są podstawą wspomaganie komputerowego

## 2. WSPOMAGANIE KOMPUTEROWE KONSTRUOWANIA I PRZYGOTOWANIA WYTWARZANIA

Programy komputerowe w procesie projektowo – konstrukcyjnym i przygotowania wytwarzania dzieli się głównie na następujące podstawowe klasy:

1. **CAD** (*Computer Aided Designer*) - grupa programów wspomagających proces projektowo - konstrukcyjny i zapis konstrukcji. Obejmują programy:
  - doboru cech konstrukcyjnych np.: wałków, przekładni zębatach, przekładni pasowych,
  - doboru elementów katalogowych i znormalizowanych, np.: śrub, wpustów, przekładni zębatach, sprzęgieł, łożysk,
  - zapisu konstrukcji,
  - konstruowania elementów zorientowanych na określony proces technologiczny (CAx-gdzie x związane jest z procesem technologicznym) np.: elementów odlewanych, elementów tłoczonych, elementów spawanych, elementów z blach cienkościennych.
2. **CAE** (*Computer Aided Engineering*) - grupa programów weryfikacji wytrzymałościowej maszyn metodą MES, MEB, MRS.
3. **CAM** (*Computer Aided Manufacturing*) - grupa programów, której celem jest wspomaganie komputerowe przygotowania wytwarzania, zapisu technologii w szczególności danych na obrabiarki sterowane numerycznie, szybkie prototypowanie, opracowanie form odlewniczych, symulacje stygnięcia odlewów itp.

Spośród nich wyróżnia się programy obliczeniowe oraz programy graficzne. Programy obliczeniowe reprezentowane przez skompilowane pliki np. typu \*.EXE, \*.COM, są tworzone w języku programowania jak np.: Fortran, C++, Delphi, AutoLISP. W procesie tworzenia systemów modułowych konstrukcji służą głównie do doboru ilościowych cech konstrukcyjnych. Programy graficzne stanowią podstawę wspomaganie komputerowego tworzenia i korzystania z systemów modułowych konstrukcji. Podział i zapis reprezentantów programów przedstawiono przykładowo na rys. 2.

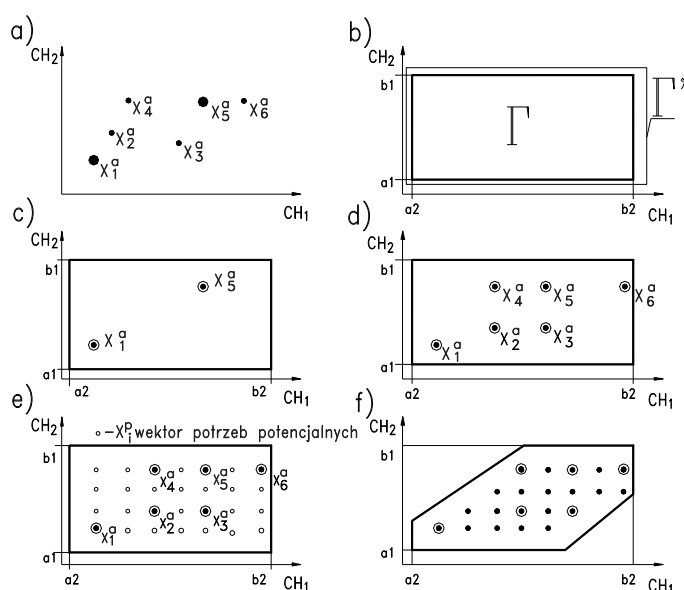


Rys. 2. Podział i wybór reprezentantów programów graficznych

### 3. OGRANICZANIE I PORZĄDKOWANIE WARTOŚCI CECH CHARAKTERYSTYCZNYCH

Uzasadnioną różnorodność rodziny konstrukcji wywołuje różnorodność potrzeb na określoną klasę środków technicznych. Różnorodność ta ujęta formalnie w zbiorze założeń projektowo – konstrukcyjnych identyfikowana jest przez wartości cech charakterystycznych. Cechy charakterystyczne ( $CCH_c$ ) to właściwości, jakimi powinien się charakteryzować przyszły środek techniczny, ze względu na sprzężenie z otoczeniem. Wyróżnia się cechy charakterystyczne jakościowe oraz cechy charakterystyczne ilościowe. Przykładowo w rodzinie konstrukcji przekładni zębatych mają miejsce między innymi następujące jakościowe cechy charakterystyczne: sposób zamocowania przekładni, sposób połączenia przekładni z układem napędowym, sposób połączenia przekładni z układem napędzanym, położenie wektora momentu wejściowego, położenie wektora momentu wyjściowego. Cechy te wpływają głównie na różnorodność geometrycznej postaci konstrukcyjnej konstruowanej klasy środków technicznych. Cechy charakterystyczne ilościowe tej rodziny konstrukcji to między innymi: moc wyjściowa, prędkość obrotowa wyjściowa, przełożenie, liczba przeciążenia, odległość między osiami wałków. Cechy charakterystyczne ilościowe nazwano **parametrami** i wpływają one głównie na dobór ilościowych cech konstrukcyjnych rodziny konstrukcji  $Pa_n\{pa_{ia}; (i = 1, iz); (a = 1, az)\} = X_i\{x_{ia}\}$ . Stanowią w procesie tworzenia uporządkowanej rodziny konstrukcji zmienne niezależne. W celu racjonalnego ograniczania i porządkowania wartości parametrów, wyróżniono następujący układ kryteriów:

- K1.** Kryterium długotrwałej aktualności cech charakterystycznych,
- K2.** Kryterium możliwości technicznych, wytwórczych i ekonomicznych rodziny konstrukcji,
- K3.** Kryterium uwzględnienia aktualnych potrzeb charakteryzujących się największą powtarzalnością stosowania,
- K4.** Kryterium dostosowania wartości cech charakterystycznych do szeregów liczb normalnych oraz wartości znormalizowanych,
- K5.** Kryterium doboru wartości cech charakterystycznych z uwzględnieniem minimalnej różnorodności elementów znormalizowanych, katalogowych i półfabrykatów,
- K6.** Kryterium dostosowania wartości cech charakterystycznych do wartości cech charakterystycznych współdziałających środków technicznych.

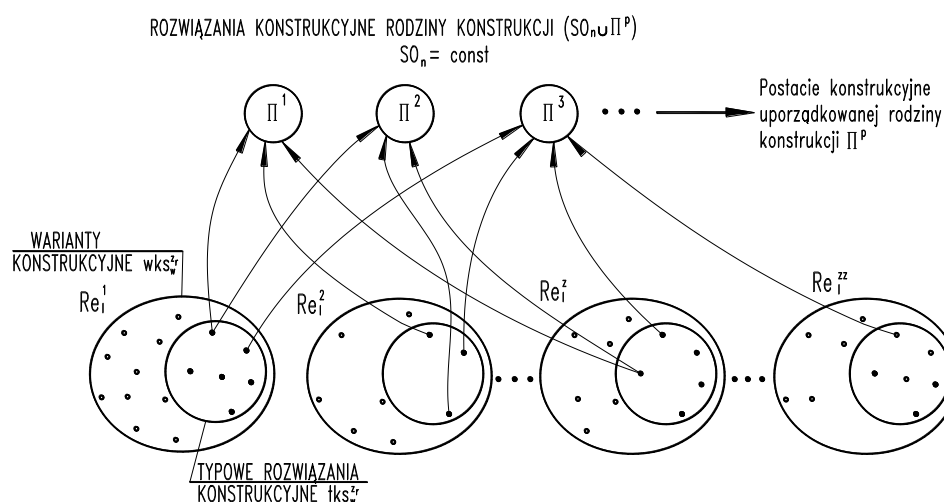


Rys. 3. Model unifikacji wartości parametrów

Stadium to nazwano unifikacją; jego celem jest opracowanie jednego zbioru potrzeb dla określonej rodziny konstrukcji, poprzez ograniczenie i porządkowanie wartości parametrów spełniając wyżej wymienione kryteria. Model unifikacji dla dwóch parametrów przedstawiono na rys.2. Wynikiem są zunifikowane wartości parametrów  $X_1^u \{x_{ia}^u\}$ , które określają zakres zapotrzebowań na określoną klasę środków technicznych.

#### 4. RÓŻNORODNOŚĆ JAKOŚCIOWYCH CECH KONSTRUKCYJNYCH W UPORZĄDKOWANEJ RODZINIE KONSTRUKCJI

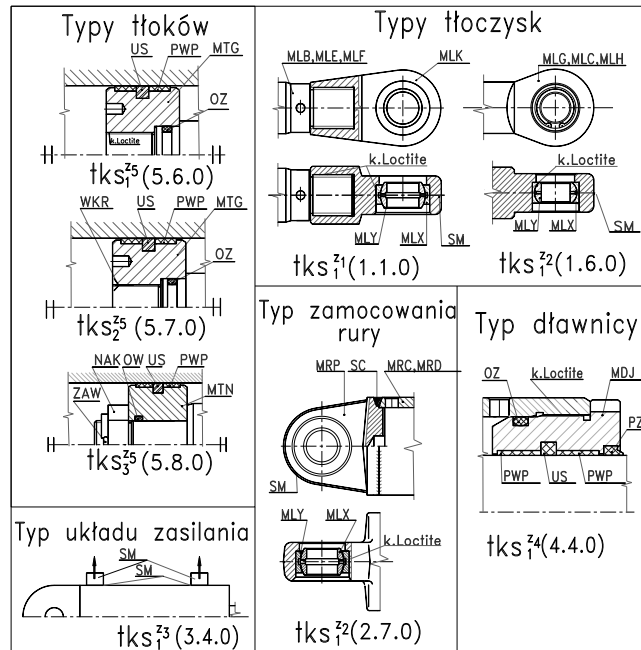
Różnorodność jakościowych cech konstrukcyjnych rodziny konstrukcji ujęta jest w strukturze systemowej oraz strukturze wariantowej rodziny konstrukcji. **Struktura systemowa** określa składniki hierarchii środka technicznego, wyróżniając postacie konstrukcyjne: zespołów, podzespołów, elementów oraz części, wynikające z hierarchicznej struktury układu relacji sprzężeń i przekształceń  $Re^{ozpec}$  systemu, [1]. Relacje o najniższym poziomie struktury hierarchicznej i reprezentujące całe spektrum rozwiązań konstrukcyjnych rodziny konstrukcji nazwano **relacjami izomorficznymi**. **Struktura wariantowa** określa różnorodność rozwiązań konstrukcyjnych dla hierarchicznie uporządkowanych relacji. Szczególnie istotne są rozwiązania konstrukcyjne odpowiadające relacjom izomorficznym. Tak wyróżnione podzbiory rozwiązań konstrukcyjnych nazywane są wariantami rozwiązań konstrukcyjnych  $wks_w^{zr}$ . Na podstawie optymalizacji różnorodności wariantów rozwiązań konstrukcyjnych  $wks_w^{zr}$  [4] określone są typowe rozwiązania konstrukcyjne  $tk_s_w^{zr}$ . Kombinacje typowych rozwiązań konstrukcyjnych tworzą rozwiązania konstrukcyjne rodziny konstrukcji, o określonym systemie ogólnym ( $SO_n = const$ ) oraz typowych postaciach konstrukcyjnych  $\Pi^P$ . Model takich przekształceń przedstawiono na rys. 4.



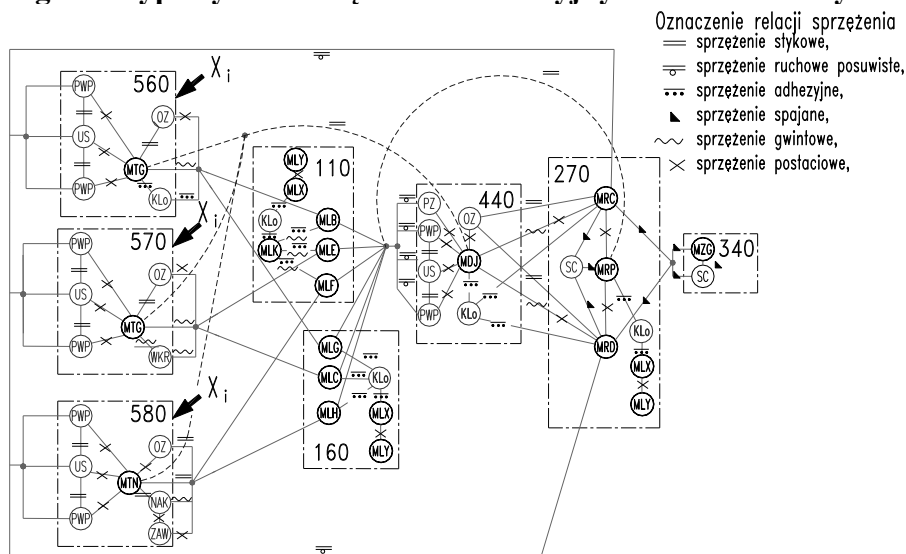
**Rys. 4. Model powiązań typowych rozwiązań konstrukcyjnych wybranych ze zbioru wariantów konstrukcyjnych**

Struktura systemowa oraz wariantowa określa zmienność konstrukcyjną rozwiązań konstrukcyjnych, które przykładowo dla siłowników hydraulicznych przedstawiono w postaci zbioru typowych rozwiązań konstrukcyjnych (rys. 5) oraz grafu relacji sprzężeń (rys. 6). Wynikiem dotychczasowych konwersji porządkujących jest macierz zunifikowanych wartości

parametrów  $X_i^u \{x_{ia}^u\}$  rodziny konstrukcji oraz graf relacji sprzężeń wraz z typowymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi  $tks_W^Z$ .



Rys. 5. Fragment typowych rozwiązań konstrukcyjnych siłowników hydraulicznych



Rys. 6. Graf relacji sprzężeń

#### 4. DOBÓR I ALGORYTMIZACJA ILOŚCIOWYCH CECH KONSTRUKCYJNYCH

Typowym rozwiązaniem konstrukcyjnym  $tks_W^Z$  odpowiadają typowe postacie konstrukcyjne elementów  $\Pi^{te_j}$ . Natomiast układ wymiarów z wymiarami otwartymi  $W_i^{te_j}$  tworzony jest zgodnie z zasadami wymiarowania, to znaczy: jednoznaczności, niesprzeczności i zupełności. Układ ten jest dostosowany do technologii wytwarzania, montażu i metrologii. W układzie wymiarów wyróżnia się wymiary stałe oraz zmienne. Przyjęto podział wymiarów na następujące grupy: wymiary gabarytowe, wymiary sprzężone, wymiary zmienne niezależne od wartości parametrów oraz wymiary stałe. Kod wymiaru składa się z oznaczenia identyfikującego (literowo - liczbowego np.:  $\phi TG2h9$ , rys. 7a), gdzie oznaczenie literowe

wymiaru nominalnego (np. TG) jest spójne z oznaczeniem postaci konstrukcyjnej elementu (np. MTG), natomiast oznaczenie liczbowe stanowi numer kolejnego wymiaru. Przy ustalaniu numerów wymiarów kierowano się zasadą kodowania pierwszymi numerami wymiarów gabarytowych i sprzężonych. Kolejność dalszych numerów wymiarów ustalana była według położenia, spełniając kryterium ciągłości oznaczeń, np. od TG1 do TG15. Ma to znaczenie w procesie komputerowego wspomaganie wyznaczania ilościowych cech konstrukcyjnych zapisywanych najczęściej w postaci macierzowej  $W_i^{te,j} \{w_{il}^{te,j}\} = Y_i^{te,j} \{y_{il}^{te,j}\}$ . Macierz wartości wymiarów  $j$ -tego elementu stanowi macierz zmiennych zależnych. Podstawowym zagadnieniem w procesie tworzenia uporządkowanej rodziny konstrukcji jest ustalenie zależności między zunifikowanymi wartościami parametrów  $X_i^u \{x_{ia}^u\}$  a wartościami wymiarów elementów ujętych w grafie relacji sprzężeń  $Y_i^{te,j} \{y_{il}^{te,j}\}$  [5, 6, 7],

$$X_i^u \{x_{ia}^u\} \xrightarrow{O} Y_i^{te,j} \{y_{il}^{te,j}; j=1, jz\} \quad (1)$$

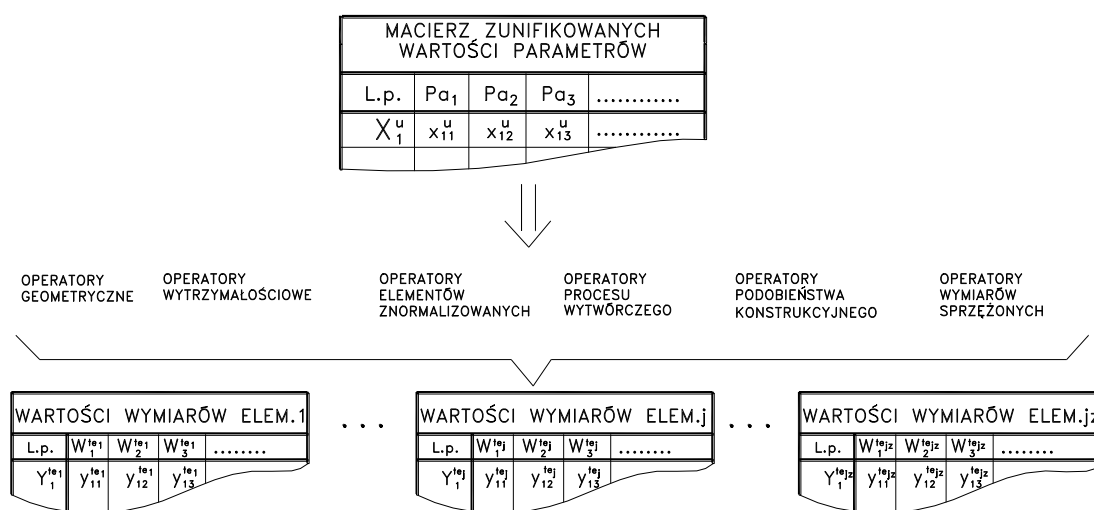
Wyróżniono następujące podstawowe operatory stosowane przy doborze wartości wymiarów:

- operatory geometryczne  $O_G$ ,
- operatory wytrzymałościowe  $O_w$ ,
- operatory elementów znormalizowanych  $O_N$ ,
- operatory procesu wytwórczego  $O_p$ ,
- operatory podobieństwa konstrukcyjnego  $O_L$ ,
- operatory wymiarów sprzężonych  $O_s$ .

Model doboru wartości wymiarów na podstawie wyróżnionych grup operatorów przedstawiono na rys. 7. Przy wyznaczaniu wartości wymiarów najczęściej stosowane są operatory geometryczne. Do tej grupy operatorów należą operatory: arytmetyczne, trygonometryczne i dostosowania do szeregów liczb normalnych. Operatory geometryczne pozwalają wyznaczyć wartości wymiarów nieznanymi  $y_{i,nz}^{te,j}; (j=1, jz)$  na podstawie wartości wymiarów znanych  $y_{i,zn}^{te,j}; (j=1, jz)$ ,

$$O_G \in O_{AR} \cup O_{TR} \cup O_N, \quad (2)$$

$$y_{i,zn}^{te,j} \xrightarrow{O_G} y_{i,nz}^{te,j} \quad (3)$$



Rys. 7. Model doboru wartości wymiarów

Ponieważ warunki wytrzymałościowe są zależne od dobieranych wymiarów, mogą być podstawą do wyznaczania wartości wymiarów. Operatory wytrzymałościowe modyfikują wstępnie wyznaczone wartości wymiarów lub są też podstawą bezpośredniego ich określania,

$$\begin{aligned} \sigma &= f(y_{i,nz}^{te_j}) \leq k_\sigma \\ \tau &= f(y_{i,nz}^{te_j}) \leq k_\tau \xrightarrow{O_w} y_{i,nz}^{te_j} \\ p &= f(y_{i,nz}^{te_j}) \leq k_p \end{aligned} \quad (4)$$

Istotnym czynnikiem, wpływającym na niezawodność działania oraz koszty, jest hierarchia dokonywanych modyfikacji cech konstrukcyjnych przy korzystaniu z operatorów wytrzymałościowych. Zasadą jest modyfikacja najpierw ilościowych, a następnie jakościowych cech konstrukcyjnych wraz ze wzrostem wartości parametrów.

W procesie wyznaczania wartości wymiarów jako pierwsze stosowane są najczęściej operatory elementów znormalizowanych. Elementy znormalizowane uważa się wszelkie konstrukcje elementów charakteryzujące się powszechnością stosowania, a więc objęte normami i katalogami. W tej grupie operatorów najpierw należy spełnić kryterium doboru typowości, a następnie kryterium zabudowy elementu znormalizowanego. Wymiary zabudowy elementu znormalizowanego są podstawą wyznaczenia wartości wymiarów nieznanymi,

$$\begin{aligned} y_{i,nz}^{te_j} &\xrightarrow{O_N} cch_{jc}^N \\ cch_{jc}^N &\xrightarrow{O_N} y_{i,nz}^{te_j} = f(w_{zab}^N) \end{aligned} \quad (5)$$

Spełniając kryteria wynikające z racji możliwości wytwórczych, wyznaczane są wartości wymiarów stosownie do przyjętego procesu wytwórczego. Stąd wynikają odpowiednie operatory, na podstawie których określa się między innymi: wymiary ścieg uwzględniających montaż uszczelnień, wymiary podcięć obróbczych, wymiary planowanych powierzchni pod uchwyty obróbcze, wymiary otworów i rowków ułatwiających montaż oraz demontaż złączy gwintowych. Tak jak to miało miejsce w operatorach elementów znormalizowanych, najpierw należy spełnić kryterium doboru typowości, a następnie kryterium tożsamości wartości wymiarów nieznanymi z wymiarami typowości. W odróżnieniu od doboru konstrukcji elementów znormalizowanych, przedmiotem rozważań są części elementów, których wymiary są bezpośrednio przejmowane z dobranej typowości,

$$\begin{aligned} w_{i,nz} &\xrightarrow{O_p} cch_{jc}^p \\ cch_{jc}^p &\xrightarrow{O_p} w_{i,nz} \end{aligned} \quad (6)$$

W trakcie analizy istniejących rozwiązań konstrukcyjnych w obrębie rozważanej rodziny konstrukcji tworzony jest liczny zbiór danych. Jest to bogate źródło informacji sprawdzonej poprzez działające już w praktyce środki techniczne. Bezpośrednie przejmowanie wartości wymiarów z istniejących konstrukcji ma wtedy miejsce, gdy istnieją zgodności: rozwiązań konstrukcyjnych, a więc postaci konstrukcyjnych poszczególnych elementów, wartości cech charakterystycznych, tworzyw poszczególnych elementów, procesów wytwórczych. Jeżeli ma miejsce niezgodność z wyżej wymienionymi warunkami, korzysta się z operatorów podobieństwa konstrukcyjnego. Operatory te można zinterpretować następująco:

jeżeli dla danych wartości parametrów  $X_k^o$  znane są wartości wymiarów  $Y_k^{te_j}$ , to przy zachowaniu warunku identycznej geometrycznej i tworzywowej postaci konstrukcyjnej elementu powstaje pytanie: jakie wartości wymiarów przyjmie nowo konstruowany element  $Y_i^{te_j}(y_{i,nz}^{te_j})$  dla nowych wartości parametrów  $X_i^u$ ,

$$X_k^o \rightarrow Y_k^{te_j} (y_{i,zn}^{te_j}),$$

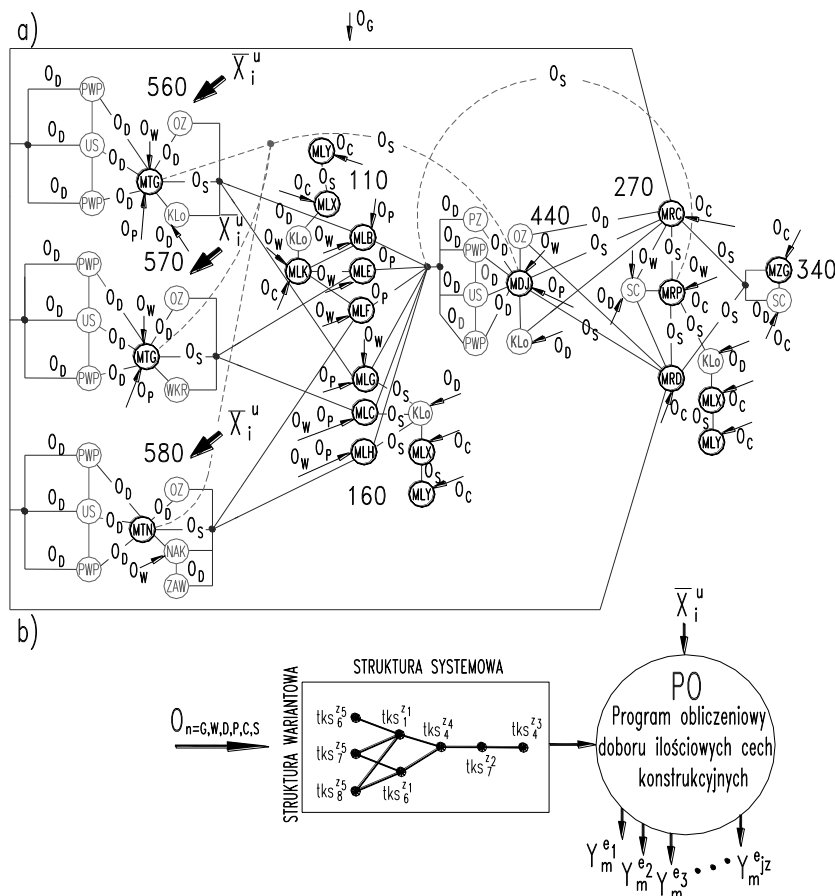
$$X_i^u \xrightarrow{O_1} Y_i^{te_j} (y_{i,nz}^{te_j}).$$
(7)

Teoria podobieństwa znalazła szerokie zastosowanie, szczególnie w budowie modeli oraz w analizie zjawisk fizycznych [3]. W rozważanym zagadnieniu istniejącą konstrukcję nazwano podstawową, natomiast tworzone – konstrukcjami pochodnymi. Całkowite podobieństwo geometryczne ma miejsce wtedy, gdy stosunek wszystkich wartości wymiarów konstrukcji pochodnej do podstawowej jest stały. Zachowanie całkowitego podobieństwa w konstruowanych elementach jest trudne do spełnienia, chociażby ze względu na wartości parametrów lub też kryteria zabudowy elementów znormalizowanych, które nie spełniały zasady podobieństwa geometrycznego. Dlatego zasadę podobieństwa całkowitego stosowano do wymiarów zależnych od określonych parametrów. Były to z zasady istotne ze względu na dobór ilościowych cech konstrukcyjnych, wymiary, od których zależne były w sposób bezpośredni lub pośredni pozostałe wymiary. Te pozostałe wymiary można dobierać z zastosowaniem pozostałych operatorów. Tworząc operatory podobieństwa korzystano również z zagadnienia Cauchygo [3,7], określającego wartości wymiarów nieznanych  $Y_i^{te_j} (y_{i,nz}^{te_j})$  tak, aby uzyskać takie same wyłączenie materiału jak w istniejących środkach technicznych.

Operatory wymiarów sprzężeń dotyczą grupy wymiarów sprzężonych. Współdziałanie elementów będzie wtedy możliwe, gdy wymiary sprzężone współpracujących powierzchni będą w odpowiedniej zależności. Najczęściej są to zależności tożsamościowe. Podstawą tworzenia operatorów wymiarów jest graf relacji sprzężeń (rys. 6),

$$Y_i^{te_j} \xrightarrow{O_s} Y_i^{te_{j+1}}$$
(8)

Ogólny zestaw operatorów w grafie relacji sprzężeń przedstawiono na rys. 8.



Rys. 8. Graf relacji sprzężeń wraz z pełnym zestawem operatorów



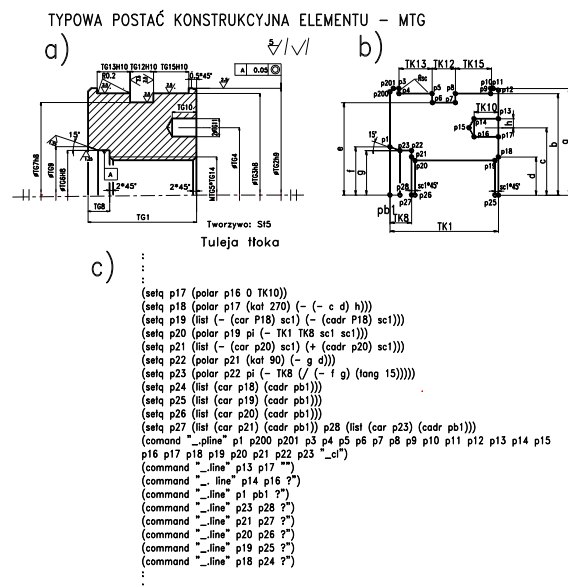
Na podstawie zestawionych operatorów tworzone są algorytmy a następnie programy obliczeniowe doboru ilościowych cech konstrukcyjnych. Cechy te są poddawane optymalizacji różnorodności cech tak, jak to przedstawiono w pracy [7,8].

## 5. WERYFIKACJA I ZAPIS KONSTRUKCJI

Podstawowym narzędziem zapisu i weryfikacji dobranych cech konstrukcyjnych są programy graficzne klasy CAD/CAE/CAM. Umożliwiają one: zamodelowanie elementów składowych 3D, utworzenie złożenia, przeprowadzenie symulacji działania – czyli zweryfikowanie konstrukcji elementów składowych pod względem: geometrycznym, powiązań między modelami elementów i działania przyszłego środka technicznego. Zastosowanie zaawansowanych programów graficznych umożliwia dodatkowo przeprowadzenie weryfikacji wytrzymałościowej elementów składowych, przy korzystaniu z modułów programowych MES oraz przygotowanie do wytwarzania z zastosowaniem modułów programowych CAM. Tak zweryfikowane pod względem wytrzymałościowym i technologicznym konstrukcje mogą być w modułach programowych DRAFTING w sposób półautomatyczny przedstawione w postaci zapisów 2D. Jedną z form zapisu konstrukcji stosowaną w programach graficznych dla systemów modułowych konstrukcji jest parametryzacja.

Parametryzacja to komputerowo wspomagana forma zapisu konstrukcji, w której geometryczna postać konstrukcyjna odwzorowana jest w pamięci operacyjnej komputera natomiast ilościowe cechy konstrukcyjne wprowadzane są z zewnątrz. W zależności od sposobu wprowadzania ilościowych cech konstrukcyjnych wyróżnia się parametryzację: dynamiczną, relacyjną, graficzną i programową [6]. Ze względu na możliwość tworzenia programów obliczeniowych w tzw. parametrykach zaleca się stosować parametryzację programową. Pozostałe metody parametryzacji wymagają stosowania programów obliczeniowych zewnętrznych i korzystania z danych w postaci macierzy. Podstawowym narzędziem do parametryzacji programowej może być program graficzny AutoCAD i kompilator VisualLISP. Podstawą opracowania parametryków jest zapis konstrukcji z otwartym układem wymiarów rys. 9a. W zapisie tym wyróżniane są punkty charakterystyczne zarysu  $P^{te_j}(p_n)$ , rys.9b, które są funkcją wymiarów,

$$\langle x_n, y_n \rangle = f(y_{il}^{te_j}). \quad (9)$$



Rys. 9. Zapis parametryku

Obliczanie współrzędnych punktów rozpoczyna się od tzw. punktu bazowego. Jeżeli na rysunku jest więcej przedstawianych rzutów (widoków, widoków cząstkowych, przekrojów, przekrojów cząstkowych, kładów) to również więcej jest punktów bazowych. Współrzędne punktów bazowych określają położenie rzutów na arkuszu i można je wyznaczyć korzystając z przyjętego formatu arkusza i podziałki rysunkowej. Wychodząc z punktu bazowego, punkt po punkcie określane są współrzędne punktów charakterystycznych zarysu, stosując wyznaczanie współrzędnych w sposób bezwzględny, względny lub biegunowy. Fragment parametryka przedstawiono na rys. 9c. Zasady tworzenia parametryków w takich programach graficznych jak I-DEAS, AutoCAD, LogoCAD opisano w pracy [6].

## 6. WNIOSKI

Przedstawiony model doboru ilościowych cech konstrukcyjnych i zapisu konstrukcji pozwala na pełną integrację wyróżnionych stadiów procesu projektowo – konstrukcyjnego. Praktyczną realizacją zdefiniowanych operatorów i wyróżnionych form parametryzacji jest system modułowy: siłowników hydraulicznych i stojaków dla przemysłu górniczego, stanowisk badawczych wirników szybkoobrotowych oraz chwytaków dla robotów.

## 7. LITERATURA

- [1] DIETRYCH J.: *System i konstrukcja*. WNT, Warszawa 1985.
- [2] HANSEN F.: *Konstruktionswissenschaft*. Carl Hanser Verlag, München, Wien 1974.
- [3] PAHL G., BEITZ W.: *Nauka konstruowani.*. WNT, Warszawa 1984.
- [4] WRÓBEL J.: *Technika komputerowa dla mechaników*. PWN, Warszawa 1994.
- [5] GENDARZ P.: *Berechnung von Abmessungen für die Entwicklung von Baureihen*. Konstruktion 50 (1998) H.10, s. 23 - 28.
- [6] GENDARZ P.: *Aplikacje programów graficznych w uporządkowanych rodzinach konstrukcji*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 1998.
- [7] GENDARZ P.: *Metodologia tworzenia uporządkowanych zbiorów konstrukcji maszyn*. Mechanika z. 141. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2002.
- [8] GENDARZ P.: *Podstawowe narzędzia tworzenia elastycznych systemów modułowych konstrukcji*. Materiały IV Międzynarodowej Konferencji Naukowej CAE. Kudowa Zdrój, listopad 1998, s. 221 - 230.

## COMPUTER AIDING CREATION OF MODULE SYSTEMS ENGINEERED FEATURES OF CONSTRUCTION

**Abstract:** Nowadays the important challenges of design process concern not only on the creation new constructional solutions but also on increasing the area of needs for the determinated classes of technical means. This process is mainly oriented on creation of construction families. The main feature is: repeatability, routined stages and could be easy aided with computers. The basic tool in this design process is integration of construction notation and constructional features selection.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Andrzej BUCHACZ