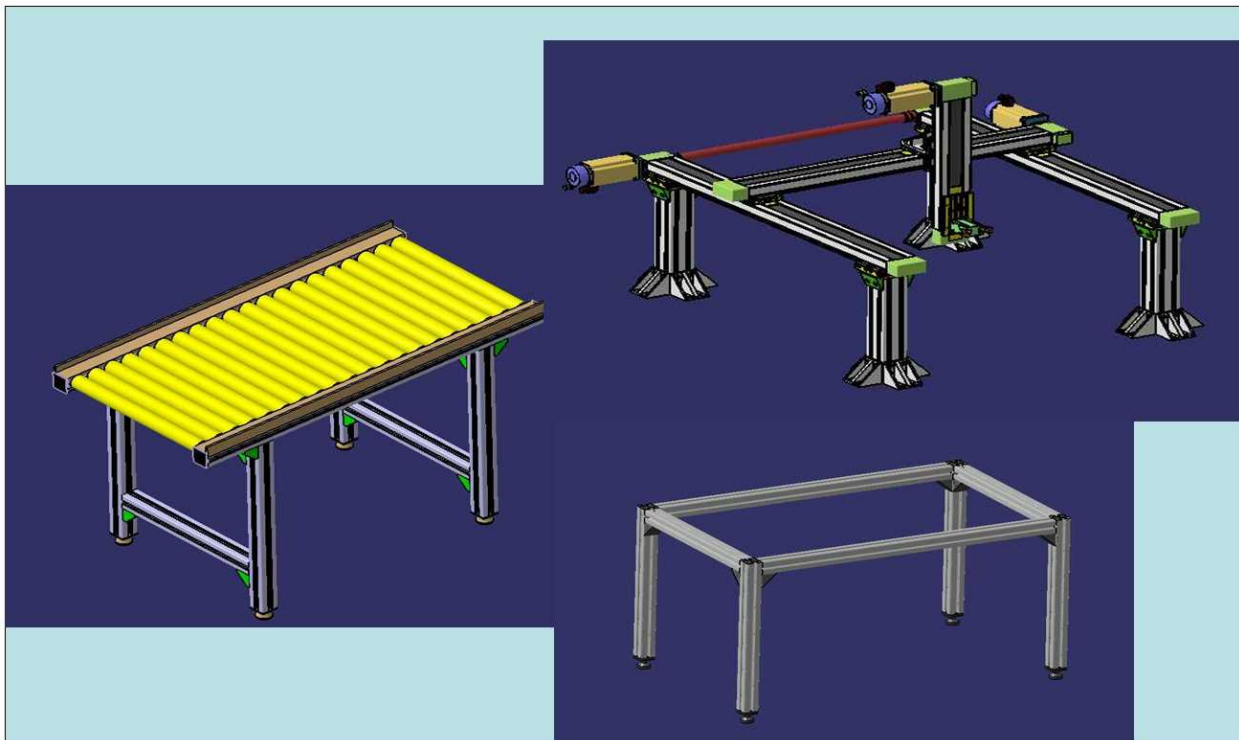


## Zastosowanie metod modelowania autogenerującego na przykładzie projektowania urządzeń z komponentów systemu montażowego

dr hab. inż. Wojciech Skarka prof. nzw. w Pol. Śl.  
Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny  
Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn  
e-mail: wojciech.skarka@polsl.pl

### 1. WSTĘP

W wielu dziedzinach technicznych coraz częściej wykorzystuje się modułowe konstrukcje zbudowane na bazie komponentów systemu szybkiego montażu. Zastosowanie tych modułowych systemów znacznie skraca czas projektowania, wdrażania i uruchamiania projektowanego obiektu. Systemy takie są stosowane do obiektów powtarzalnych, o określonych postaciach konstrukcyjnych takich jak zabudowa przestrzeni biurowej i przemysłowej, regały magazynowe i stoły robocze, obiekty linii produkcyjnych (przenośniki, roboty, napędy) (rys. 1) itp. Duża liczba proponowanych elementów systemu montażowego umożliwia zbudowanie optymalnego i elastycznego rozwiązania a zastosowanie gotowych elementów i podzespołów znacznie skraca czas budowy.



Rys. 1 Przykłady obiektów zbudowanych z komponentów systemu montażowego

Projektowanie obiektów z komponentów systemu montażowego nie jest łatwym zadaniem. Mimo ograniczonej liczby komponentów a co za tym idzie skończonej liczby rozwiązań projektowych brak jest zaawansowanych narzędzi wspomagających projektanta. Liczba dostępnych komponentów systemu jest bardzo duża i ciągle oferowane są nowe komponenty. Projektanci wspomagani są w swojej pracy przede wszystkim poprzez biblioteki gotowych parametrycznych komponentów oraz szczegółowe zalecenia doboru w stosunku do niektórych komponentów. Biblioteki parametrycznych komponentów przyspieszają samo modelowanie konstrukcji w systemie CAD a szczegółowe zalecenia doboru poszczególnych złożonych komponentów dostępne w katalogach upraszczają rutynowe czynności procesu projektowego.

Powszechne zastosowanie takich systemów szybkiego montażu umożliwia zastosowanie bardziej zaawansowanych metod wspomagania projektowania obiektów zestawionych z takich komponentów. Do projektowania obiektów z komponentów systemu montażowego zaproponowano zastosowanie metod projektowania opartego na wiedzy (KBE - Knowledge-Based Engineering)

Zastosowanie metod opartych na wiedzy jest możliwe przy projektowaniu dowolnego obiektu ale ze względu na duży nakład sił i środków związanych z formalnym zidentyfikowaniem procesów projektowych i przestrzeni wiedzy projektowej są one opłacalne przy projektowaniu powtarzalnych obiektów. Zastosowanie metod opartych na wiedzy jest szczególnie przydatne gdy:

- w projektowaniu stosowane są rutynowe procedury projektowe,
- znana jest docelowa postać (zbiór alternatywnych postaci) projektowanego obiektu,
- przedmiotem projektowania jest określona klasa obiektu,
- możliwe jest zidentyfikowanie i zapisanie wiedzy dotyczącej procesu projektowego.

Wśród metod opartych na wiedzy na uwagę zasługuje zastosowanie modeli autogenerujących, pozwalające na wykorzystanie środowiska systemu CAD oraz bezpośrednio modelu CAD do integracji wiedzy z procesu projektowego. Model autogenerujący jest więc nie tylko rozwinięciem parametrycznego modelu CAD ale bazą wiedzy rozpiętą na cechach konstrukcyjnych reprezentowanych przez cechy modelu CAD.

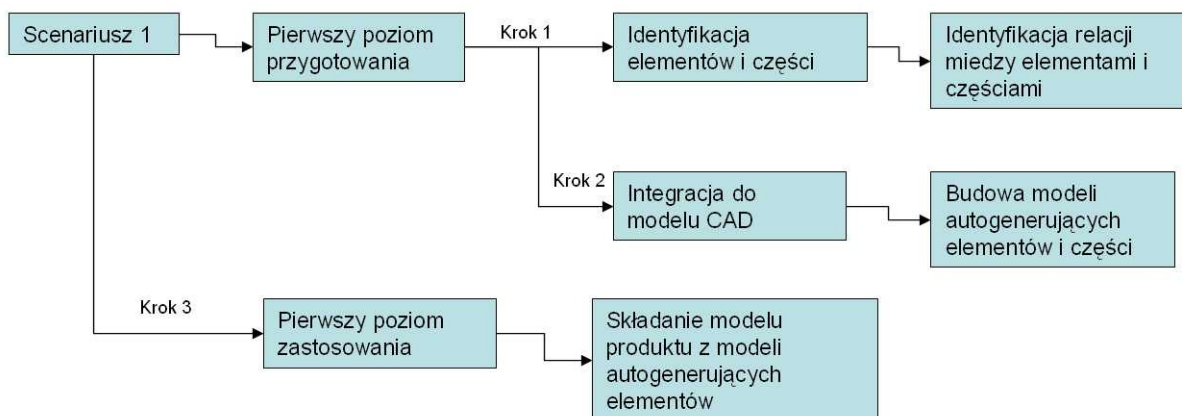
Dotychczas konstruktor w oparciu własną wiedzę, wiedzę zaczerpniętą z zewnątrz, dodatkowe narzędzia komputerowe (np. CAE) itp. określał cechy konstrukcyjne w modelu CAD. W modelu autogenerującym wiedza ta zintegrowana do samego modelu CAD samodzielnie steruje cechami konstrukcyjnymi. Model autogenerujący jest zapisem określonej klasy produktu powstałego na bazie zidentyfikowanej przestrzeni wiedzy a nie zapisem pojedynczej instancji produktu.

Ponieważ model autogenerujący ma odzwierciedlać szczegółowe relacje między cechami konstrukcyjnymi a cechami funkcjonalnymi, które dotychczas były identyfikowane w oparciu o procedury projektowe konieczne jest formalne zapisanie tych procedur i zidentyfikowanie tych relacji a także zdefiniowanie na nowo sposobu ich zintegrowania w modelu CAD w oparciu o określone scenariusze postępowania odpowiadające stopniowi zaawansowania i zakresowi działania modeli autogenerujących.

## 2. Scenariusze zastosowania modeli autogenerujących komponentów systemu montażowego

Dla projektowania z zastosowaniem komponentów systemu montażowego wyszczególniono dwa scenariusze zastosowania modeli autogenerujących i odpowiadające im dwa zakresy budowy modeli autogenerujących

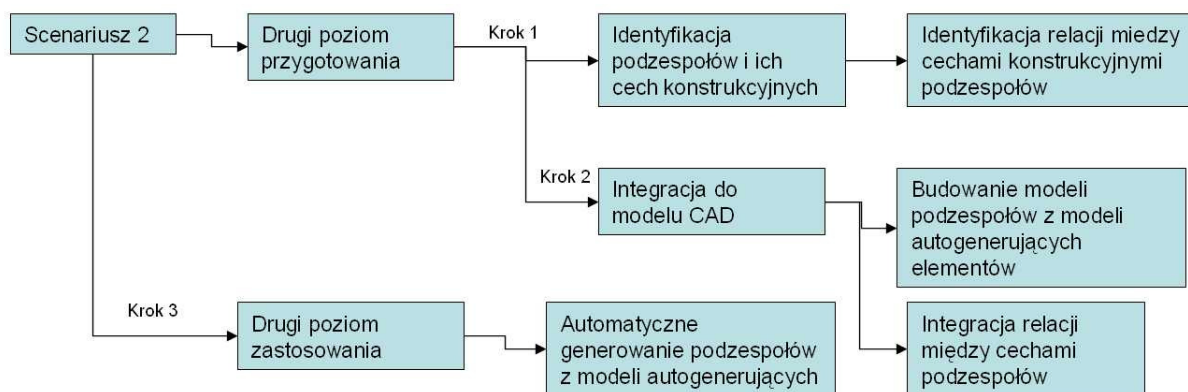
Pierwszy scenariusz (rys. 2) obejmuje zastosowanie modeli do pojedynczych elementów systemu montażowego. Ponieważ poszczególne elementy systemu montażowego nie są projektowane a tylko dobierane ze zbioru tych komponentów a postać ich oraz pełen zbiór wartości cech konstrukcyjnych są znane, to w trakcie przygotowania modeli autogenerujących modelowana jest postać geometryczna i wprowadzane są alternatywne wartości cech konstrukcyjnych jak dla zwykłego modelu parametrycznego. W odróżnieniu od zwykłego sparametryzowanego modelu CAD identyfikowane są możliwe relacje z innymi elementami systemu.



Rys. 2. Scenariusz zastosowania i budowy modeli autogenerujących elementów

Dla belki i łącznika belek istnieje np. relacja między wyróżnikami wielkości tzn. można łączyć wyłącznie elementy o zgodnych wyróżnikach wielkości dodatkowo łącznik mocowany jest do belki wyłącznie w określonej pozycji tzn. zadane powierzchnie rowka belki i łącznika przylegają do siebie. Identyfikacja tego typu relacji jest wbrew pozorom zadaniem pracochłonnym a stosunkowo łatwe uwzględnienie ich jest możliwe dzięki zastosowaniu szablonów wiedzy (knowledge templates w systemie CATIA). Jak wygląda zastosowanie tak przygotowanych modeli autogenerujących belki i łącznika. W złożeniu łącznik dodawany jest poprzez wstawienie łącznika oraz zidentyfikowanie cech z którymi następuje połączenie tych dwóch elementów podobnie jak klocki LEGO łączą się wyłącznie w określonej pozycji poprzez wprowadzenie odpowiednich wypustków klocka do otworów w drugim klocku tak tutaj wskazanie cech na bazie których budowane są automatycznie połączenia na bazie wstępnie predefiniowanych relacji powoduje nie tylko automatyczne dostosowanie wielkości łącznika do wielkości belki i właściwe jego umiejscowienie ale także połączenie to jest trwale kontrolowane i w przypadku zmiany cech jednego z elementów np. jego wielkości lub konfiguracji element połączony reaguje, inteligentnie dostosowując się do zmian.

Drugi scenariusz (rys. 3) obejmuje zastosowanie modeli autogenerujących na poziomie nie istniejącym bezpośrednio w katalogach komponentów montażowych. Są to podzespoły lub produkty nowoprojektowane z takich komponentów. Takie zespoły w pierwszym podejściu budowane są w oparciu o modele autogenerujące komponentów systemu montażowego. Przykładem takiego podzespołu jest przenośnik rolkowy często stosowany w liniach technologicznych. Zestawienie takiego przenośnika z gotowych modeli autogenerujących zapewnia możliwość szybkiej reakcji modelu na zmiany pojedynczych elementów ale nie odzwierciedla w żaden sposób zadań procesu projektowego takiego przenośnika takich jak np. dobór postaci i wielkości ramy nośnej czy dobór postaci i wielkości rolek w zależności od wielkości i masy transportowanego przedmiotu. W kolejnym etapie przygotowania modelu autogenerującego dla określonej klasy konstrukcji (np. przenośnik rolkowy) identyfikowane są szczegółowe procedury projektowe, alternatywne postaci konstrukcji, zasady konstruowania i integrowane na poziomie tych podzespołów. Dla podzespołu prostoliniowego fragmentu przenośnika przygotowany model autogenerujący wprowadzany do konstrukcji linii technologicznej wymaga określenia parametrów transportowanego przedmiotu takich jak wielkości i masa na tej bazie model tego fragmentu przenośnika generowany jest automatycznie .



Rys. 3. Scenariusz zastosowania i budowy modeli autogenerujących podzespołów

Cechą wyróżniającą procesu budowy systemu modeli autogenerujących jest uogólniona postać tego procesu. Proces ten nie jest w żaden sposób związany z podmiotem projektowania i może być zastosowany do projektowania innych obiektów systemu montażowego ale równie dobrze dla innych zastosowań nie związanych z komponentami systemu montażowego np. układów wydechowych samochodów, podzespołów ogólnej budowy maszyn charakteryzujących się dużym stopniem czynności rutynowych a co za tym idzie znaczną pracochłonnością. Całość procesu budowy modeli autogenerujących została przygotowana w oparciu o metodologię KADM obejmującą procesy od identyfikacji i zapisania wiedzy projektowej do integracji jej w postaci modeli autogenerujących. Główne etapy tego procesu dla systemu montażowego zostaną opisane poniżej.

### 3. Pozyskiwanie wiedzy do budowy modeli autogenerujących komponentów systemu montażowego

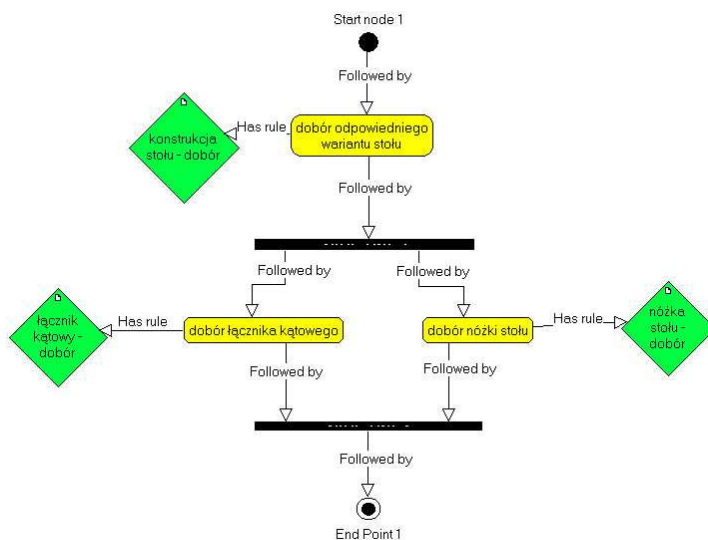
Pozyskiwanie wiedzy jej zapis, pielęgnowanie i aktualizowanie wiedzy są wąskim gardłem procesu budowy modeli autogenerujących i często są lekceważone i

zaniedbywane, , . Często przyjmuje się niewłaściwe założenie, że ponieważ wiedza ta istnieje to da się zintegrować do modeli. Tymczasem właściwy dobór metod identyfikacji i zapisu wiedzy umożliwia łatwe jej przetwarzanie i analizę.

Dla pozyskiwania wiedzy i jej przetwarzania w projektowaniu obiektów na bazie systemu montażowego zastosowano zalecenia metodologii KADM , , oparte w części na znanej metodologii MOKA , , jako oprogramowanie wspomagające zastosowano system PCPACK5 .

Utworzona aplikacja wspomagająca proces pozyskiwania wiedzy została zaimplementowana na serwerze pracy grupowej i posiada charakter osobistego asystenta projektanta . Założono, że wiedza pozyskiwana będzie bezpośrednio od projektantów a projektanci będą mieli zdalny dostęp do bazy wiedzy. Stosuje się następujące formy zapisu wiedzy , , :

- Diagramy czynności,
- Diagramy klas,
- Macierze,
- Taksonomie
- Formularze ICARE



ICARE Form : Rule		łącznik kąowy - dobór																															
- Name	łącznik kąowy - dobór																																
- Reference																																	
- Objective																																	
- Context																																	
- Description	<p>łącznik kąowy dobierany jest na podstawie:</p> <p>- wymiaru rowka</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>5,0<sup>-03</sup></td> <td>6,2<sup>-03</sup></td> <td>8,0<sup>-04</sup></td> <td>12,0<sup>-04</sup></td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>11,5<sup>-09</sup></td> <td>16,3<sup>-03</sup></td> <td>20,0<sup>-04</sup></td> <td>30,0<sup>-03</sup></td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>6,35<sup>-09</sup></td> <td>9,75<sup>-02</sup></td> <td>12,25<sup>-03</sup></td> <td>18,3<sup>-03</sup></td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>1,8<sup>-01</sup></td> <td>3,0<sup>-02</sup></td> <td>4,5<sup>-03</sup></td> <td>6,6<sup>-03</sup></td> </tr> <tr> <td>e</td> <td>0,15<sup>-01</sup></td> <td>0,15<sup>-01</sup></td> <td>0,2<sup>-01</sup></td> <td>0,3<sup>-01</sup></td> </tr> </tbody> </table>								a	5,0 <sup>-03</sup>	6,2 <sup>-03</sup>	8,0 <sup>-04</sup>	12,0 <sup>-04</sup>	b	11,5 <sup>-09</sup>	16,3 <sup>-03</sup>	20,0 <sup>-04</sup>	30,0 <sup>-03</sup>	c	6,35 <sup>-09</sup>	9,75 <sup>-02</sup>	12,25 <sup>-03</sup>	18,3 <sup>-03</sup>	d	1,8 <sup>-01</sup>	3,0 <sup>-02</sup>	4,5 <sup>-03</sup>	6,6 <sup>-03</sup>	e	0,15 <sup>-01</sup>	0,15 <sup>-01</sup>	0,2 <sup>-01</sup>	0,3 <sup>-01</sup>
a	5,0 <sup>-03</sup>	6,2 <sup>-03</sup>	8,0 <sup>-04</sup>	12,0 <sup>-04</sup>																													
b	11,5 <sup>-09</sup>	16,3 <sup>-03</sup>	20,0 <sup>-04</sup>	30,0 <sup>-03</sup>																													
c	6,35 <sup>-09</sup>	9,75 <sup>-02</sup>	12,25 <sup>-03</sup>	18,3 <sup>-03</sup>																													
d	1,8 <sup>-01</sup>	3,0 <sup>-02</sup>	4,5 <sup>-03</sup>	6,6 <sup>-03</sup>																													
e	0,15 <sup>-01</sup>	0,15 <sup>-01</sup>	0,2 <sup>-01</sup>	0,3 <sup>-01</sup>																													
- Related Activities	Activities Involved																																
	Preceding Activities	<a href="#">dobór łącznika kąowego</a>																															
	Following Activities																																
- Related Rules	Preceding Rules																																
	Following Rules																																

Rys. 4. Przykład zastosowania diagramów czynności i formularza ICARE do zapisu procesu projektowego

Wiedza zapisywana jest przede wszystkim w przyjaznej formie diagramów. Ogólna postać tych diagramów oparta jest o znany z projektowania aplikacji komputerowych język modelowania UML (Unified Modeling Language). Dla procedur projektowych stosuje się diagramy czynności a dla diagramów struktury produktu stosuje się diagramy klas. Na diagramach tych można definiować także relacje między elementami bazy wiedzy. Dodatkowo do definiowania relacji przewidziano formę macierzy. Taksonomie służą do hierarchicznego uporządkowania zasobów bazy wiedzy. Natomiast formą w której zapisywane są najbardziej szczegółowe informacje są formularze ICARE , .



Postać formularzy ICARE pochodzi bezpośrednio z metodologii MOKA. Są to formularze pięciu typów: Illustration (ilustracje), Constraints (więzy), Activity (czynności), Rule (reguły), Entity (jednostki)

Każdy z formularzy jest szablonem zapisu głównych bloków wspomnianych wcześniej diagramów i taksonomii. Formularze te są więc uszczegółowieniem w formie tabeli informacji z bloków graficznych diagramów i taksonomii. Część pól w tabelach jest wypełniana automatycznie i jest odzwierciedleniem informacji już zapisanych w formie graficznej np. na diagramach a część jest edytowalna bezpośrednio przez użytkownika.

Formularze Entity i Constraints przynależne są do diagramów strukturalnych

Entity – służy do zapisywania informacji dotyczących jednostek struktury np. produktu, jego podzespołów, elementów i cech lub struktury modelu autogenerującego

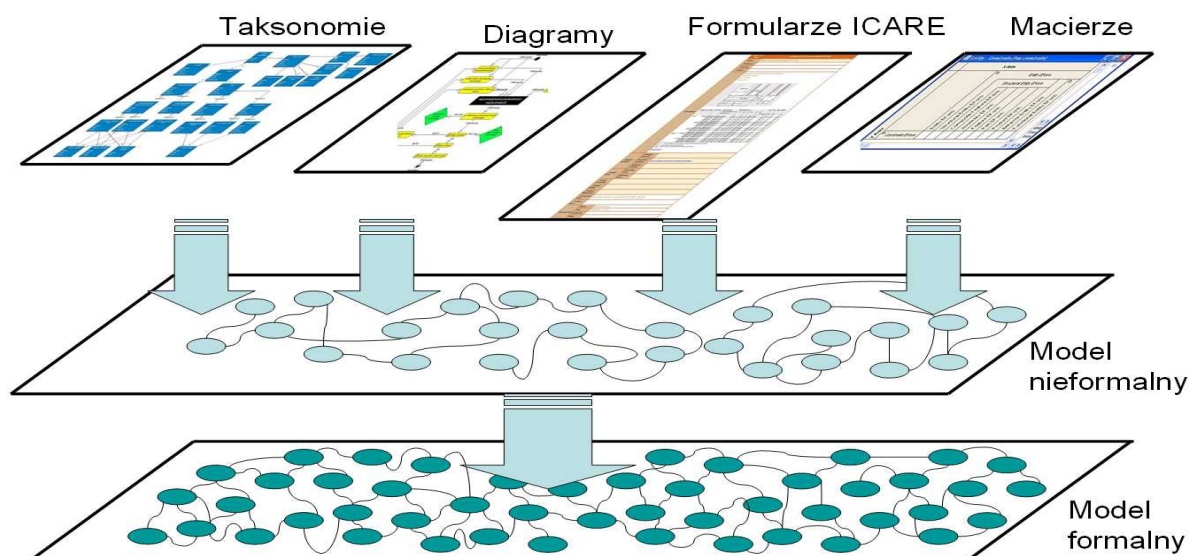
Constraints – służą do zapisu ograniczeń nakładanych na jednostki typu entity  
Jednostki Activity i Rule przynależne są do diagramów czynności

Activity – służy do zapisu szczegółowych informacji dotyczących czynności projektowych

Rule – służy do zapisu uogólnionych reguł sterujących poszczególnymi czynnościami projektowymi.

Illustration- służy do zapisywania dodatkowych nie sklasyfikowanych informacji

Przedstawiony ogólny opis struktury bazy wiedzy jest zdefiniowany w bazie wiedzy w formie ontologii, będącej zapisem wymagań w dziedzinie projektowo-konstrukcyjnej.



Rys. 5. Ogólna struktura ontologii

Całość ontologii podzielono na dwa zasadnicze modele: nieformalny i formalny. Model nieformalny jest zorientowany na zapis procesu projektowego i struktury projektowanego produktu natomiast formalny na zapis struktury modelu autogenerującego i procesu budowy modelu autogenerującego. Model nieformalny i formalny ontologii opisują autonomiczne przestrzenie wiedzy poprzez zdefiniowanie podstawowych terminów i relacji między tymi terminami. Dla modelu nieformalnego terminy i relacje te dotyczą między innymi uogólnionej struktury produktu, zasad

definiowania tej struktury, struktury procesu projektowego, reguł sterujących tym procesem oraz relacji między terminami związanymi z tymi zagadnieniami. Dla modelu formalnego terminy i relacje te dotyczą struktury modelu autogenerującego, oraz procesu budowy modelu autogenerującego.

#### **4. Budowa modeli autogenerujących komponentów systemu montażowego**

Budowa bazy wiedzy i jej szczegółowa analiza ma na celu pełne zidentyfikowanie i opisanie zasad doboru poszczególnych komponentów systemu montażowego, odkrywanie zależności istniejących między cechami konstrukcyjnymi w komponencie oraz między tymi komponentami. Pełna identyfikacja struktury cech konstrukcyjnych jest podstawą prawidłowego zdefiniowania modeli autogenerujących. Opisane w bazie cechy konstrukcyjne są odzwierciedlane w modelu najczęściej jako parametry a relacje między tymi cechami są odzwierciedlane w formie relacji między tymi parametrami w modelu autogenerującym. Na poziomie pojedynczych komponentów systemu montażowego ogromna większość tych relacji dotyczy prostych spraw np. łącznik kątowy do profilu czy też zaślepka profilu jest dobierana stosowanie do wielkości profilu. W modelu autogenerującym łącznika zaplanowano więc, że parametr wyróżnika wielkości łącznika jest ustalany na podstawie wyróżnika wielkości profilu. Natomiast umiejscowienie łącznika w profilu determinują powierzchnie współpracy obu elementów. Model autogenerujący łącznika „wie” jakie parametry wejściowe powinny być określone dla wygenerowania instancji łącznika i w trakcie wstawiania do modelu prosi projektanta o określenie tych parametrów. Określenie parametrów wejściowych następuje nie przez ich podanie bezpośrednio przez projektanta ale przez wskazanie w już istniejącym modelu parametrów/cech konstrukcyjnych z którymi ma nastąpić powiązanie. Dla wstawianego łącznika są to wyróżnik wielkości profilu i powierzchnie mocowania łącznika. Tak utworzona relacja jest trwała tzn. w przypadku zmiany profilu, jego położenia, wielkości łącznik automatycznie dostosowuje się do profilu. Całość modelu konstrukcji w środowisku systemu CAD może być więc szybko złożona i uaktualniana. Geometryczne i merytoryczne powiązanie cech poszczególnych elementów zapewnia błyskawiczne przystosowanie się do zmian w modelu.

#### **5. Budowa modeli autogenerujących dla określonej klasy obiektu systemu montażowego**

Budowa modeli autogenerujących określonej klasy obiektu lub podzespołu zasadniczo różni się od budowania modeli autogenerujących poszczególnych komponentów. Identyfikowane w procesie pozyskiwania wiedzy relacje mają bardziej złożony charakter. Dotyczą one zależności na poziomie złożań oraz cech konstrukcyjnych i funkcjonalnych złożań i całego produktu. Pod kątem konstrukcyjnym są dużo istotniejsze i odzwierciedlają dużo „ważniejszą” dla projektanta wiedzę o charakterze konstrukcyjnym, technologicznym, funkcjonalnym dotyczącym określania wartości cech konstrukcyjnych zadanej klasy produktu. Przykładami takich relacji są dobór liczby i rozstawu podpór/nóg realizowany wraz z doбором belek nośnych określany na podstawie przewidzianego obciążenia funkcjonalnego. Innym przykładem jest dobór grubości blatu stołu nośnego w zależności od obciążenia i rozstawu i charakteru podparcia (rys. 6). Ponieważ relacje

te łączą najczęściej wiele cech konstrukcji. Często wzajemne zależności obejmują kilkanaście lub kilkadziesiąt cech sterowanych różnymi regułami i bardzo trudno rozdzielić te zależności na kolejne skończone zadania projektowe, które będzie reprezentowane w modelu CAD przez określone zadanie np. regułę czy zadanie optymalizacyjne. Podział sieci zidentyfikowanych wzajemnych relacji między cechami konstrukcyjnymi o różnym charakterze jest najważniejszym zadaniem w budowie modeli autogenerujących w zadanej klasie produktu. Całość modelu jest tak budowana, że na podstawie zestawu cech funkcjonalnych są określane wartości cech konstrukcyjnych



Rys. 6. Przykład integracji zadania optymalizacji blatu stołu roboczego

Relacje i poszczególne czynności procesu projektowego integrowane są najczęściej poprzez następujące funkcje systemu CAD :

- tablice projektowe,
- formuły,
- reguły,
- sprawdzenia,
- szablony wiedzy,
- zadania optymalizacyjne,
- lub w sposób programowy np. poprzez makra czy aplikacje wykorzystujące API systemu CAD



## 6. Wnioski

Projektowanie z zastosowaniem komponentów systemu montażowego jest bardzo podatne na wspomaganie z zastosowaniem metod opartych na wiedzy a szczególnie zastosowanie modeli autogenerujących. Jest to spowodowane specyficznymi cechami konstrukcji w tym między innymi:

- Ściśle określoną postacią komponentów systemu montażowego
- Ściśle określonym zbiorem postaci w zakresie pojedynczej klasy konstrukcji zbudowanej z zastosowaniem komponentów systemu montażowego
- Dużym udziałem powtarzalnych oraz rutynowych czynności w procesie projektowania określonej klasy konstrukcji

Weryfikacja zastosowania metod modelowania autogenerującego została wykonana dla systemów montażowych dwóch niezależnych producentów systemów , oraz w zakresie trzech klas konstrukcji – roboty bramowe, przenośniki rolkowe, stoły robocze oraz objęły komponenty wchodzące w skład tych trzech klas produktu (rys. 1).

Przygotowanie modeli autogenerujących jest czynnością bardzo pracochłonną jednakże w trakcie przygotowania modeli autogenerujących oprócz powstania samych modeli osiągnęte są inne policzalne korzyści:

- Następuje uporządkowanie i analiza dotychczas prowadzonych czynności projektowych
- Powstaje baza wiedzy w której zapisywana jest wiedza stosowana przy projektowaniu
- Eliminowane są sprzeczności procesu projektowego prowadzonego dotychczas przez człowieka
- Upraszczone i weryfikowane są czynności procesu projektowego

Pracochłonność czynności pozyskiwania wiedzy i integracji jej do modelu autogenerującego procentuje zastosowaniem modeli autogenerujących. W pierwszym scenariuszu zastosowania na etapie modelowania nieznacznie skracany jest czas projektowania ale już w przypadku wprowadzania zmian w modelu CAD z powodu istnienia zdefiniowanych relacji w modelu autogenerującym przebudowanie modelu oraz rozpatrzenia wielu różnych wersji znacznie skraca się. W drugim scenariuszu zastosowania następuje znaczny czas skrócenia projektowania i modelowania (co najmniej kilkukrotny) w systemie CAD.

## LITERATURA

- [1]. Borsiński S.,: Zastosowanie metod optymalizacji w modelach autogenerujących w systemie CATIA. Praca dyplomowa magisterska. Gliwice, 2009, Politechnika Śląska
- [2]. BoschRexroth. Assembly, Cylinders, Electric Drives and Controls, Gears, Guides, Hydraulics, Linear Motion Technologies, Pneumatics, Rails, Tightening and Press-fit Systems, Transfer Systems, Valves, Welding <http://www.boschrexroth.com/corporate/en/products/index.jsp> 2009
- [3]. Item | Aluminium profiles, fasteners, t-slot nuts, linear guides, aluminium extrusions <http://www.item.info/en> 2009

- [4]. Jastrzębski D.: Zestaw modeli autogenerujących w systemie CATIA automatyzujących proces konstruowania wybranej klasy maszyn. Praca dyplomowa magisterska. Gliwice, 2009, Politechnika Śląska
- [5]. PCPACK <http://www.pcpack.co.uk/> 2009
- [6]. Pokojski J.: "Intelligent Personal Assistant – Concepts and Applications in Engineering", Springer-Verlag, London 2003
- [7]. Skarka, W., CATIA V5. "Podstawy budowy modeli autogenerujących" Helion 2009
- [8]. Skarka W.: "Application of MOKA methodology in generative model creation using CATIA". Engineering Applications of Artificial Intelligence 20. Elsevier 2007
- [9]. Skarka, W.: "Metodologia procesu projektowo-konstrukcyjnego opartego na wiedzy", Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007
- [10]. Stokes M. (ed.): "Managing Engineering Knowledge; MOKA: Methodology for Knowledge Based Engineering Applications", Professional Engineering Publishing, Londyn 2001.

Praca naukowa sfinansowana częściowo ze środków na naukę w latach 2007-2010 jako projekt badawczy N502 032 32/2426

## **ZASTOSOWANIE METOD MODELOWANIA AUTOGENERUJĄCEGO NA PRZYKŁADZIE PROJEKTOWANIA URZĄDZEŃ Z KOMPONENTÓW SYSTEMU MONTAŻOWEGO**

W artykule przedstawiono zastosowanie modeli autogenerujących do zwiększenia efektywności projektowania z zastosowaniem komponentów systemu montażowego. Opisano proces budowy modeli autogenerujących od pozyskiwania i zapisywania wiedzy do implementacji jej w środowisku systemu CATIA. Budowane modele autogenerujące obejmują nie tylko poszczególne elementy systemu montażowego ale także produkty z nich budowane takie jak roboty bramowe czy przenośniki rolkowe.

## **USING KNOWLEDGE-BASED ENGINEERING METHODS IN DESIGNING WITH MODULAR COMPONENTS OF ASSEMBLY SYSTEMS**

The paper presents the usage of Generative Models for the improvement of the designing efficiency with the aid of assembly system components. The process of Generative Models creation from knowledge acquisition and recording for implementation into CATIA system environment has been described. The created Generative Models cover not only particular elements of assembly system but also products built out of them such as gate robots or roller conveyors