

MODELOWANIE BAZY WIEDZY DLA BUDOWY MODELI AUTOGENERUJĄCYCH W SYSTEMIE CATIA Z ZASTOSOWANIEM JĘZYKA UML

WOJCIECH SKARKA

*Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn, Politechnika Śląska
e-mail: wojciech.skarka@polsl.pl*

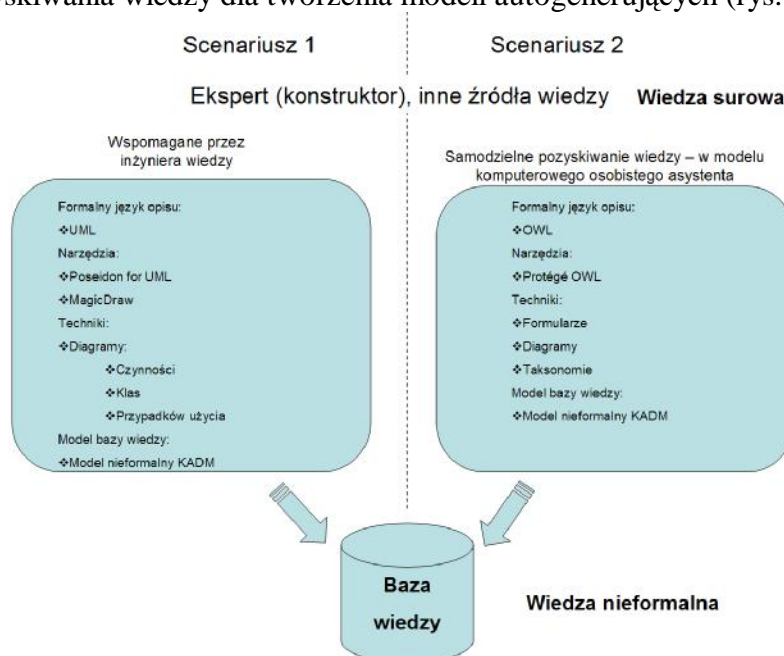
Streszczenie. Modele autogenerujące są rodzajem modeli tworzonych w środowisku systemów CAx. Cechują się one dużym stopniem zintegrowania wiedzy i pozwalają na zautomatyzowanie rutynowych zadań procesu projektowo-konstrukcyjnego. Do budowy złożonych modeli autogenerujących zaproponowano autorską metodologię obejmującą fazy przetwarzania wiedzy od identyfikacji, pozyskiwania, formalizacji aż do implementacji wiedzy do modelu autogenerującego. W artykule opisano także szczegółowo ontologię bazy wiedzy jako kluczowego rozwiązania tej metodologii.

1. WSTĘP

W procesie projektowo-konstrukcyjnym powszechnie stosuje się systemy CAD/CAM/CAE. W zaawansowanych systemach CAD/CAM/CAE w trakcie projektowania opracowuje się model geometryczny konstrukcji. Szacuje się, że znaczna część pracochłonnych zadań projektowo-konstrukcyjnych (około 80%) ma charakter rutynowy [7], [13]. Tego typu zadania można wspomagać z zastosowaniem technik KBE (*Knowledge Based Engineering*). Część programów CAD/CAM/CAE wprowadza możliwości zastosowania w modelowaniu geometrycznym wiedzy zapisanej w sposób formalny [8]. Przykładem takiego systemu jest CATIA [3], która poprzez moduły *Knowledgware* umożliwia implementację wiedzy w samym procesie modelowania geometrycznego. W wyniku zastosowania funkcji tych modułów można opracować inteligentne modele geometryczne – szablony konstrukcyjne oferujące daleko większe możliwości niż zwykła parametryzacja. Takie systemowo opracowane inteligentne szablony konstrukcyjne nazywane są modelami autogenerującymi. Niestety inteligentne szablony są opracowywane najczęściej ad hoc, bez głębszej analizy procesu projektowo-konstrukcyjnego i struktury konstrukcji, a stosowane w modelu autogenerującym rozwiązania są przypadkowe. Spowodowane jest to faktem, że do systemowego opracowywania modeli autogenerujących konieczny jest znaczny nakład pracy i zastosowanie złożonych metodologii (CommonKADS [9], MOKA [13], [11], KADM [10]) i dodatkowych komputerowych narzędzi wspomagających z zakresu zarządzania wiedzą. Bez zastosowania metod inżynierii wiedzy i modelowania wiedzy nie jest bowiem możliwa analiza i zapisanie w modelu autogenerującym złożonych relacji między elementami projektowanej maszyny ani procesu projektowo-konstrukcyjnego nawet dla rutynowych jego części.

2. METODOLOGIA PROJEKTOWANIA OPARTEGO NA WIEDZY

Do celów budowy modeli autogenerujących w systemie CATIA zaproponowano zastosowanie autorskiej metodologii KADM obejmującej fazę pozyskiwania, formalizacji i implementacji wiedzy. Jednym z głównych elementów metodologii jest budowa bazy wiedzy, która pozwala na pozyskanie i zarządzanie wiedzą konieczną do budowy modeli autogenerujących. Niedostateczne wspomaganie tego właśnie zadania sprawiało, że budowanie modeli autogenerujących dla złożonych obiektów nie było dotychczas możliwe. Projektowanie i budowa bazy wiedzy odbywa się w procesie strukturalizacji i granularyzacji wiedzy zwanym też modelowaniem wiedzy [9]. Zaproponowana metodologia obejmuje dwa główne scenariusze pozyskiwania wiedzy dla tworzenia modeli autogenerujących (rys. 1).



Rys.1. Scenariusze pozyskiwania wiedzy w metodologii KADM

Każdy ze scenariuszy ma swoją specyfikę i zupełnie odmienne techniki pozyskiwania wiedzy [4]. W pierwszym stosowana jest technika tworzenia i analizy diagramów przy zastosowaniu narzędzi i form zapisu stosowanych dotychczas przede wszystkim do projektowania systemów i aplikacji komputerowych – język UML [5] (*Unified Modeling Language*) i aplikację MagicDraw. W drugim natomiast zastosowano „typowe” dla inżynierii wiedzy narzędzia (Protégé-OWL) i zorientowany na projektowanie ontologii język OWL [6] (*Web Ontology Language*). Niezależnie od scenariusza, narzędzi i języka reprezentacji wiedzy implementowany jest w obu rozwiązaniach ten sam koncepcyjny model bazy wiedzy stanowiący jeden z najistotniejszych elementów metodologii KADM.

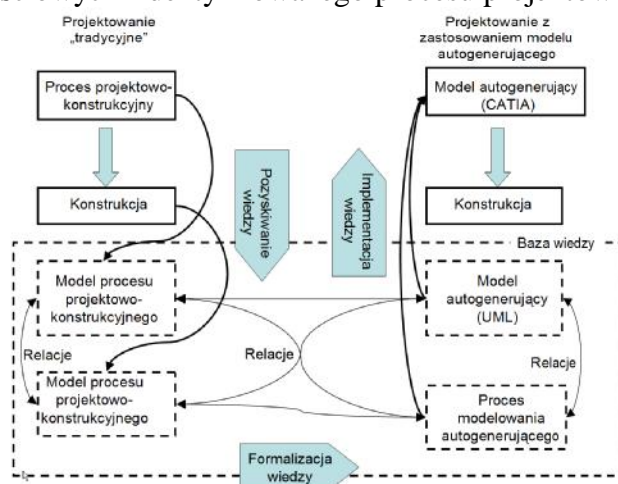
2.1. Modelowanie wiedzy

Model w ogólnych kategoriach jest systemem założeń, pojęć i zależności między nimi pozwalającym opisać (zamodelować) w przybliżony sposób jakiś aspekt rzeczywistości. Model może być różnego rodzaju w zależności od tego co opisuje albo jaką technikę opisu stosuje (model matematyczny, model 3D). W technice modele najczęściej dotyczą jakiegoś środka technicznego lub procesu, a właściwie cech tych środków lub procesów. Często są to pojedyncze cechy istotne dla danego środka technicznego lub procesu. Modele takie budowane są na bazie wiedzy o tych środkach technicznych lub procesach. W rozważanym przypadku

przedmiot modelowania jest nieco odmienny od typowych dla modelowania inżynierskiego, gdyż jest to właśnie wiedza na temat środka technicznego, który jest dopiero projektowany i jego procesu projektowania i konstruowania. W odróżnieniu od metod modelowania inżynierskiego modelowanie wiedzy ze względu na swój złożony charakter i brak wypracowanych metod tworzenia modeli wiedzy nie jest powszechnie stosowane, a wręcz rozwiązania z dziedziny projektowania i konstruowania należą do rzadkości. Zbudowany metodami modelowania wiedzy model wiedzy w formie ontologii przedstawionej w autorskiej metodologii KADM ma charakter ogólny niezależny od jakiejkolwiek aplikacji. Został wdrożony i zweryfikowany w dwóch różnych scenariuszach z zastosowaniem nie tylko różnych narzędzi i technik, ale także różnych form reprezentacji wiedzy. Mimo ogólnego charakteru przedstawionego modelu wiedzy w dalszej części artykułu do opisu struktury modelu wiedzy zastosowano określone formy reprezentacji wiedzy (klasy), techniki (diagramy UML) i narzędzia (MagicDraw) z jednego z przykładów zastosowania tej metodologii.

2.2. Koncepcja procesu przetwarzania wiedzy w metodologii KADM

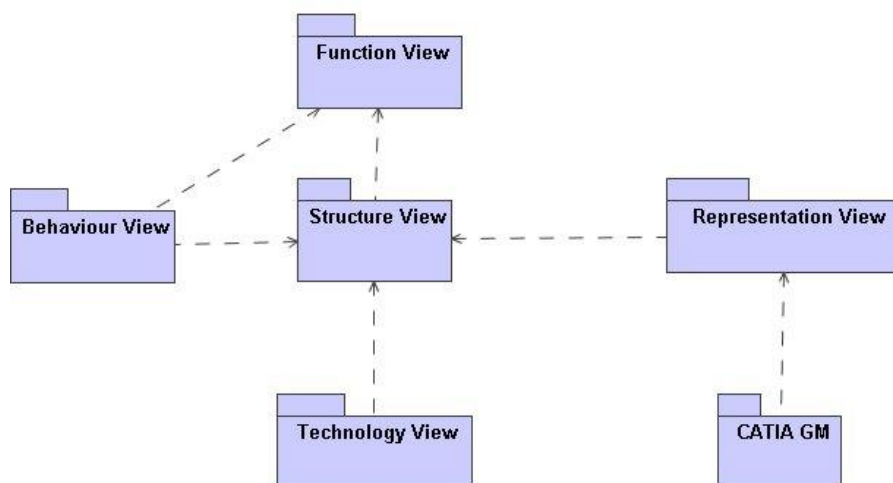
Proces przetwarzania wiedzy ma na celu nie tylko zwykle zidentyfikowanie, zapisanie wiedzy i sformalizowanie jej do celów budowy modelu autogenerującego. Głównym problemem koniecznym do rozwiązania w tym procesie jest przejście z modelu wiedzy stosowanego w procesie projektowo-konstrukcyjnym na model wiedzy zastosowany w modelu autogenerującym (rys. 2). Okazuje się, że struktura tych modeli wiedzy jest zupełnie odmienna [10], [11]. Wiedza stosowana w procesie projektowo-konstrukcyjnym jest postrzegana przez konstruktora jako wiedza proceduralna, a obiekty wiedzy podporządkowane są tym procedurom. Projektowany obiekt (jego cechy) jest określany niejako w wyniku zastosowania tych procedur. Natomiast forma modelu autogenerującego wymaga, aby wiedza była zorientowana na obiekt. Konieczne jest więc przetworzenie tej wiedzy do zupełnie innego modelu nienaturalnego dla procesu projektowo-konstrukcyjnego. Nienaturalnego, bo w takim typowym procesie maszyna czy urządzenie są dopiero projektowane, więc są wynikiem tego procesu. W modelu autogenerującym, rozpoczynając projektowanie, mamy już zapisany wynik tego procesu w formie modelu autogenerującego, który aktywnie potrafi „dostosować się” do zmieniających danych wejściowych zidentyfikowanego procesu projektowo-konstrukcyjnego.



Rys.2. Schemat koncepcji procesu przetwarzania wiedzy do postaci modelu autogenerującego

2.3. Model bazy wiedzy

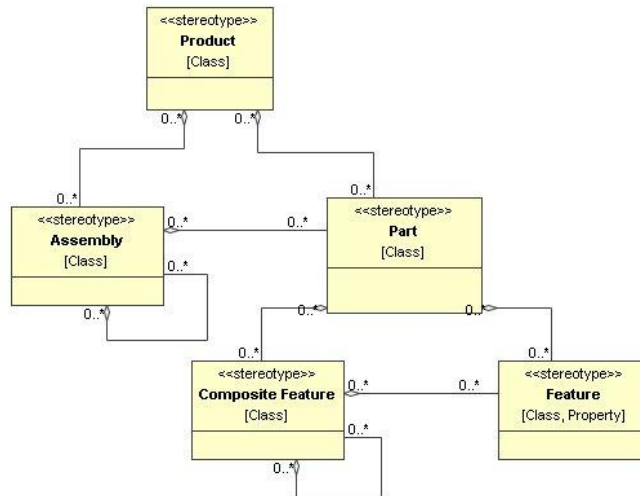
Do budowy bazy wiedzy wykorzystuje się język modelowania UML (*Unified Modeling Language*). Sam proces projektowania i budowania bazy wiedzy obejmuje dwa poziomy konkretyzacji [12]. W pierwszym modelowana jest ontologia bazy wiedzy [14], [1], która w sposób formalny definiowana jest jako aplikacja języka UML. Wykorzystywana jest możliwość specjalizowania języka poprzez definiowanie profili UML (*UML Profile*). W drugim etapie wiedza pozyskiwana jest przez zastosowanie diagramów UML. Akwizycja wiedzy wspomagana jest przez inżyniera wiedzy, gdyż konieczna jest znajomość budowania diagramów UML z zastosowaniem wcześniej zdefiniowanego profilu. Same diagramy, mimo że budowane przez inżyniera wiedzy, mają formę graficzną, umożliwiającą łatwe odczytywanie wiedzy przez osoby nieznające biegle języka UML. Diagramy budowane są z wykorzystaniem Profilu UML, który jest formą umożliwiającą przystosowanie tego języka do określonych wymagań. Zbudowany został więc taki Profil UML który odzwierciedla ogólne związki procesu projektowo-konstrukcyjnego i produktu. Wydzielone zostały autonomiczne przestrzenie wiedzy w formie pakietów (rys. 3).



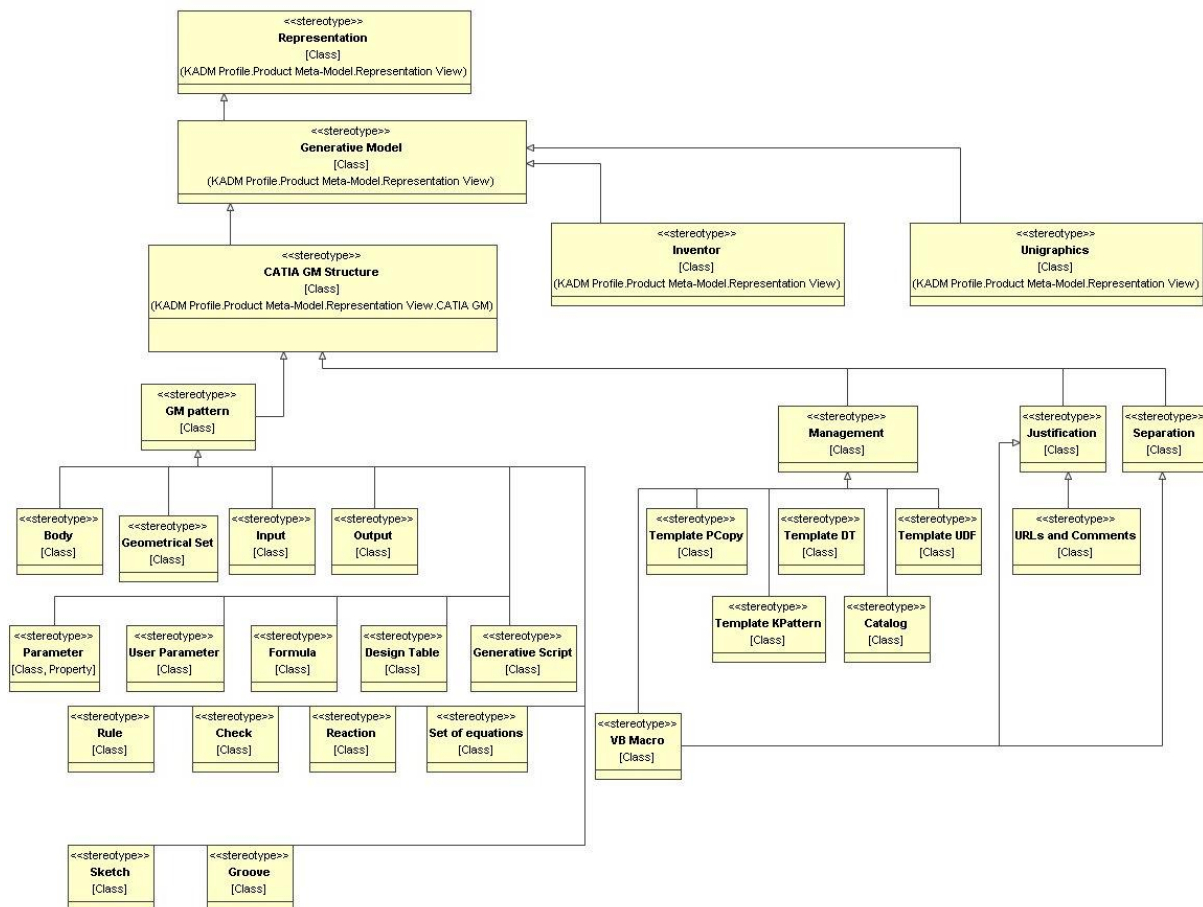
Rys.3. Struktura głównych pakietów (przestrzeni nazw) bazy wiedzy

Do budowy samego modelu autogenerującego najistotniejsze są dwa z tych pakietów: pakiet struktury (produktu) (*Structure View*) i pakiet formy zapisu konstrukcji (*Representation View*) z wyszczególnioną jedną z form, jaką jest model autogenerujący w systemie CATIA (CATIA GM). Z założenia relacje między jednostkami wiedzy z poszczególnych pakietów powodują, że obiekty te tworzą jedną wspólną (nierozdzieloną) bazę wiedzy, a pakiety mają tylko na celu uformowanie widoku na tę bazę wiedzy [2], np. poprzez strukturę produktu lub funkcję. Ułatwia to zarówno proces pozyskiwania wiedzy jak i jej analizy i zastosowania.

Poszczególne pakiety posiadają zdefiniowane stereotypy, które ograniczają zakres możliwych do zdefiniowania klas w danym pakiecie. Pakiet struktury (rys. 4) np. obejmuje przede wszystkim jednostki struktury produktu, ale w kategorii metamodelu produktu. Są to więc: produkt jako jednostka główna oraz jej składowe – zespół, element. W tym ostatnim wyróżniono także cechy złożone i proste (zwane też czasami całośkami lub obiektami elementarnymi).



Rys.4. Stereotypy pakietu struktury produktu i relacje między nimi

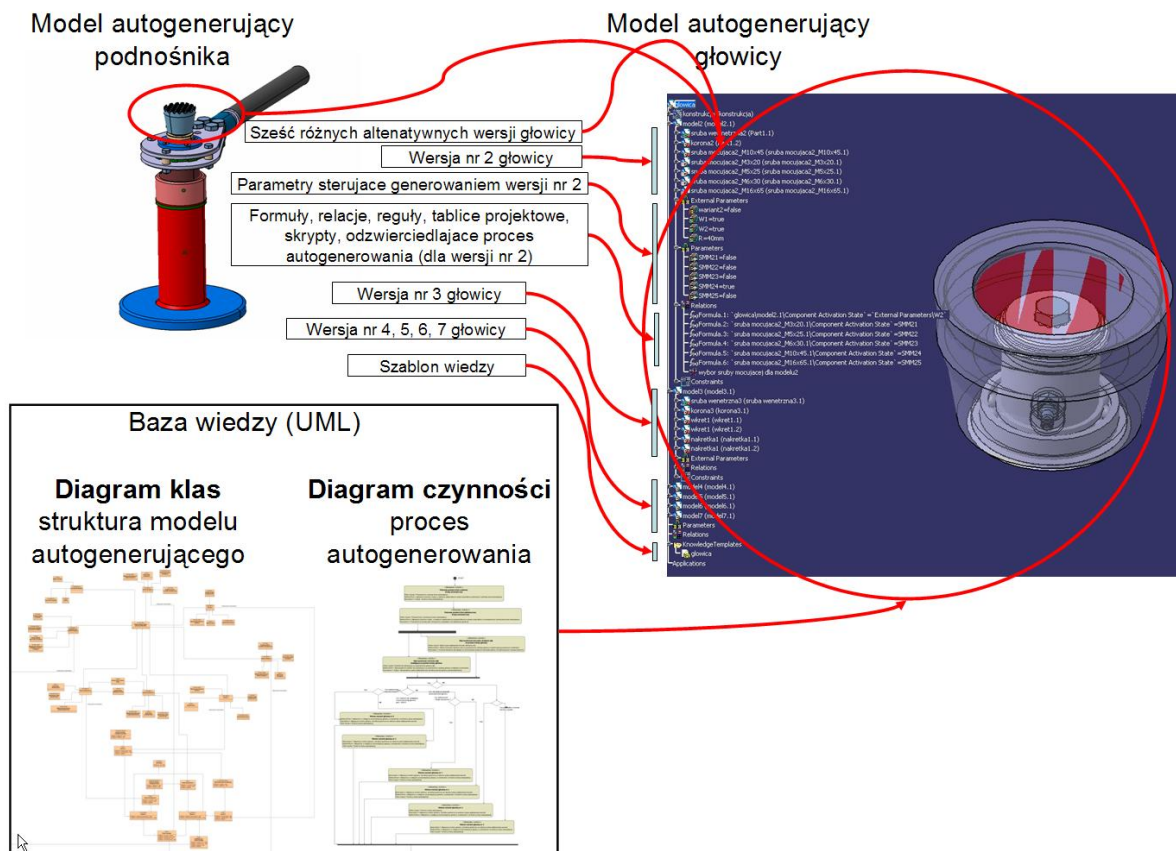


Rys.5. Główne stereotypy pakietu modelu autogenerującego jako formy reprezentacji zapisu konstrukcji

Liczba zdefiniowanych w modelu autogenerującym stereotypów jest dużo większa (rys. 5). Ponieważ widok reprezentacji jest rozumiany jako widok poprzez formy reprezentacji dostępne w systemie CATIA, to musi on odzwierciedlać funkcje reprezentacji wiedzy dostępne w tym systemie. One właśnie formują te stereotypy.

Profil ten jest stosowany dalej do budowy bazy wiedzy, w której budowane są cztery grupy diagramów: modelu struktury produktu (diagram klas), modelu procesu projektowo-

konstrukcyjnego (diagram czynności), struktury modelu autogenerującego (diagram klas), modelowania autogenerującego (diagram czynności). Dwa pierwsze diagramy stanowią niezależną od sposobu zapisu konstrukcji wiedzę projektowo-konstrukcyjną, a dwa ostatnie wiedzę zorientowaną właśnie na zapis konstrukcji (model autogenerujący w systemie CATIA). Ostatecznym wynikiem działań jest model autogenerujący w systemie CATIA (rys. 6). Model ma postać strukturalizowaną, tzn. oprócz rozdzielonych jednostek struktury produktu odpowiednie jednostki wiedzy także są właściwie strukturalizowane, tzn. każda z jednostek struktury posiada swój własny „pakiet wiedzy”, począwszy od parametrów sterujących tą jednostką poprzez formuły, relacje, reguły skrypty programowe, tablice projektowe sterujące procesem autogenerowania. W przeciwieństwie do zwykłego modelu CAD, który jest opisem jednostki produktu, model autogenerujący stanowi opis całej klasy jednostek nie tylko poprzez zwykłą parametryzację ale umożliwia także alternatywne istnienie wielu rozwiązań o zupełnie różnej wielkości, postaci i komplekacji zgodnie z zidentyfikowanym procesem projektowo-konstrukcyjnym. Pokrywa więc on dużo szersze spektrum rozwiązań niż dotychczas stosowane modele CAD i umożliwia ich automatyczne generowanie z zastosowaniem zintegrowanej wiedzy. Nie bez znaczenia jest fakt, że właściwa struktura modelu autogenerującego pozwala na stosowanie jednostek struktury modelu autogenerującego jako odrębne fragmenty innych modeli autogenerujących, począwszy od podzespołów, np. głowicy podnośnika śrubowego w innych rodzajach podnośników (rys. 6), a skończywszy na drobnych cechach (obiektach elementarnych) takich jak rowki na wpusty, podcięcia obróbcze itp.



Rys.6. Przykład modelu autogenerującego wraz z elementami składowymi i odpowiadającą mu bazą wiedzy w formie diagramów

3. WNIOSKI

W artykule przedstawiono fragment metodologii projektowania opartego na wiedzy z zastosowaniem systemów CAx. Fragment dotyczy modelowania bazy wiedzy z zastosowaniem języka UML do tworzenia modeli autogenerujących w systemie CATIA. Zastosowanie modeli autogenerujących oraz tworzone bazy wiedzy dotyczą fragmentów procesu projektowo-konstrukcyjnego o charakterze rutynowym i nie są przeznaczone do zadań innowacyjnych. W pracy projektowo-konstrukcyjnej mimo istnienia wielu różnych metod i środków wspomagania komputerowego 80% czasu zajmują pracochłonne i żmudne zadania rutynowe. Z tego tytułu zastosowanie wiedzy według proponowanego modelu procesu projektowo-konstrukcyjnego ma odciążyć konstruktora od szeregu pracochłonnych i rutynowych czynności. Stanowi dalszy krok w rozwoju metod wspomagania komputerowego oraz może zmienić charakter pracy konstruktora na bardziej innowacyjny i twórczy.

W pracy skupiono się na aspektach przetwarzania wiedzy i budowy ontologii oraz relacjach pomiędzy poszczególnymi fragmentami bazy wiedzy. Poprawność modelu bazy wiedzy została sprawdzona w praktyce poprzez utworzenie szeregu modeli autogenerujących. W trakcie tworzenia modeli autogenerujących zwrócono uwagę na duże znaczenie inżyniera wiedzy w pozyskiwaniu i przetwarzaniu wiedzy oraz złożoności tego procesu, wynikiem tych analiz był drugi (łatwiejszy) scenariusz pozyskiwania wiedzy (rys. 1). Ponieważ metodologia ma charakter paradygmatu oraz nieliczne są rozwiązania o podobnym charakterze, to nie określono jeszcze jednoznacznie ilościowych kryteriów oceny samej metodologii. Dalszych prac wymagają złożone relacje socjotechniczne w procesie pozyskiwania i przetwarzania wiedzy, w którym uczestniczą inżynier wiedzy i specjalista (konstruktor). Konieczne jest uzyskanie dalszych doświadczeń dla usprawnienia tych relacji, gdyż mogą one negatywnie oddziaływać na wynik całości metodologii. Zmniejszenia pracochłonności tworzenia modelu autogenerującego należy upatrywać w usprawnieniu procesu pozyskiwania wiedzy oraz automatyzacji niektórych fragmentów metodologii. Duży nakład pracy potrzebny do utworzenia modelu autogenerującego zwraca się wyłącznie przy często powtarzanych i złożonych fragmentach procesów projektowo-konstrukcyjnych o charakterze rutynowym.

LITERATURA

1. Ghafour S.A., Ghodous P., Shariat B., Perna E.: An ontology-based approach for procedural CAD models data exchange. In: P. Ghodous et al. (eds): *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. Leading the Web in Concurrent Engineering*. IOS Press, 2006, s. 251-259
2. Kingston J.: Multi-perspective knowledge modelling: A framework for knowledge management and knowledge engineering. *Proceedings of the Symposium on Methods of Artificial Intelligence AI-METH 2005 and the Workshop on Knowledge Acquisition in Mechanical Engineering*. 16-18, 2005, Gliwice: Pol. Śl., 2005, s.63-64
3. Mazurek A., Skarka W.: *CATIA. Podstawy modelowania i zapisu konstrukcji*. Gliwice: Helion, 2005
4. Moczulski W.: Pozyskiwanie wiedzy deklaratywnej i proceduralnej. *Proceedings of the Symposium on Methods of Artificial Intelligence in Mechanics and Mechanical Engineering, AI-MECH 2000*. Gliwice 2000, s.55-69
5. Object Management Group – UML www.uml.org

6. OWL – Web Ontology Language www.w3.org/2004/OWL/
7. Pokojski J.: Inteligentne wspomaganie procesu integracji środowiska do komputerowo wspomaganego projektowania maszyn. Warszawa: WNT, 2000
8. Sandberg M.: Knowledge Based Engineering – In Product Development. Technical Report. Division of Computer Aided Design. Lulea University of Technology. Sweden, 2003
9. Schreiber G., Akkermans H., Anjewierden A., de Hoog R., Shadbolt N., Van de Velde W. and Wielinga B.: Knowledge Engineering and Management. The CommonKADS Methodology. The MIT Press 1999
10. Skarka W.: Knowledge Acquisition for Generative Model Construction. In: P. Ghodous et al. (eds): Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. Leading the Web in Concurrent Engineering. IOS Press, 2006, s. 263-270
11. Skarka W.: Application of MOKA methodology in generative model creation using CATIA. doi:10.1016/j.engappai.2006.11.019 Article in Press. Engineering Applications of Artificial Intelligence. Elsevier 2006
12. Skarka W.: Metodologia tworzenia i wykorzystywania baz wiedzy w procesie projektowania. Zastosowanie języków UML i XML do projektowania baz wiedzy. Monografia. Gliwice: Wyd. Pol. Śląskiej, 2005
13. Stokes M. (ed.): Managing Engineering Knowledge; MOKA: Methodology for Knowledge Based Engineering Applications. Professional Engineering Publishing, Londyn, 2001
14. Uschold M., Gruninger M.: Ontologies: Principles, Methods and Applications. Knowledge Engineering Review 11 (2) 1996

USING UML IN KNOWLEDGE MODELING FOR CONSTRUCTING GENERATIVE MODELS IN CATIA

Summary. Generative models are created in CAx system environments. They are characterized by high degree of integrated knowledge and allow automation of routine tasks of designing process. For the purpose of constructing complex generative models the author's methodology, which covers all the phases of knowledge processing, from identification, acquisition, formalization up to knowledge implementation to the generative models, has been put forward. The paper also presents detailed ontology of knowledge base as the key solution for this methodology.