

Alicja **ZIELIŃSKA**
Stanisław **TOMASZEWSKI**

OPROGRAMOWANIE A NOWOCZESNE PROJEKTOWANIE

Streszczenie: W artykule przedstawiono najistotniejsze cechy oprogramowania do komputerowego wspomaganie projektowania w 2D oraz 3D, a także krótką charakterystykę oprogramowania do wspomaganie projektowania oferowanego na naszym rynku. Oprogramowanie przedstawiono pod kątem przyszłych wyborów i opracowania koncepcji zakupów oprogramowania do projektowania ze względu na przyjęte wymagania. Dokonano analizy cech oprogramowania pod kątem skrócenia czasu przygotowania dokumentacji, a tym samym czasu realizacji projektu.

1. WPROWADZENIE

Decyzję o wyborze nowego systemu 3D oraz zastąpieniu nim istniejącego oprogramowania należy podejmować z rozważaniem. Nie jest możliwe podjęcie decyzji z dnia na dzień. Często mijają miesiące od inicjacji tematu, a w międzyczasie oprogramowanie wciąż żyje – powstają nowe wersje i uaktualnienia, za którymi coraz trudniej nadążyć. Oferty na rynku oprogramowania są coraz bogatsze. Na przestrzeni lat można wyróżnić pewne tendencje. Firmy, które długo utrzymują się na rynku są gwarancją stabilności i dalszego rozwoju swego oprogramowania. Dlatego przed podjęciem prawidłowej decyzji należy dokonać wnikliwej analizy rynku i uzyskać informacje o najnowszych tendencjach na rynku oprogramowania. Nie bez znaczenia jest powszechność stosowanego oprogramowania, która może okazać się bardzo ważnym elementem, decydującym o sukcesie całego przedsięwzięcia. Tutaj nie wystarczy doświadczenie pracowników w zakresie znajomości niektórych programów, bądź ich preferencje.

Przed podjęciem prawidłowej decyzji o wyborze, trzeba przyjąć kryteria jakimi należy się kierować. Do najważniejszych czynników można z pewnością zaliczyć możliwości transponowania istniejących projektów do nowego systemu, koszty nowego oprogramowania oraz możliwości współpracy z kontrahentami, czyli kompatybilność z ich oprogramowaniem.

Dodatkowo należy przyjąć stopień integracji systemu łącznie z systemem wspomaganie zarządzania. Umożliwia ona swobodny przepływ informacji według ustalonych kryteriów. Podejmowane decyzje mogą być udostępniane w czasie rzeczywistym wyznaczonej grupie pracowników. W dobie obowiązującej ustawy o podpisie elektronicznym stosowanie systemów zintegrowanych umożliwia bieżącą aktualizację informacji. Wykorzystuje się do tego mechanizmy sterowania w pętli zamkniętej wbudowane w te systemy. Dzisiaj chyba nikt nie ma wątpliwości, że właściwy przepływ informacji ma podstawowe znaczenie dla efektywnego funkcjonowania przedsiębiorstwa. Odpowiedni przepływ informacji jest zapewniony przez większość współczesnych systemów do wspomaganie projektowania w zakresie zarządzania dokumentacją konstrukcyjną oraz obiegiem dokumentów. Dla porównania przedstawiona zostanie charakterystyka systemów do projektowania w 2D i 3D funkcjonujących obecnie na rynku.

2. PROJEKTOWANIE W SYSTEMIE 2D

Obecnie w większości firm projektowych do wspomaganie konstruowania wykorzystuje się systemy 2D. W tym wypadku ekran monitora zastępuje deskę kreślarską. Sam proces konstruowania podobnie jak na desce kreślarskiej polega na rysowaniu linii,

okręgów i łączeniu ich w zbiory, które przedstawiają widoki, rzuty elementów maszyn. Przewaga komputera nad deską kreślarską polega na tym, że w łatwy sposób można dokonywać modyfikacji elementów na rysunku przy pomocy funkcji dostępnych w tych systemach polegających na :

- kopiowaniu fragmentów rysunku i całych rysunków zarówno do innego rysunku, jak i w obrębie tego samego rysunku .
- przesuwaniu
- powiększaniu
- wstawianiu do rysunku elementów powtarzających się takich jak wszelkiego typu elementy normowe (śruby, nakrętki i inne) jako obiektów, które mogą podlegać modyfikacji.

Taki sposób tworzenia dokumentacji konstrukcyjnej nie pozwala na tworzenie powiązań między rysunkami przywołanymi do zespołów, jak i parametryzacji w obrębie jednej części. Metoda ta prowadzi do powstawania większej ilości błędów wymiarowych, kolizji między częściami współpracującymi, a ich ilość zależy od doświadczenia osoby projektującej i czasu poświęconemu na wykonanie danego zadania. W OBRUM podstawowym oprogramowaniem do projektowania 2D jest obecnie TRIGA firmy Logotec.

3. ZARZĄDZANIE DOKUMENTACJĄ KONSTRUKCYJNĄ

W OBRUM do zarządzania opracowywaną dokumentacją wykorzystuje się system PDM, który pozwala na zakładanie numerów projektów, rysunków i innych dokumentów związanych z projektem i rysunkiem (wszelkiego rodzaju wymagania techniczne, warunki na malowanie i itp.). Można tu także tworzyć bazy materiałów, bazy części normowych typu: normalia, klocki i inne, z których takie dane jak: nazwa, numer, materiał, ciężar, cena i inne mogą być przekazywane i wykorzystane w projekcie lub na rysunku.

Projekty mogą być tworzone w różnych komórkach (np. TR1, TR2), przez co łatwiej je zlokalizować wśród dużej ilości projektów. Ponadto dokumenty tworzone w określonych komórkach mogą być utajniane, czyli niedostępne dla użytkowników spoza danego działu.

Tajność może być stopniowana i może dotyczyć zarówno całego projektu, jak i poszczególnych rysunków.

System zarządzania dokumentacją ułatwia pracę z projektem dzięki następującym możliwościom:

- liczenie masy złożów (dokumentacja wykonywana w systemie 2-D), pod warunkiem, że będzie tworzona struktura projektu i będą podane masy rysunków wchodzących w skład złożenia.(w OBRUM wykorzystane w małym stopniu)
- tworzenie automatycznego obiegu rysunku do zatwierdzenia zgodnie z przyjętą procedurą, tzn. rysunek po wykonaniu i zmianie jego stanu na gotowy przez konstruktora automatycznie wędruje do kolejnych osób zatwierdzających w celu sprawdzenia go i zatwierdzenia. W przypadku gdy którakolwiek z osób stwierdzi błąd, rysunek z notatką wraca do konstruktora, do poprawy. Po zatwierdzeniu przez wszystkich rysunek zmienia stan na zatwierdzony. Osoby zatwierdzające muszą pracować w sieci i mieć PDM (opcja nie wykorzystywana w OBRUM);
- tworzenie wykazu rysunków potrzebnych do wykonania projektu (opcja nie wykorzystywana w OBRUM; wykazy są pisane przy pomocy innego programu co powoduje zerwanie więzi z projektem -zmiana w projekcie nie będzie odzwierciedlana w wykazie);
- tworzenie struktury projektu w postaci drzewa;

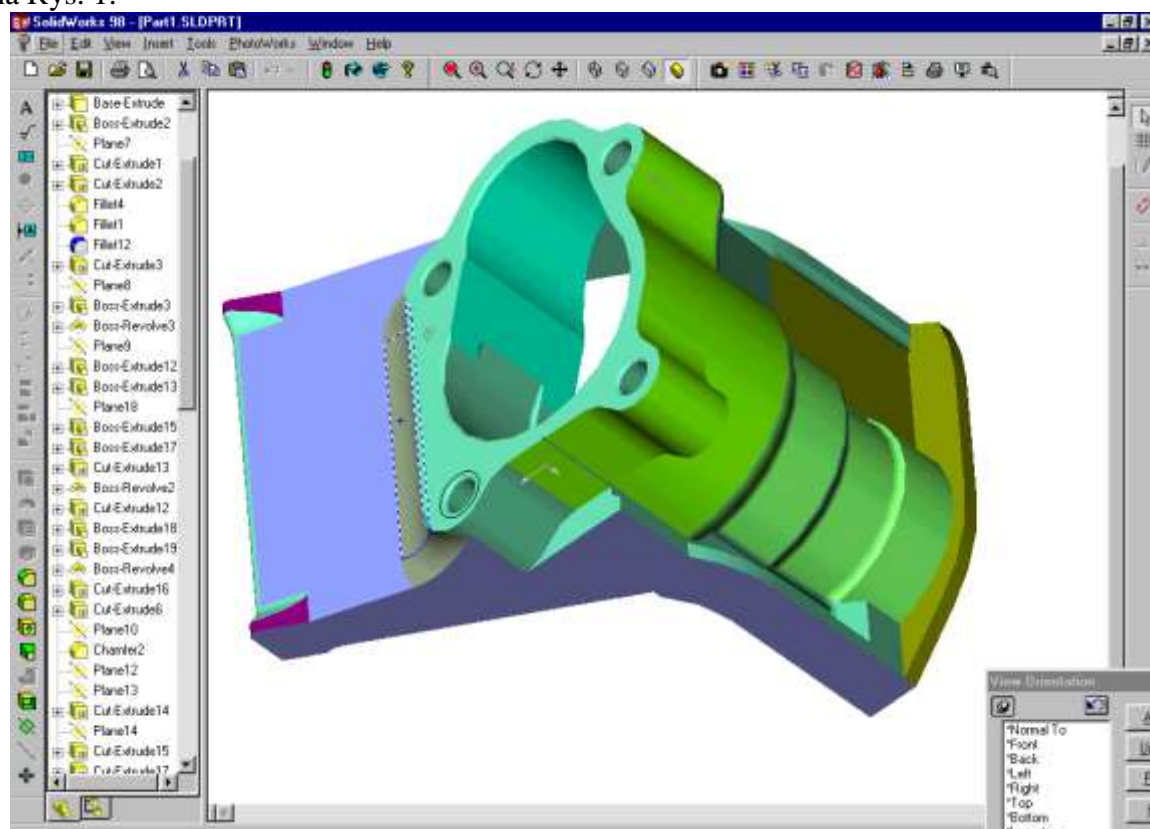
- zarządzanie wersjami rysunków, tzn. zmianami. Każdy rysunek, który jest zatwierdzony nie może być potem zmieniony; zmiany, które mają być wprowadzone powodują powstanie nowej wersji rysunku. Program określa kto utworzył nową wersję i umożliwia dołączanie opisu takiej zmiany. Program panuje nad tym, która wersja i w jakim projekcie jest wykorzystana (opcja ta nie funkcjonuje w OBRUM);
- tworzenie wykazu powołań nadrzędnych, tzn. określenie do jakich złożeń wchodzi dany rysunek;
- zarządzanie dokumentacją wykonywaną w np. Logocadzie, Autocadzie i w systemach 3-D (w OBRUM wykorzystywany do zarządzania dokumentacją Logocada).

4. PROJEKTOWANIE SYSTEMIE W 3D

W wielu firmach krajowych do wspomagania projektowania wprowadza się obecnie systemy 3D. W tych systemach projektowanie polega na wykonywaniu modelu przestrzennego całego urządzenia składającego się z wielu części i zespołów.

Większość systemów istniejących na rynku wykorzystuje do tworzenia modeli algebrę Boole'a jako podstawowe działanie na bryłach. Obecnie jest to standardem, który świadczy o wartości oprogramowania.

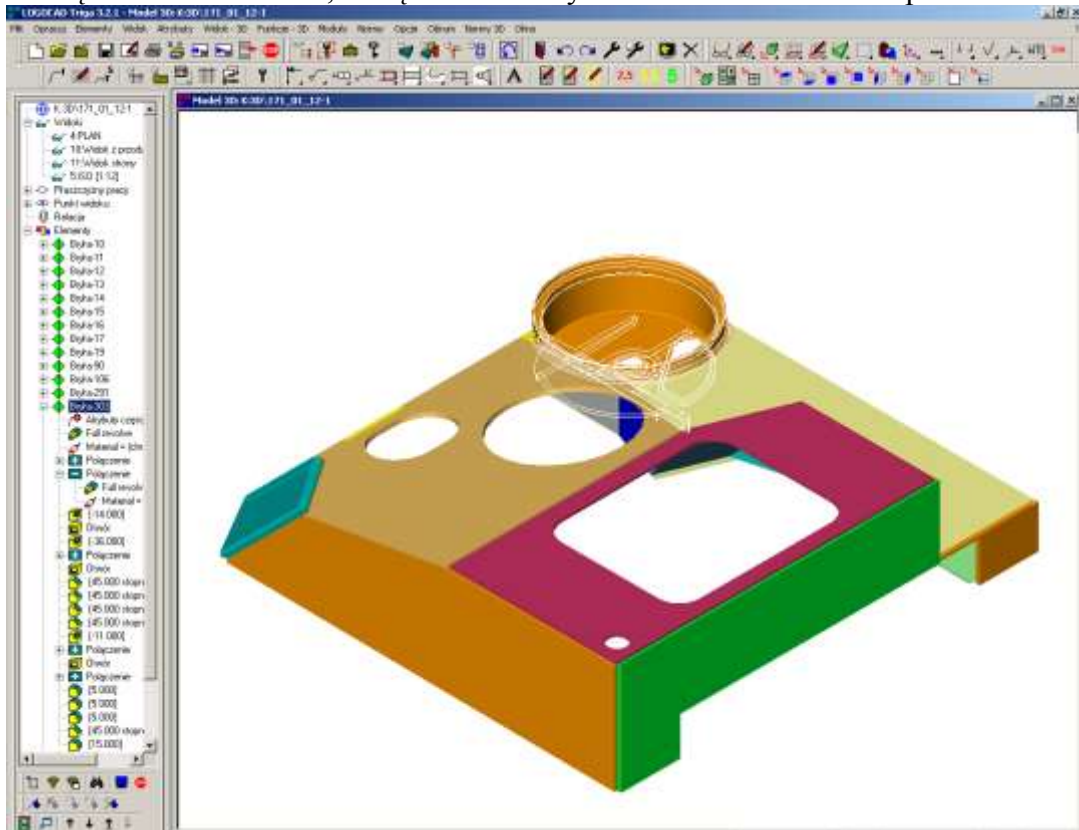
Przykładowy model części wykonany w oprogramowaniu Solid Works przedstawiono na Rys. 1.



Rys. 1 Model części wykonany w programie SolidWorks

Należy zauważyć, że większość systemów istniejących na rynku podobnie realizuje swe modele. Wygląd ich jest bardzo zbliżony. Podstawowe różnice są w funkcjonowaniu oprogramowania, jego architekturze, złożoności tworzenia modelu oraz sprawności systemu, tzn. sprawnego funkcjonowania systemu przy wykonywaniu dużych, skomplikowanych

części. Bardzo przyjazną architekturą jest architektura „drzewiasta” - na belce narzędziowej mamy historię tworzenia modelu, którą można modyfikować w zależności od potrzeb.



Rys. 2. Model złożenia wykonany za pomocą programu „Triga”

Wykonując model części wykorzystuje się różne funkcje do tworzenia brył dostępne w programach 3-D między innymi:

- wyciąganie konturu;
- obrót konturu;
- wyciąganie przez wiele konturów;
- wycinanie w bryle przez wyciąganie konturu;
- zaokrąglanie krawędzi brył;
- fazowanie;
- nadawanie grubości powierzchniom.

W trakcie wykonywania modelu automatycznie tworzona jest lista operacji jaka została użyta do wykonania części. Wszystkie te operacje można edytować i zmieniać ich kolejność.

Każda część w postaci modelu przestrzennego jest sparametryzowana, to znaczy wszystkie cechy określające jej kształt i wielkość są w pełni określone wymiarami, które w każdej chwili można zmienić, a one z kolei są uaktualniane w modelu.

Zespoły to modele przestrzenne składające się z wielu części i podzespółów.

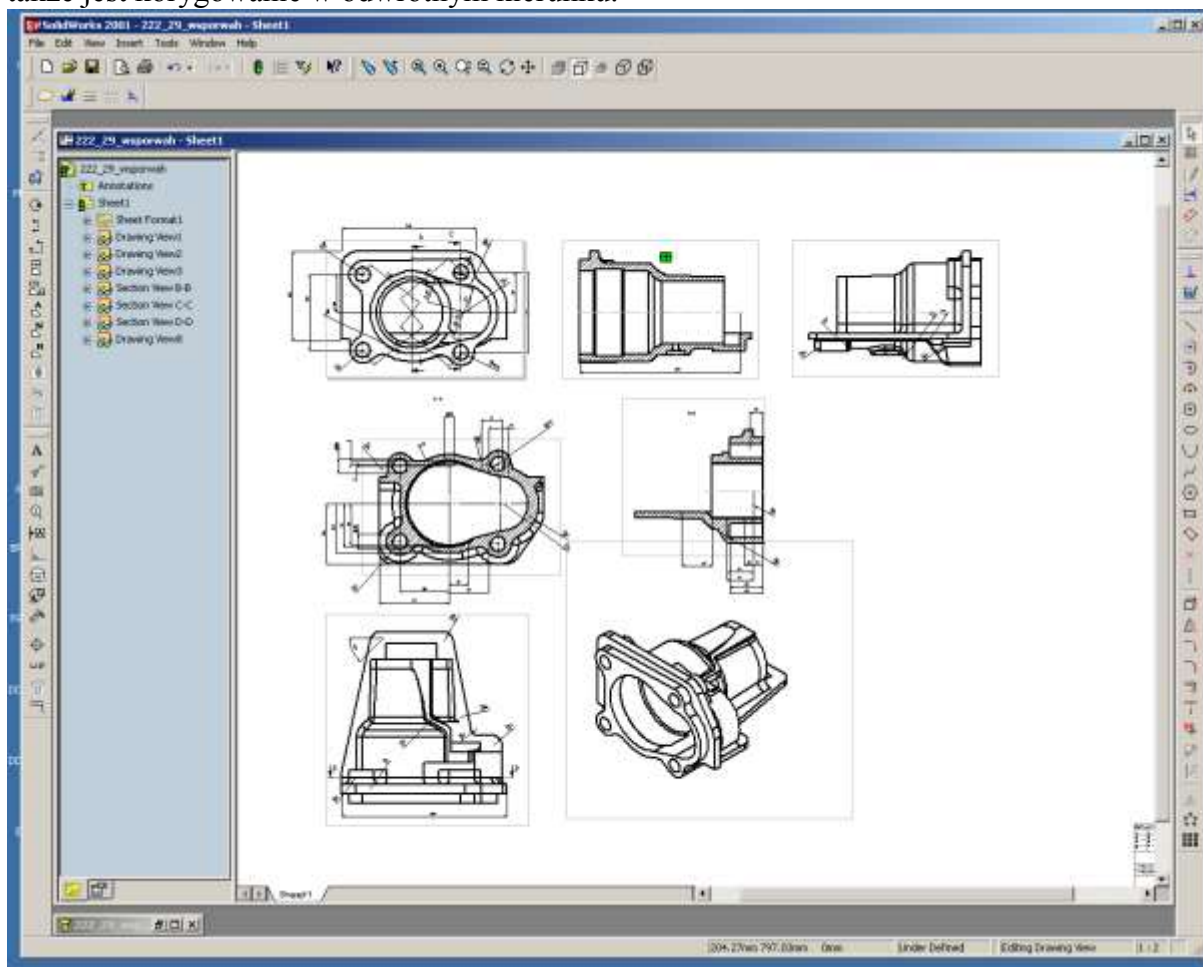
Poszczególne części na złożeniu powiązane są relacjami określającymi ich położenie względem siebie. Zespół główny może się składać zarówno z części, jak i podzespółów.

Tworzenie zespołów może się odbywać oddolnie - w pierwszej kolejności modelowane są części i następnie wstawiane są do zespołów, lub odgórnie - części wykonuje się na złożeniu, wykorzystując powiązania z innymi elementami znajdującymi się na rysunku.

Każda z części zapisywana jest w oddzielnym pliku.

Wykonywanie dokumentacji płaskiej polega na generowaniu na założonych formatkach widoków, odpowiednich rzutów i przekroji z modelu części lub złożenia.

Następnie z modelu przestrzennego przenosi się wymiary, wstawia potrzebne warunki techniczne na wykonanie i tak powstaje gotowa dokumentacja. Zmiany dokonane w modelach części lub złożeń są automatycznie uwzględniane na rysunkach płaskich. Możliwe także jest korygowanie w odwrotnym kierunku.



Rys. 3 Rysunki płaskie dla modelu części wykonanej w programie SolidWorks

Przykład tworzonych rysunków płaskich z modelu części /Rys. 1/ przedstawiono na powyższym rysunku /Rys.3/, z kolei Rys. 4 obrazuje rysunki płaskie modelu złożeń.

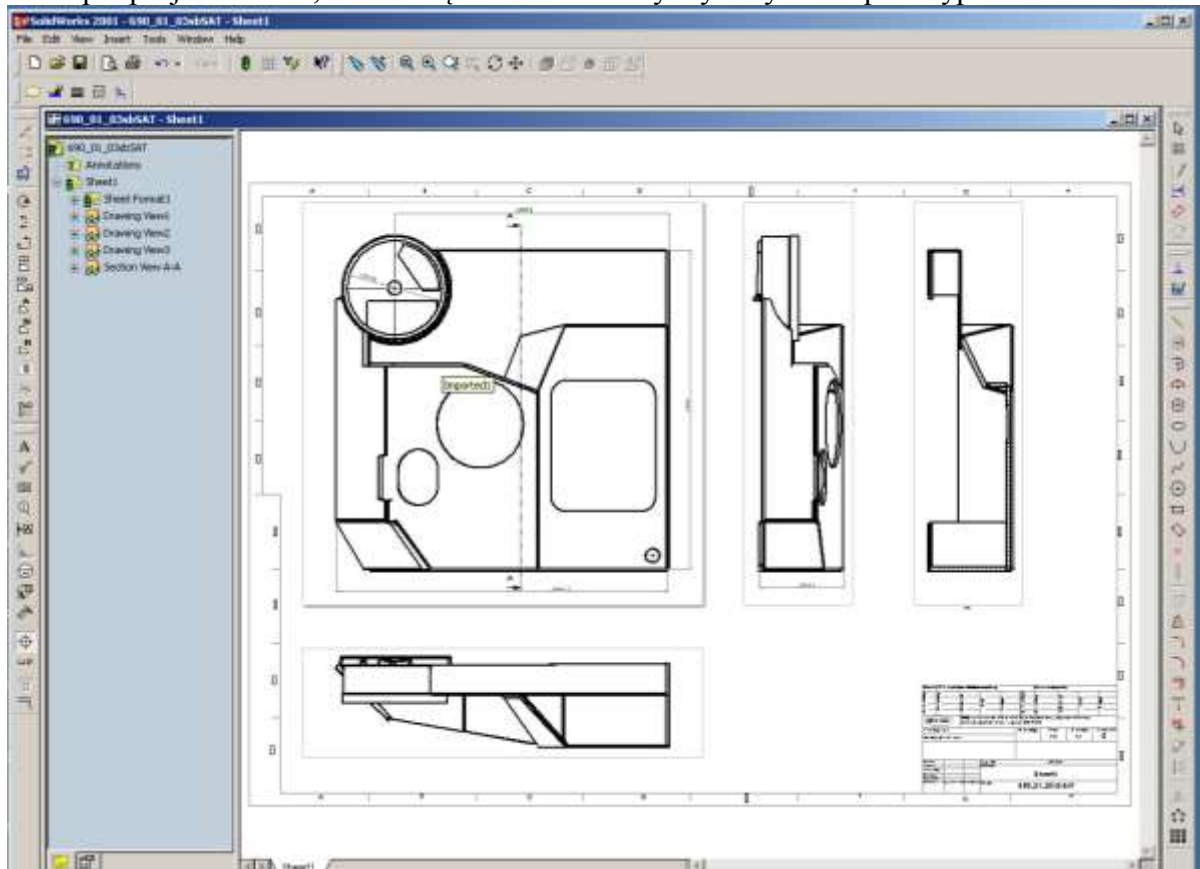
Przedstawiony sposób tworzenia modelu projektu pozwala na uzyskanie pełnych zależności o wzajemnym położeniu między częściami i zespołami zarówno tworzącymi całość projektu, jak i o cechach charakterystycznych (wymiały, cechy materiałowe części i zespołów) wszystkich elementów składowych projektu.

Dzięki wspomnianym zasadom powstawania modelu 3-D uzyskuje się następujące korzyści:

- pracę zespołową nad modelem - każdy uprawniony ma dostęp do aktualnego modelu i w zależności od uprawnień może dokonywać zmian bądź wprowadzać elementy wyposażenia hydraulicznego czy elektrycznego;
- możliwość parametrycznego tworzenia modelu, jak również elementów; wchodzących w jego skład;
- możliwość sprawdzania kolizji między elementami wchodzącymi w skład urządzenia, zanim zostanie wykonany obiekt rzeczywisty;
- możliwość określania charakterystyk masowych modelu, takich jak:
 - masa modelu i pojedynczych jego części;

- masowe momenty bezwładności modelu i położenie głównych centralnych osi bezwładności;
 - powierzchni całego modelu jak i jego części;
- możliwość przekazywania modelu 3D do programów MES, a przez to przyspieszenie obliczeń wytrzymałościowych;
 - możliwość przekazywania modelu 3D do programów CAM, a przez to przyspieszenie wykonania złożonych modeli odlewów, tłoczników, matryc na obrabiarkach wieloosiowych sterowanych numerycznie;
 - automatyczne tworzenie specyfikacji (wykazu) elementów dla poszczególnych zespołów jak dla całego projektu;
 - wykonania dokumentacji płaskiej (warsztatowej) zależnej od modelu 3D, w której zmiany modelu automatycznie nanoszone są na dokumentacji płaskiej,
 - możliwość przedstawiania animacji;
 - tworzenie dokumentacji - katalogowej (rozstrzelonej).

Powyższe cechy projektowania 3D umożliwiają na uniknięcie błędów w dokumentacji już na etapie projektowania, co znacząco obniża koszty wykonywania prototypów.



Rys. 4 Rysunki płaskie dla modelu złożenia wykonanego w oprogramowaniu SolidWorks

Poszczególne zespoły, jak również jego składowe można także oglądać i wydrukować zanim zostaną wykonane.

Wykonane modele 3D mogą być wykorzystane do tworzenia ofert technicznych, jak również w celach marketingowych.

5. ASPEKTY WYBORU NOWEGO OPROGRAMOWANIA

Od podjęcia decyzji o zakupie nowoczesnego oprogramowania do czasu realizacji tego zamierzenia upływa najczęściej wiele miesięcy. Decyzja ta może mieć poważny wpływ na przyszłość firmy. Wyboru należy dokonać bardzo rozsądnie, aby pieniądze zainwestowane w rozwój firmy przynosiły jak najszybciej korzyści. Trudno jest podjąć tę decyzję bez wcześniejszego przygotowania. Przed wyborem określonego typu oprogramowania najczęściej zaprasza się poszczególnych dystrybutorów, w celu zapoznania się z najnowszymi wersjami programów. Najczęściej nie ułatwia to podjęcia decyzji, lecz daje pogląd na możliwości oprogramowania .

Przy wyborze nowego oprogramowania najbardziej odpowiedniego dla firmy należy mieć na uwadze następujące aspekty :

- możliwości uaktualnienia - przetransponowania projektów z aktualnego oprogramowania na nowe;
- koszty nowego oprogramowania;
- posiadanie translatorów, co zapewnia kompatybilność nowego oprogramowania z oprogramowaniem kontrahentów w celu umożliwienia współpracy lub możliwości transponowania plików;
- łatwość obsługi, przyjazność oprogramowania, tj. w miarę krótki czas od wprowadzenia oprogramowania do jego wykorzystania.

Są to główne aspekty, które należy brać pod uwagę. Ponadto nie bez znaczenia są i inne atuty: posiadanie narzędzi w zintegrowanym pakiecie, szybkość projektowania i łatwość zarządzania dużymi projektami, co znacznie oszczędza czas. Wymagana byłaby również pewna automatyzacja powtarzalnych czynności w procesie tworzenia zespołów, jak wstawianie śrub w otwory, dobór właściwych podkładek i nakrętek. Te wymagania spełnia oprogramowanie SolidWorks [1], program robiący zawrotną karierę w Stanach Zjednoczonych, jeśli chodzi o ilość instalacji. Istotnym elementem jest integracja aplikacji, które służą do analizy (CAE) , wytwarzania (CAM) i zarządzania bazami danych (PDM).

Z pewnością nie są to jedyne uwarunkowania, którymi należy się kierować przy wyborze nowego oprogramowania.

Konieczne jest zdefiniowanie stopnia integracji systemu komputerowego. Istniejące systemy pozwalają na bardzo duży stopień integracji, co jednak znacznie wpływa na wzrost kosztów takiego systemu. Idealnym rozwiązaniem jest pełna komputeryzacja systemu od projektowania do wykonania wyrobu. Zabieg ten jest jednak drogi. Nawet najbogatszych firmy nie stać na wykorzystywanie wyłącznie nowoczesnego oprogramowania. W naszych realiach musimy kierować się jeszcze większą rozwagą.

6. OPROGRAMOWANIE DO WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA W SYSTEMIE 3D

Na rynku polskim funkcjonuje wiele aplikacji, które mają różne możliwości w zakresie modelowania w 3D od samego projektowania po obliczenia MES-owskie. Spróbujemy przedstawić i scharakteryzować niektóre z tych, które naszym zdaniem zasługują na uwagę oraz przedstawić możliwości ich wykorzystania w kontekście oprogramowania funkcjonującego w Ośrodku. Wcześniej to zrobimy przedstawimy kryteria oceny wybranych programów oraz ich ocenę, która jest czasami - zwłaszcza w punktach dotyczących funkcjonowania oprogramowania – oceną subiektywną.

Tablica 1. Zestawienie programów przeznaczonych do projektowania **

		PROJEKTOWANIE				
		3D				2D
		Solid Works	Solid Edge	TRIGA	Inwentor	Autocad
1	Współpraca z innymi programami używanymi w OBRUM (np.COSMOS/M)	+	+			brak algebry Boole'a
2	Cena	5000\$	7500\$	12000DM	6000\$	12000\$
3	Przyjazność oprogramowania	10*	8	5	6	3
4	Przekształcanie modeli na dokumentację płaską	5	5	3	3	0
5	Prostota obsługi i nanoszenie zmian	10	8	5	6	4
6	Ilość istniejącej dokumentacji utworzonej w danym oprogramowaniu	+		++		+
7	Złożoność tworzonych modeli	10	9	6	5	1
8	Praca zespołowa	+	+	+	+	-
9	Łatwość posługiwania się złożonym modelem	10	10	4	8	0
10	Łatwość tworzenia dokumentacji płaskiej	8	8	4	8	8
11	Archiwizacja danych	+	-	+	-	-
12	Zabezpieczenie przed popełnieniem błędu	10	10	10	8	0
SUMA		53	48	27	36	16

* - na użytek własny do oceny przyjęto skalę od 0 do 10 punktów

** - ze względu na wysoką cenę nie rozpatrujemy powyżej systemów najlepszych np. Catia, ProEngineer, Unigraphics oraz Nastran

Do najbardziej znanych i powszechnie stosowanych systemów do projektowania przestrzennego należą między innymi :

1. Catia [7]
2. ProEngineer [3]
3. Unigraphics [5]
4. Solid Works
5. Solid Edge [4]
6. Inventor [7]
7. Logocad
8. Mechanical Desktop (nie rozwojowy, zastępuje go Inventor).

Wymienione programy przedstawiono w kolejności od najlepszego do najmniej zaawansowanego, czyli z najmniejszymi możliwościami (Tablica 1). Pierwsze trzy systemy należą do najbardziej zaawansowanych, a przy zakupie odpowiednich modułów pozwalają na wykonywanie pełnej dokumentacji technicznej (dokumentacja rysunkowa, obliczenia wytrzymałościowe z wykorzystaniem metody elementów skończonych, dokumentacja technologiczna, zarządzanie bazą projektu). Te systemy mają najczęściej budowę modułową - składają się z kilku samodzielnych programów pozwalających wykonywać określone prace. Są moduły umożliwiające:

- modelowanie części
- tworzenie złożeń
- tworzenie rysunków płaskich
- wykonywanie liniowych obliczeń wytrzymałości
- wykonywanie dokumentacji technologicznej
- korzystanie z części normowych.
- i inne.

Sposób budowy tych programów pozwala na zakup w pierwszej kolejności tych, które są niezbędne do tworzenia dokumentacji, a następnie na rozszerzanie przez zakup kolejnych podprogramów. Systemy są zamknięte, więc zakup kolejnego oprogramowania tego systemu odbywać się musi u tego samego dostawcy.

Należy zaznaczyć, że te systemy należą do zaawansowanych i posługiwanie się nimi wymaga wielotygodniowych szkoleń. Dopiero po pewnym czasie przeszkolony pracownik może zacząć projektować w tym systemie.

Obecnie programy te nie mają jeszcze wersji polskiej, co jest utrudnieniem w posługiwaniu się nimi.

Z trzech następnych programów, które należą do klasy średniej na wyróżnienie zasługuje Solid Works, który ma duże możliwości tworzenia złożonych modeli przestrzennych i dokumentacji płaskiej. W bardzo dobry i intuicyjny sposób rozwiązano w tym programie nadawanie relacji pomiędzy elementami złożenia i poszczególnych części. Istnieje w nim wiele funkcji, które ułatwiają modelowanie części :

- kopiowanie szkiców w obrębie i do innych części;
- kopiowanie części składowych brył (feature-sów) modelu części i do innych elementów;
- tworzenie szkiców pochodnych (zależnych od tego z którego powstały).

Dodatkowo należy podkreślić łatwość obsługi tego programu. Obecnie funkcjonuje wersja polska tego oprogramowania.

Powołując się na opinie zawarte w internecie [6] analitycy w przemyśle oraz użytkownicy CAD jednomyślnie stwierdzili, że SolidWorks jest obecnie standardem wśród programów 3D CAD na całym świecie, tak jak AutoCAD jest standardem w projektowaniu 2D.

Dodatkowym atutem dla naszego Ośrodka jest fakt, że obecnie do obliczeń inżynierskich używamy systemu Cosmos/M. Nowsza wersja tego oprogramowania Cosmos/Works [2] jest zintegrowana w środowisku Solid Works. Oprogramowanie to służy do różnego rodzaju analiz metodą elementów skończonych MES (FEA - Finite Element Analysis), co jest standardem w ośrodkach badawczo-rozwojowych, instytutach oraz biurach projektowych.

Ponadto Solid Works jest kompatybilny z posiadanym przez nas programem 3D StudioMAX, służącym do tworzenia animacji komputerowych.

Solid Edge jest systemem o podobnych możliwościach jak wyżej wymieniony i jest dostępny również w wersji polskiej. Pewnym utrudnieniem w posługiwaniu się tym programem jest potrzeba uruchamiania różnych modułów do wykonywania elementów typu złożenie, część czy rysunek płaski. Oprogramowanie Solid Edge jest również kompatybilne z nowszym oprogramowaniem Cosmos/M - wersja Cosmos/Edge.

Inventor jest programem najkrócej istniejącym na rynku, ale prężnie się rozwijającym. Jest to bowiem najnowszy produkt firmy, która kiedyś opanowała rynek CAD 2D, wprowadzając AutoCAD-a. System ten jest prosty w obsłudze, ale na obecnym etapie jego rozwoju występują kłopoty z opracowywaniem modeli o dużej ilości elementów. Istnieje polska wersja programu.

Logocad występujący w wersji polskiej jest obecnie wykorzystywany w OBRUM. Jego zaletą jest to, że w prosty sposób można wykorzystywać całą już istniejącą bazę rysunków płaskich do tworzenia modeli przestrzennych, natomiast wadą - utrudnione parametryzowanie złożeń. Pierwsze pięć programów znalazło szerokie zastosowanie w wielu firmach na całym świecie, a duże biura projektowe używają równocześnie różne programy, choć jeden z nich jest zwykle wiodącym.

Należy podkreślić, że zakup tylko odpowiednich modułów w każdym z wyżej wymienionych programów pozwala na pełne projektowanie w 3D, to znaczy wykonanie modelu i pełnej dokumentacji płaskiej.

Obecnie o korzyściach płynących z wykorzystania systemów do projektowania 3D nikogo nie trzeba zapewniać. Należy zaznaczyć, że przejście na projektowanie 3D jest procesem nieuniknionym, gdyż większość przodujących firm już wykorzystuje tę metodę projektowania i jest to tendencja rozwojowa.

Można przytoczyć jeszcze opinie ze strony internetowej[6], świadczące o popularności oprogramowania SolidWorks. Jednym z mierników określających wykorzystywanie programu w przemyśle jest liczba ofert pracy związanych z SolidWorks. Porównanie SolidWorks i Autodesk Inventor dało następujące rezultaty: stanowiska pracy związane z SolidWorks budziły dwudziestokrotnie większe zainteresowanie od stanowisk związanych z pracą w Inventorze.

7. LITERATURA

- [1] <http://www.solidworks.com>
- [2] <http://www.cosmosm.com>
- [3] <http://www.3dpro.com.pl>
- [4] <http://www.solid-edge.com>
- [5] <http://www.eds.com/products/plm/unigraphics>
- [6] <http://www.monster.com>
- [7] <http://cad.of.pl>

SOFTWARE AND MODERN DESIGN

Abstract: The paper presents the most significant characteristics of 2D and 3D Computer Aided Design software, and also presents a short profile of design software offered on our market. Software is presented in the aspect of future choices and development of design software purchase conception in view of the adopted requirements. Software features were analyzed with respect to the reduction of documentation preparation and project execution time.

Recenzent: dr inż. Piotr WYCIŚŁOK