

Bartosz **DYBAŁ**

## **PROJEKTOWANIE 3D – NOWE MOŻLIWOŚCI, NA PRZYKŁADZIE PROGRAMU SOLIDWORKS 2003**

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono, poparte przykładami, możliwości programu SolidWorks 2003. Skrótowo omówiono metodologię projektowania 3d. Pokazano przykłady analizy kinematyki, obliczenia wytrzymałości, wizualizacji. Omówione zostały wady i zalety programu oraz jego przydatność w OBRUM.

### **1. WSTĘP**

Projektowanie trójwymiarowe, tak zwane 3d, w stosunku do projektowania na płaszczyźnie (2d) ma wiele zalet. Pozwala na wykorzystanie tego samego modelu do wielu celów np. do obliczeń wytrzymałościowych, rysunków ofertowych, dokumentacji technicznej. Ten sposób projektowania pozwala na zmniejszenie liczby błędów konstrukcyjnych; ponadto wprowadzane zmiany do projektu jest dużo szybsze.

Na rynku programów CAD od wielu lat dostępne są programy przeznaczone do projektowania trójwymiarowego. Najbardziej znanymi spośród nich są: Inwentor, SolidWorks, Solid Edge, ProIngenieur, Catia, Unigraphics. Projektowanie w nich jest bardziej zbliżone do rzeczywistego wytwarzania części – tworzona jest bryła, która na ekranie monitora wygląda tak jak część po wytworzeniu. W zależności od stopnia zaawansowania pozwalają one (oprócz samego rysowania) na wykonywanie szeregu analiz ułatwiających pracę inżyniera takich jak: analizy masowe, analizy wytrzymałościowe, symulacje kinematyczne i dynamiczne, renderowanie.

Mając na uwadze zalety programów 3d, szeroką ofertę oprogramowania na rynku jak również fakt, że kooperanci zaczęli stosować takie oprogramowanie, w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Urzędzeń Mechanicznych OBRUM podjęto decyzję o zakupie jednego z omawianych programów. Po dokładnym sprecyzowaniu potrzeb i przeprowadzeniu szeregu analiz i konsultacji, zakupiono ostatecznie oprogramowanie SolidWorks 2003 tzn. w najnowszej dostępnej wtedy na rynku wersji.

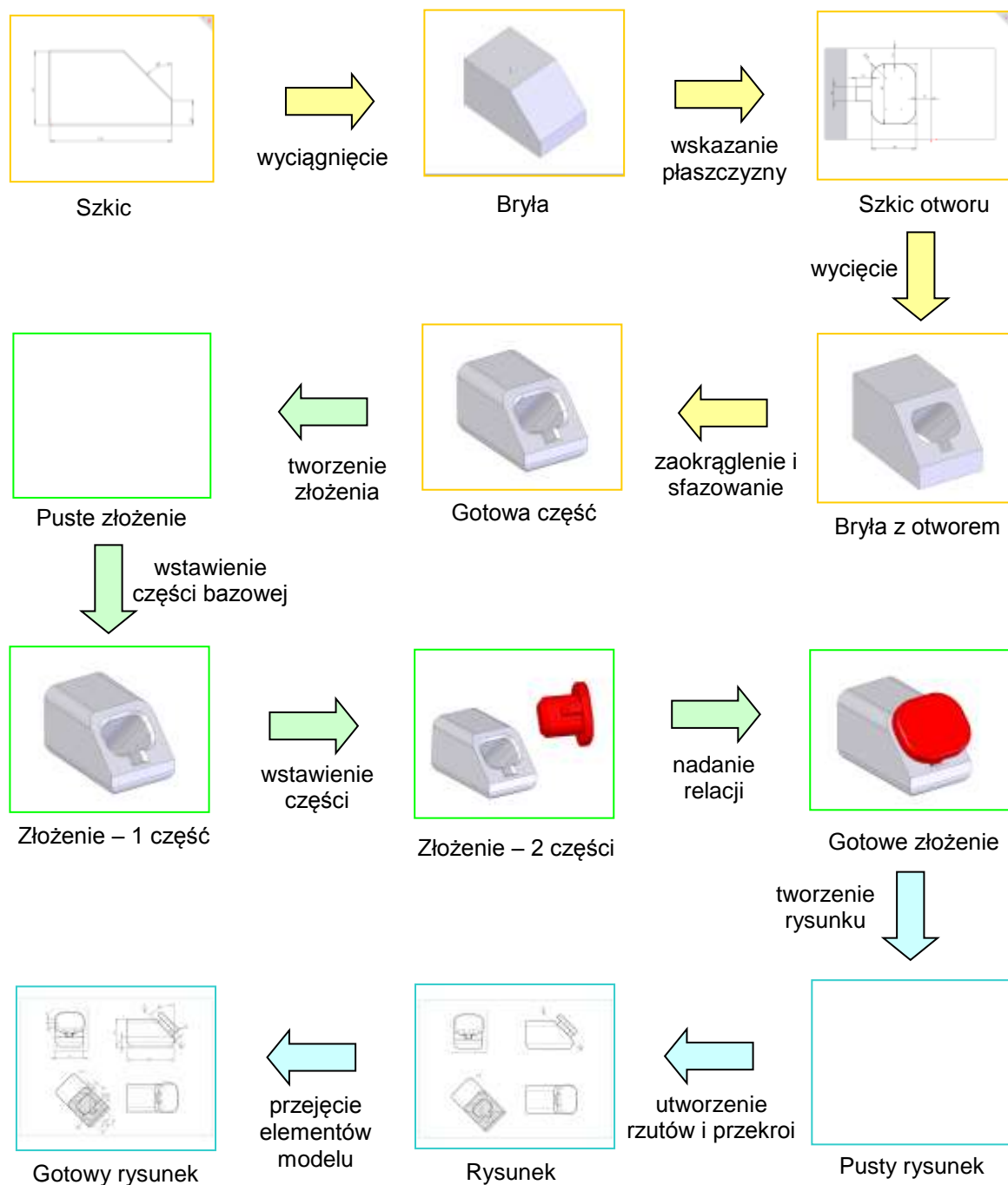
### **2. METODOLOGIA PROJEKTOWANIA**

Filozofia projektowania we wszystkich wyżej wymienionych programach jest podobna. Schematycznie została zaprezentowana na rysunku Rys.1.

Pracę rozpoczyna się od tworzenia części. W pierwszym kroku na wybranej płaszczyźnie tworzony jest szkic dwuwymiarowy podobny do rysunku znanego z programów do projektowania na płaszczyźnie np. AutoCad, LogoCad. Następnie wykonuje się operacje przekształcające szkic w bryłę trójwymiarową – operacjami tymi mogą być np. wyciągnięcie lub obrót. Tworząc kolejne szkice i operacje przekształcające je w bryły rysujemy całą część. Należy zaznaczyć, że operacje mogą zarówno dodawać jak i odejmować materiał np. wycinać w bryle otwory. Istnieje możliwość wykonywania operacji bryłowych bez szkicu np. zaokrąglenie, sfazowanie, pochylenie.

Po zaprojektowaniu części tworzone jest złożenie. Najpierw do złożenia wstawiana jest część bazowa, następnie części pozostałe. Po wstawieniu częściom nadawane są wzajemne relacje (plasujące je względem siebie) takie jak współpłaszczyznowość, koncentryczność, kąt.

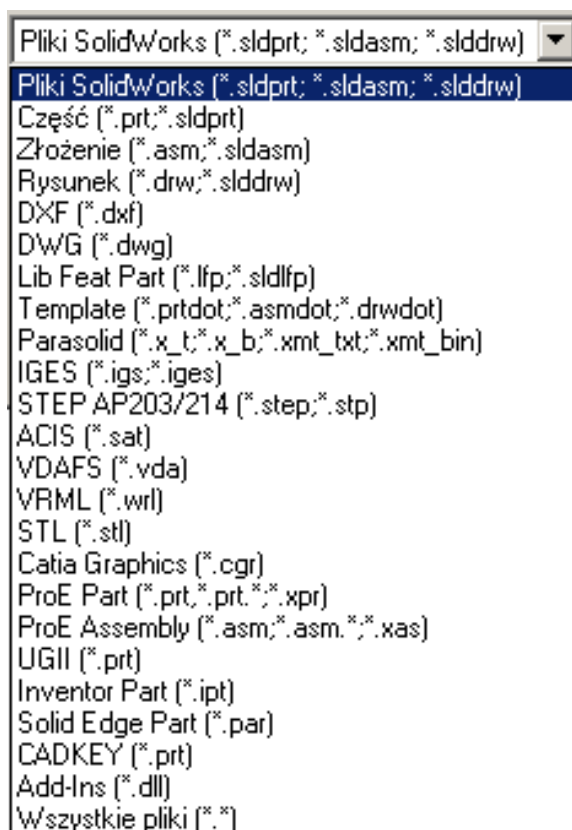
Końcowym etapem pracy jest stworzenie dokumentacji płaskiej, którą można stworzyć zarówno z części jak i ze złożeń. Widoki i przekroje tworzone są automatycznie. Użytkownik pokazuje jedynie, które mają znaleźć się na rysunku. Większość programów pozwala na przejście wymiarów oraz oznaczeń z rysunków przestrzennych.



**Rys. 1. Metodologia pracy**

### 3. KOMUNIKACJA Z INNYMI PROGRAMAMI

Komunikację z innymi programami umożliwiają formaty przejściowe. Listę wszystkich formatów plików, w których jest możliwe zapisanie i odczytanie w SolidWorksie przedstawia poniższy rysunek.

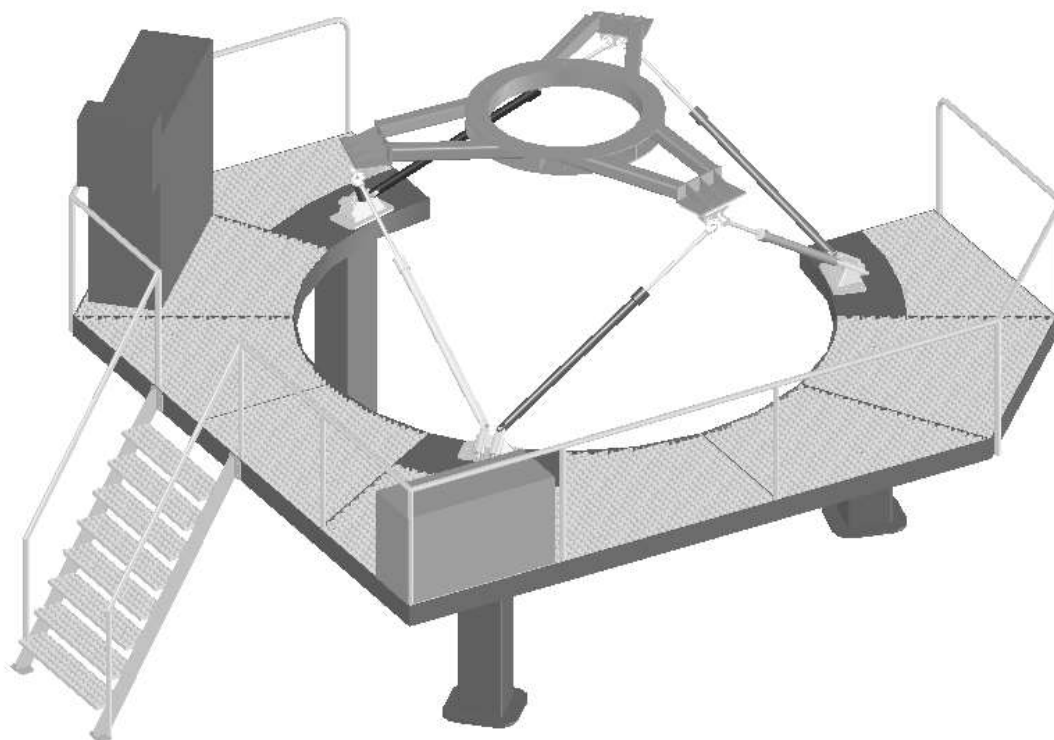


**Rys. 2. Formaty plików rozpoznawane przez SolidWorks 2003**

Sytuacja z odczytywaniem plików jest niestety dużo bardziej skomplikowana – wszystkie formaty mają wersje oraz opcje zapisu i tylko niektóre z nich są rozpoznawane przez program. Czas odczytywania skomplikowanych części i dużych złożeń jest bardzo długi (nawet kilkanaście godzin) i może nawet doprowadzić do zawieszenia się komputera i nieodczytania pliku.

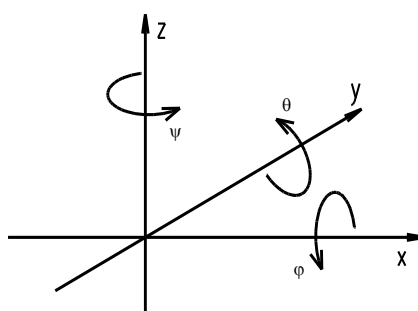
Istnieje jeszcze jeden, bardzo użyteczny sposób zapisu – zapisywanie wyników pracy w formacie eDrawing. W tym formacie zapisać można zarówno części oraz złożenia, jak i rysunki płaskie. Do odczytywania plików nie jest wymagany program SolidWorks lecz jedynie program eDrawing. Format ten pozwala na zabezpieczenie myśli technicznej: z formatu tego nie można odtworzyć modelu oraz nanosić zmian. Opcje zapisu pozwalają na ograniczenie uprawnień osobie odczytującej np. można uniemożliwić dokonywanie pomiarów. Format ten jest bardzo przydatny podczas dokonywania ustaleń i zatwierdzania projektów wstępnych, gdyż pozwala on na dopisywanie uwag i komentarzy.

#### 4. ANALIZA KINEMATYKI



**Rys. 3. Stanowisko platformy ruchomej**

SolidWorks pozwala na przeprowadzanie analiz kinematyki. Pierwsza taka analiza dotyczyła platformy ruchomej poruszanej sześcioma siłownikami hydraulicznymi. Tak zamontowana platforma ma sześć stopni swobody: może wykonywać translacje i obroty względem trzech osi.



**Rys. 4. Stopnie swobody platformy ruchomej**

Celem analizy było określenie miejsc mocowania siłowników (średnic) na podstawie i platformie ruchomej oraz dobór długości siłowników tak, by uzyskać wymagane kąty pochyłeń i obrotu oraz translacje względem trzech osi. Jednocześnie sprawdzano czy w układzie nie następuje kolizja.

Rozwiązanie tego problemu jest również możliwe bez użycia tak zaawansowanego oprogramowania w sposób analityczny. Wymaga to jednak rozwiązania układu równań z osiemnastoma niewiadomymi, przy czym niewiadome w początkowych równaniach występują w kwadracie. Rozwiązanie tego układu równań nie zapewnia analizy kolizyjności układu, którą należy przeprowadzić oddzielnie.

„Efektem ubocznym” przeprowadzonej analizy w programie SolidWorks jest trójwymiarowy model konstrukcji, który był wykorzystywany podczas narad technicznych oraz rozmów z kontrahentami w celu łatwego zobrazowania problemu. Dodatkowo był on wykorzystywany podczas tworzenia dokumentacji technicznej, co znacznie przyspieszyło prace nad jej opracowaniem.

## 5. OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Program SolidWorks 2003 ma wbudowany moduł COSMOSXpress, który stanowi łatwe w użyciu narzędzie wstępnej analizy naprężeń, pozwalające na określenie krytycznych obszarów i poziomów bezpieczeństwa.

COSMOSXpress wykorzystuje tę samą technologię analizy projektu, jakiej używa program COSMOSWorks do przeprowadzenia analizy naprężeń. Interfejs kreatora prowadzi użytkownika przez pięcioetapowy proces określania materiału, umocowań, obciążeń, przeprowadzenia analizy oraz przeglądania wyników.

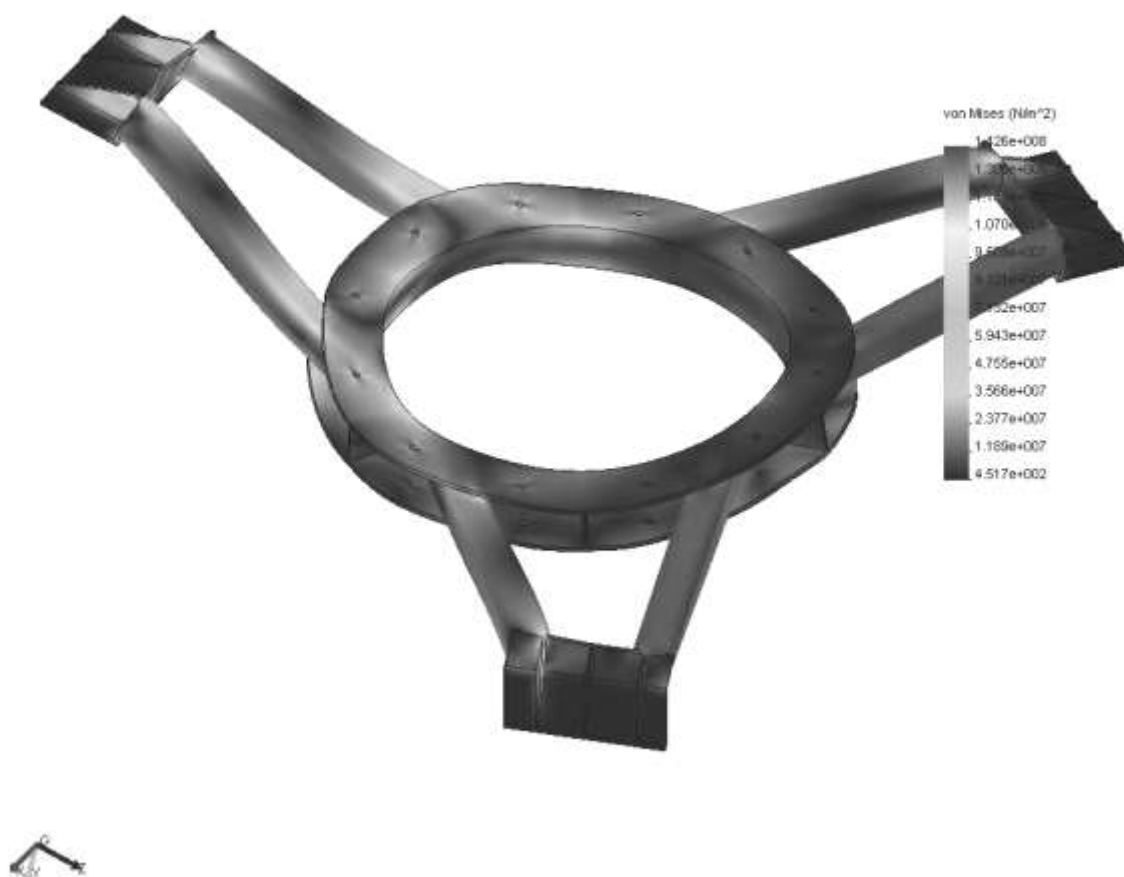
Posiada on jednak szereg ograniczeń:

- nie wykonuje analiz dynamicznych,
- umożliwia jedynie analizę pojedynczych części a nie złożeń,
- możliwa jest jedynie analiza liniowa,
- brak możliwości analizowania odkształceń,
- dostępne są tylko elementy bryłowe (brak elementów powierzchniowych i prętowych),
- brak możliwości zaawansowanego ingerowania w podział na elementy skończone,
- dostępny jest tylko jeden typ umocowania (całkowite odebranie ścianie możliwości przemieszczania).

Mając na uwadze prostotę obsługi, szybkość obliczeń oraz ograniczenia modułu COSMOSXpress, stwierdzić można, że jest to bardzo przydatne, lecz niewystarczające narzędzie do obliczeń wytrzymałościowych. Pozwala on na wstępną analizę i optymalizację części już na etapie projektowania, jednak ostatecznych obliczeń i analizy całych zespołów należy dokonywać przy użyciu bardziej zaawansowanych programów np. COSMOSWorks.

Poniższy rysunek przedstawia naprężenia w elemencie, określone w module COSMOSXpress.

Nazwa modelu: trójnij - meo  
Nazwa badania: COSMOSXpressStudy  
Typ wykreślu: Static Nodal stress - Wykres1  
Deformation Scale: 261,358



Rys. 5. Rozkład naprężeń w przykładowym elemencie.

## 6. PROBLEMY W TWORZENIU DOKUMENTACJI TECHNICZNEJ

SolidWorks generuje płaskie rysunki dokumentacji technicznej, tj. wskazane rzuty i przekroje automatycznie. Istnieje możliwość przejmowania wymiarów oznaczeń i opisów z modelu na rysunki płaskie. Tak wygenerowane rysunki wymagają dalszej ingerencji konstruktora. Konstruktor - użytkownik programu, musi umieścić wymiary i oznaczenia w odpowiednich miejscach. Często istnieje konieczność przemieszczania wymiarów pomiędzy rzutami. Ponadto użytkownik programu musi wprowadzić inne oznaczenia np. ogólne znaki chropowatości i wymagania techniczne.

Mogą pojawić się pewne problemy są z zachowaniem pewnych wymagań wynikających z Polskiej Normy oraz przepisów wewnętrznych OBRUM. Przykładem może być tabliczka z wykazem części wstawiana na rysunku złożeniowym. W dotychczasowej dokumentacji stworzonej w Ośrodku jej szerokość jest dokładnie taka sama jak szerokość tabliczki zawierającej numer rysunku i nazwę części. Niestety w programie SolidWorks szerokość poszczególnych kolumn tabliczki dopasowuje się automatycznie do szerokości tekstu, który jest w niej wpisany, i użytkownik nie ma możliwości ingerowania w szerokość poszczególnych kolumn tabliczki, jak i w całkowitą jej szerokość.

Obecnie w OBRUM trwają prace nad maksymalnym uproszczeniem i zautomatyzowaniem procesu tworzenia dokumentacji. Wyznaczony konstruktor, przeszkolony w zakresie obsługi programu, stworzył formaty rysunków tak by jak największa liczba informacji (np. masa, nazwa) była przejmowana automatycznie z modelu. Powstanie lista materiałów, z której użytkownik będzie mógł wybrać materiał bez potrzeby wpisywania jego nazwy i numeru normy.

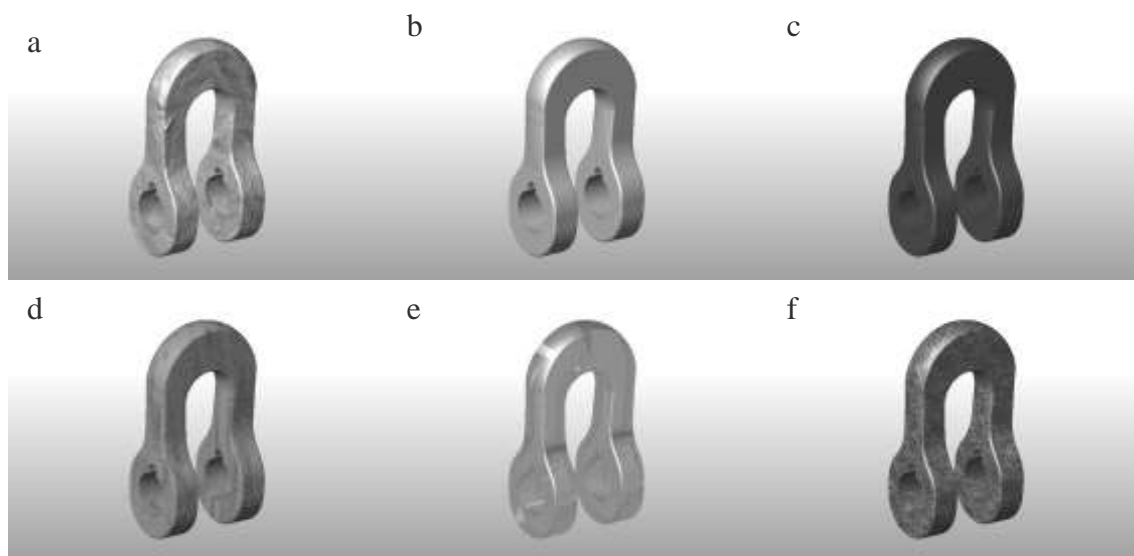
Nierozwiązanym problemem jest wstawianie elementów normowych np. śrub, nakrętek, sworzni, kształtowników. Dostępnych jest kilka bibliotek elementów, między innymi według norm DIN i ISO, niestety nie ma bibliotek zgodnych z Polską Normą.

## 7. RENDEROWANIE

SolidWorks ma wbudowany moduł PhotoWorks umożliwiający wizualizację pojedynczych części lub złożeń. W module tym można nadać materiał, z jakiego dana część została wykonana, sposób obróbki, skalę itd. Istnieje możliwość utworzenia sceny, na tle której część lub złozenie będzie renderowane. Użytkownik ustala: liczbę ścian, oświetlenie itd.

Dobrze zrenderowany element tak wiernie oddaje rzeczywistość, że można go pomylić ze zdjęciem. Tak utworzone obrazy można wykorzystać w celach marketingowych oraz w celu poprawy estetyki projektowanego wyrobu.

Rysunek Rys.6 przedstawia kauszę, „wykonaną” z różnych materiałów lub poddaną różnym procesom obróbczym.



**Rys. 6. Przykład elementu zrenderowanego**

a – odlew stalowy, b – stal polerowana, c – tworzywo sztuczne,  
d – drewno, e – szkło, f – trawa.

## 8. SOLIDWORKS 2004

W ostatnich dniach ukazała się na rynku najnowsza wersja programu: SolidWorks 2004. W porównaniu z poprzednią wersją wiele błędów zostało wyeliminowanych, a niektóre funkcje rozbudowane. Przykładowo, rozwiązany został problem (omawiany powyżej) szerokości wstawianej tabliczki z wykazem części. Jedną z dodanych funkcji jest nowy typ więzów, wymuszających by odległość dwóch elementów złozenia znajduje się pomiędzy

dwoma wartościami (od – do). Ten typ więzów byłby bardzo przydatny przy analizie kinematyki platformy ruchomej.

Dzięki wykupionej konserwacji na bieżący rok OBRUM wkrótce otrzyma najnowszą wersję programu.

## 9. PODSUMOWANIE

Wprowadzenie w OBRUM programu SolidWorks zapewniło nową jakość w projektowaniu. Znacząco zwiększył się zakres możliwych do realizowania prac, takich jak: analizy kinematyczne, analizy wytrzymałościowe, wizualizacja przyszłych projektów. Poprawiała się jakość tworzonych projektów a w przyszłości (po stworzeniu archiwum projektów 3d) czas projektowania ulegnie skróceniu. Największą zaletą (zdaniem autora) jest możliwość wykorzystania tego samego modelu do różnych celów.

Obecnie opracowywane są procedury archiwizowania dokumentacji, ulepszone formaty oraz tworzone biblioteki stałych elementów rysunkowych.

## 10. LITERATURA

- [1] SolidWorks Essentials: Parts and Assemblies. SolidWorks Corporation, Concord 2003.
- [2] SolidWorks Essentials: Drawings. SolidWorks Corporation, Concord 2003.
- [3] Advanced Assembly Modeling. SolidWorks Corporation, Concord 2003.
- [4] Advanced Part modeling. SolidWorks Corporation, Concord 2003.
- [5] Pierwszy projekt w Autodesk Inventor. Autodesk
- [6] SolidWorks 2004 Nowe funkcje. SolidWorks Corporation, Concord 2003.

## **3D DESIGNING – NEW POSSIBILITIES BASED ON SOLIDWORKS 2003**

**Abstract:** Paper presents possibilities of SolidWorks 2003 software based on examples.

3D designing methodology was shortly described. Some examples present the kinematics analyzes, durability calculations and visualization. Software advantages, disadvantages and usefulness in OBRUM are described, too.

Recenzent: mgr inż. Stanisław TOMASZEWSKI