

## Powstał, by sprostać wyzwaniu złożoności projektów

# Solid Edge V16

Adam Budzyński, Wojciech Bieniaszewski, Kamil Dziadosz

**Jedną z głównych cech współczesnego rynku konsumenckiego jest radykalny wzrost wymagań klientów, dotyczących jakości oraz funkcjonalności nabywanych przez nich produktów. Zjawisko to ma miejsce w większości branż światowego przemysłu, w tym m.in. w branży motoryzacyjnej, maszynowej, lotniczej czy też wyrobów codziennego użytku.**

**W**obec powyższego, wszystkie liczące się w świecie firmy produkcyjne dokładają wszelkich starań, aby ciągle doskonalić swe wyroby, np. zwiększając liczbę spełnianych przez nie funkcji, a także czyniąc je coraz bardziej nowoczesnymi i estetycznymi. Co więcej, na rynek wprowadzana jest coraz bogatsza gama produktów, a czas pojawiania się na rynku ich kolejnych generacji ulega radykalnemu skróceniu. W coraz większym tempie pozyskuje się i wdraża nowe technologie oraz zwiększa stopień zautomatyzowania produktów.

Efektom powyższych czynników jest szybki wzrost złożoności projektów. Konieczność prowadzenia prac ze znacznie bardziej skomplikowanymi produktami, wraz z jednoczesnym dążeniem do przyspieszenia procesu ich wprowadzania na rynek, jest głównym wyzwaniem współczesnych inżynierów, a szczególnie konstruktorów.

Podczas najnowszych badań opisywanego zjawiska, przeprowadzonych wśród osób zajmujących się konstruowaniem produktów, 42% ankietowanych uznało fakt złożoności projektu za główny problem, z którym muszą się zmagać (rys. 1). Problem złożoności uznano za znacznie bardziej nurtujący, niż konieczność skracania czasu wprowadzania produktu na rynek (13% ankietowanych), utrzymanie konkurencyjności (12%) i obniżanie kosztów (11%).

Co ciekawe, to właśnie złożoność produktu jest głównym czynnikiem powodującym kolosalne zwiększenie stopnia konkurencyjności oferty firmy. W związku z tym zjawisko złożoności nie może zostać interpretowane jedynie jako zbiór

określonych trudności technologicznych, lecz również jako jeden z głównych czynników powodujących sukces rynkowy. Na podstawie ekspertyz niezależnych firm konsultingowych, m.in. firmy Cambashi Ltd, zrozumiano, iż głównym czynnikiem, umożliwiającym producentom przezwyciężenie trudności wynikających ze złożoności produktów, jest rozpoczęcie lub kontynuowanie stosowania nowoczesnych systemów 3D MCAD w procesie ogólnie rozumianego rozwoju produktu.

Powyższe rozumowanie przyświecało firmie UGS podczas tworzenia najnowszej wersji programu 3D MCAD Solid Edge. Niniejszy artykuł przedstawia wybrane nowości Solid Edge V16, wprowadzone celem ułatwienia Użytkownikom modelowania numerycznego złożonych obiektów.

### 1. Modelowanie instalacji hydraulicznych

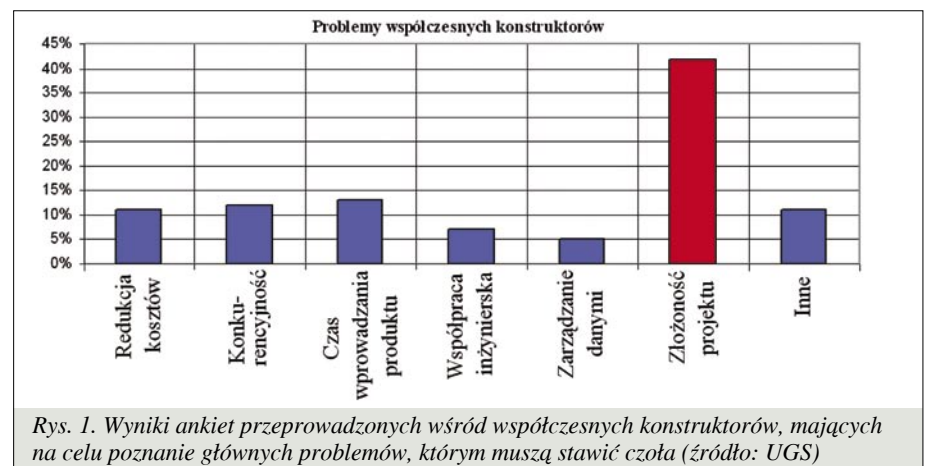
Instalacje hydrauliczne uznaje się za obiekty trudne do kompleksowego zamodelowania w systemach 3D MCAD, przede wszystkim ze względu na konieczność jednoczesnego generowania przez program zarówno modeli wybranych rodzajów rur, jak również towarzyszących im złączy określonych klas i typoszeręgów. Co więcej, większość stosowanych obecnie systemów 3D MCAD nie gwarantuje Użytkownikowi możliwości stworzenia kompleksowych modeli instalacji rozgałęzionych, jak rów-

nież opcji elastycznej edycji instalacji już zamodelowanych.

W przypadku UGS Solid Edge V16 sytuacja przedstawia się zgoła inaczej. Wprowadzone w najnowszej wersji systemu narzędzia służące do modelowania kompletnej instalacji hydraulicznych są integralną częścią dobrze znanego modułu XpresRoute, służącego do projektowania m.in. sztywnych przewodów rurowych, przewodów giętkich, a także instalacji elektrycznych. Modele numeryczne zarówno rur, jak i odpowiednich złączy dostarczane są wraz z programem jako składniki biblioteki SE Piping Library, a znajdują się w niej setki rodzajów rur i złączy najpopularniejszych standardów konstrukcyjnych: ISO, UNI, ANSI, JIS, DIN itd. Dla wymagających istnieje również możliwość dodania do biblioteki stworzonych własnoręcznie elementów instalacji hydraulicznych, np. wg PN. W systemie UGS Solid Edge V16 możliwe jest modelowanie instalacji, w których rury ustalane są względem łączników za pomocą połączeń gwintowych lub spawanych różnych rodzajów.

Najistotniejsza jednak ze względu na wzrost złożoności procesu konstrukcyjnego jest możliwość elastycznej edycji instalacji hydraulicznej już zamodelowanej. Po zaprojektowaniu określonego zbioru rur i złączy (rys. 2a), Użytkownik ma możliwość szybkiego i wydajnego wprowadzenia następujących zmian:

- dodania lub usunięcia dowolnej liczby rozgałęzień instalacji (rys. 2b);
- jednoczesnej zmiany średnicy wszystkich rur i złączy (rys. 2c);
- zmiany średnicy rur i złączy jedynie w określonej odnodze instalacji (rys. 2d);
- zmiany sposobu łączenia rur i złączy, np. z wkręcanych na skręcane kołnierzo-wo (rys. 2e);
- dodatkowego uzbrojenia instalacji, np. w odpowiednie kołnierze w miejscu po-



łączenia rur z wybranymi agregatami (rys. 2f);

- całkowitej zamiany wszystkich lub wybranych złączy lub ich usunięcia z jednoczesnym nakazaniem odpowiedniego przycięcia rur w samoczyn-

nie wykrywanych przez system miejscach;

- jednoczesnej kombinacji powyższych opcji.

System Solid Edge V16 automatycznie generuje raport, w którym m.in. zapi-

sywane są informacje dotyczące długości przycięcia rur w określonej odnodze instalacji, a także łącznej długości rur określonego typoszeregu.

Dzięki opisanym możliwościom Solid Edge V16 pretenduje do miana najlepszego systemu w swojej klasie, służącego m.in. do modelowania złożonych instalacji hydraulicznych.

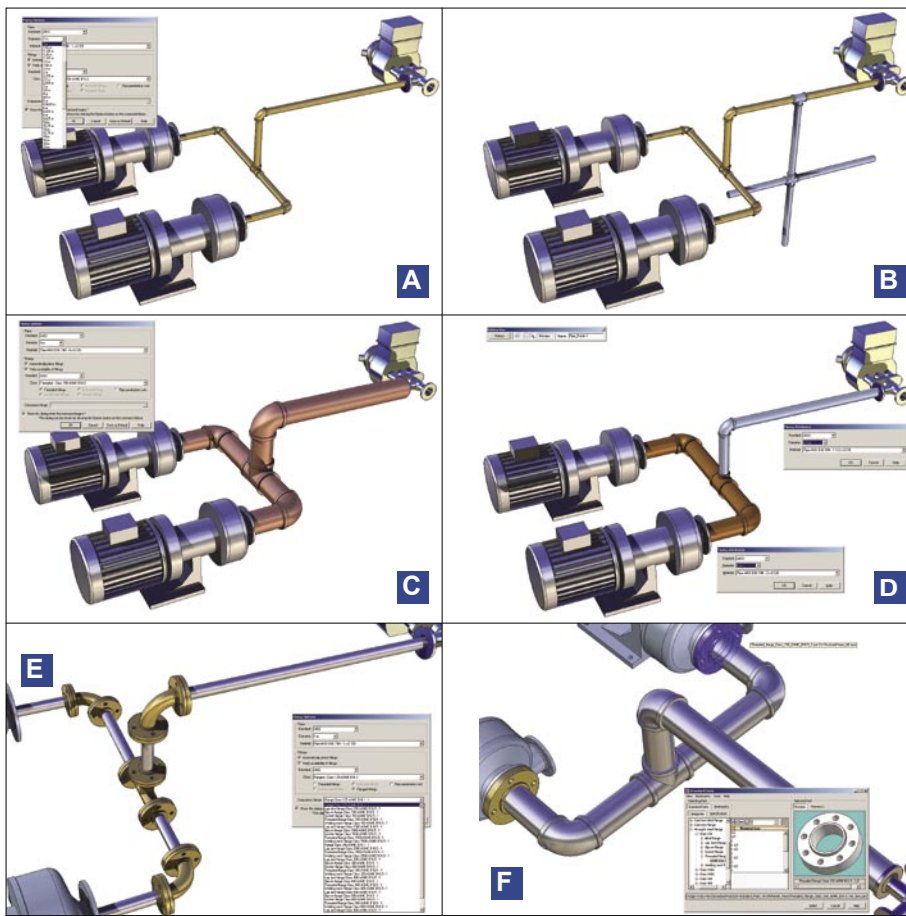
## 2. Projektowanie złożonych konstrukcji ramowych

Złożone konstrukcje ramowe są główną strukturą nośną m.in. znacznej części projektowanych obecnie maszyn przemysłowych, a możliwość ich wydajnego modelowania jest jedną z kolejnych nowości systemu UGS Solid Edge V16. Uwagę zwraca przede wszystkim wyjątkowo krótki czas otrzymania przez konstruktora zamierzonych przez niego efektów. Po wskazaniu płaskiego lub przestrzennego zarysu system generuje model konstrukcji ramowej, biorąc pod uwagę następujące informacje:

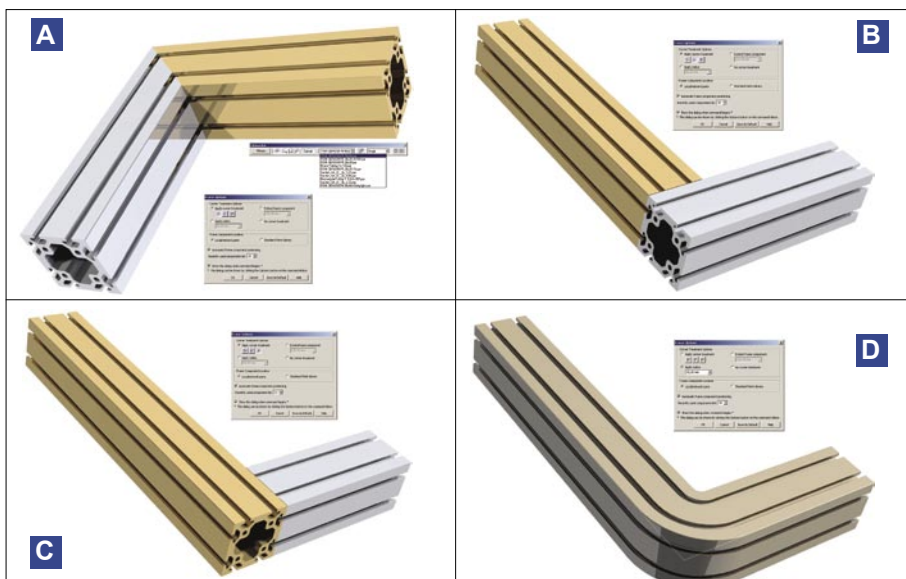
- typoszereg profilu zastosowanego do zamodelowania konstrukcji ramowej;
- sposób łączenia profili ze sobą m.in.: na styk (rys. 3a), poprzez przycinanie profili dłuższych (rys. 3b), przycinanie profili krótszych (rys. 3c);
- opcjonalne zastąpienie wielu profili jednym profilem giętym we wskazanych miejscach z określonym promieniem (rys. 3d).

Również w przypadku konstrukcji ramowych elastyczność edycji obiektów już wykonanych jest imponująca. Użytkownik ma możliwość m.in.:

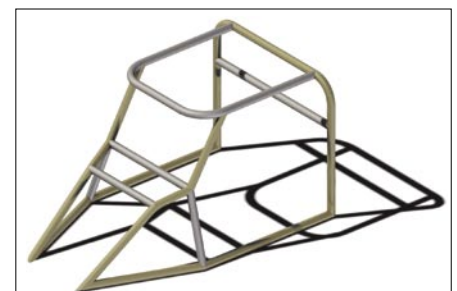
- zmiany płaskiego lub przestrzennego zarysu konstrukcji ramowej;
- zamiany wszystkich lub wybranego profilu ramy na profil innego typoszeregu;
- zmiany orientacji przestrzennej dowolnego profilu;



Rys. 2. Wybrane możliwości edycji zamodelowanego fragmentu instalacji hydraulicznej: a) model pierwotny; b) rozbudowanie istniejącej trajektorii instalacji; c) zmiana średnicy wszystkich rur i złączy, wchodzących w skład projektowanej instalacji; d) modyfikacja geometrii elementów w określonej odnodze instalacji; e) narzucenie innego sposobu łączenia odpowiednich elementów; f) dodatkowe uzbrojenie modelowanej instalacji



Rys. 3. Wybrane możliwości łączenia ze sobą profili we wszystkich lub wskazanych węzłach projektowanej konstrukcji ramowej: a) łączenie na styk; b) przycinanie profili dłuższych; c) przycinanie profili krótszych; d) zastąpienie wskazanych profili przyciętych jednym profilem giętym



Rys. 4. Narzędzie Solid Edge V16 Structural Frames umożliwia zamodelowanie złożonych przestrzennych konstrukcji ramowych w zaledwie jednej operacji, czego efektem może być np. model klatki bezpieczeństwa wyczynowego samochodu terenowego



● narzucenia odmiennego sposobu łączenia profili we wszystkich lub dowolnie wskazanym węźle.

Na uwagę zasługuje przede wszystkim zdolność systemu do wygenerowania złożonych ramowych konstrukcji przestrzennych w zaledwie jednej operacji (rys. 4), dzięki czemu Solid Edge V16 również w branży projektowania złożonych konstrukcji ramowych nie ma sobie równych w klasie MCAD *mid-range*.

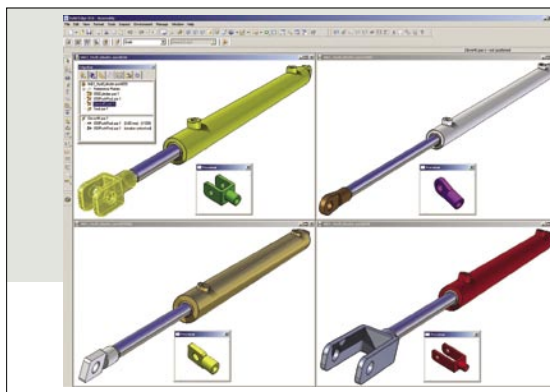
### 3. Alternatywne części w rodzinach zespołów

Możliwość definiowania tzw. alternatywnych części jest nowością Solid Edge V16, wpływającą na radykalne ułatwienie tworzenia rodzin złożonych zespołów. Dzięki temu wyeliminowano konieczność każdorazowego wskazywania części, które mają zostać zastąpione innymi częściami w odmiennych składnikach definiowanej rodziny zespołów. Po wskazaniu części bazowej do listy jej komponentów alternatywnych dodać można:

- wszystkie lub wybrane części, wchodzące wraz z częścią bazową do stworzonej uprzednio rodziny części (ich odnalezienie jest całkowicie zautomatyzowane);
- części spełniające określone kryteria, np. zgodność słów kluczowych lub innych właściwości klasycznych i niestandardowych;
- dowolne części wskazane w wyniku przeglądania określonych folderów.

Zdefiniowanie części alternatywnych względem części bazowej radykalnie skraca czas tworzenia nowych komponentów, wchodzących w skład rodziny zespołów. Proces ten można przeprowadzić m.in. w nowym i opcjonalnym oknie tablicowym, w którym zdefiniowane uprzednio części alternatywne wchodziły w skład list rozwijalnych, uruchamianych po wskazaniu części bazowej. W dowolnej chwili dostępny jest podgląd zarówno wybranej części alternatywnej, jak również aktywnego składnika rodziny zespołów (rys. 5).

Podczas umieszczania wybranego składnika rodziny zespołów w innym zespole Użytkownik ma dodatkową możliwość konfiguracji dynamicznej umiesz-



Rys. 5. Wyjątkowo czytelny i wydajny interfejs użytkownika podczas definiowania składników rodziny zespołów, m.in. z zastosowaniem zbioru części alternatywnych

czanej rodziny, polegającej m.in. na stworzeniu w czasie rzeczywistym całkowicie nowego jej składnika, spełniającego wprowadzone w danej chwili kryteria.

W najnowszej wersji Solid Edge wprowadzono również możliwość zapisywania składników rodziny zespołów w postaci zespołów nastawnych.

Wymienione powyżej nowości UGS Solid Edge V16 czynią go najbardziej elastycznym systemem MCAD *mid-range*, umożliwiającym pracę ze złożonymi rodzinami zespołów.

### 4. Inteligentne odbicia lustrzane części w zespołach

Tworzenie odbić lustrzanych w zespołach jest skomplikowaną operacją, przede wszystkim dla konstruktora. W przypadku Solid Edge V16 system jest nadzwyczaj pomocny, stwierdzając – na podstawie analizy układu macierzy bezwładności – symetrię lub asymetrię części i podzespołów przeznaczonych do lustrzanego odbicia.

W przypadku obiektów asymetrycznych system proponuje zapisanie na dysku ich kopii lustrzanych w formie całkowicie nowych plików, natomiast kopie lustrzane obiektów symetrycznych to – wg reguł domyślnych – ich dodatkowe wystąpienia, dodatkowo obrócone względem określonej osi. Ostateczna decyzja należy oczywiście do Użytkownika, który ma również możliwość wskazania części i podzespołów całkowicie pomijanych podczas tworzenia odbić lustrzanych wskazanych zespołów.

Niezależnie od sposobu utworzenia kopii lustrzanej części i podzespołów, geometria kopii pozostaje całkowicie

asocjatywna względem obiektów oryginalnych, tzn. wszelkie zmiany kształtu dokonane w obiektach oryginalnych zająd również natychmiast w ich lustrzanych odbiciach. Przykładowy zespół części zawierający kopię lustrzaną wskazanego podzespołu zademonstrowano na rys. 6.

Opisane powyżej narzędzia Solid Edge V16, służące do modelowania kopii lustrzanych w zespołach, radykalnie wpływają na ułatwienia modelowania złożonych zespołów części.

### 5. Stosowanie części nastawnych

W wersji Solid Edge V15 wprowadzono możliwość stosowania nastawnych zespołów części, dzięki czemu elastyczność pracy Użytkownika ze złożonymi zespołami uzyskała całkowicie nowy wymiar. Naturalną konsekwencją takiego rozwoju produktu jest wprowadzenie w Solid Edge V16 możliwości pracy w zespołach z wykorzystaniem nastawnych części, tzn. modeli, w przypadku których wartości określonych wymiarów mogą się zmieniać w czasie. Czynnikiem wymuszającym taką zmianę w zespole może być np. przemieszczenie przestrzenne części współpracujących z daną częścią nastawną. Na rys. 7 zademonstrowano zmianę długości wybranej części nastawnej (sprężyny) w funkcji przemieszczenia elementów z nią współpracujących.

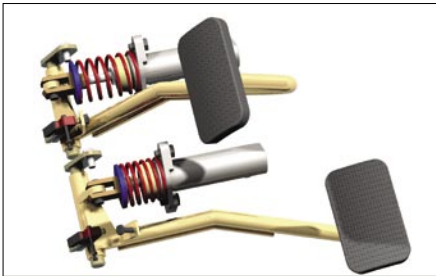
Poza tym, dzięki łatwości parametryzacji dowolnych wielkości metrycznych w zespole części, powodem modyfikacji wymiarów części nastawnych może być zmiana wartości dowolnej wielkości zarejestrowanej w Tablicy Zmian, w tym wielkości monitorowa-



Rys. 6. Model 3D MCAD rotacyjnego pługu odśnieżnego, przed i po wykonaniu operacji odbicia lustrzanego zespołu, w skład którego wchodzi zarówno symetryczne, jak i asymetryczne części i podzespoły

nych przez narzędzie Sensory, zarówno w przypadku wskazanych części, jak i podzespołów.

Możliwość pracy w zespołach z częściami nastawnymi oznacza w Solid Edge V16 również możliwość zawieszania określonych operacji (w wyniku których wygenerowano model części nastawnej) w zależności od dowolnego rejestrowalnego zdarzenia, mającego miejsce zarówno w zespole, jak i w zintegrowanych z nim bazach danych, np. arkuszach kalkulacyjnych.



Rys. 7. Przemieszczenie przestrzenne w zespole wybranych elementów współpracujących z częścią nastawną powoduje zmianę jej określonego wymiaru. W przedstawionym zespole wirtualne wciśnięcie pedału gazu w zamodelowanym kopycie samochodu powoduje m.in. natychmiastową zmianę długości nastawnej sprężyny

Użytkownik Solid Edge V16 ma możliwość wprowadzenia do zespołu dowolnej liczby części nastawnych i elastycznego kształtowania ich określonych wymiarów. Na rys. 7 można zauważyć dwie identyczne sprężyny nastawne, których długości różnią się od siebie w wyniku modyfikacji położenia elementów z nimi współpracujących. Niezależnie od różnic geometrycznych pomiędzy poszczególnymi częściami nastawnymi, zostaną one potraktowane przez system jako kolejne wystąpienia tej samej części, co jest szczególnie przydatne podczas generowania raportów w zespołach, a także list części na rysunkach złożeniowych.

Dzięki możliwości wykorzystania nastawnych modeli części zastosowanie systemu UGS Solid Edge V16 przyczynia się do radykalnego ułatwienia pracy w złożonych zespołach, w których położenie przestrzenne określonych części jest zmienne w czasie i wymusza zmianę geometrii części z nimi współpracujących.

## 6. Udoskonalone narzędzia służące do renderingu – Virtual Studio+

Wprowadzenie produktu na rynek konsumencki ma wielkie szanse zakończyć

się powodzeniem, jeżeli już od wczesnego stadium rozwoju projektu trwać będzie wydajny proces jego popularyzacji wśród potencjalnych nabywców. Dla producenta oznacza to konieczność możliwie imponującego przedstawienia odbiorcom produktu, którego proces projektowania dopiero się rozpoczął. Promowanie marketingowe wyrobów, cechujących się znaczną złożonością, jest dodatkowym wyzwaniem inżynierskim.

W latach ubiegłych produkt można było przedstawić w formie realistycznej dopiero w chwili wytworzenia jego prototypu. Chcąc przedstawić wyrób, który „nie ujrzał jeszcze światła dziennego”, producenci zmuszeni byli do korzystania z wyjątkowo kosztownej pomocy artystów plastyków, tworzących estetyczne rysunki poglądowe lub makiety przestrzenne.

W dniu dzisiejszym radykalnie wzrosło znaczenie numerycznych narzędzi wizualizacyjnych. Dzięki nim producenci mają możliwość fotorealistycznego przedstawienia złożonych produktów w ich naturalnym otoczeniu, na długo zanim prace nad ich dokładnym zaprojektowaniem naborą rozpędu, nie wspo-

reklama

## Bezpłatna wersja 2D Solid Edge Layout (Drafting) PL



Pyta zawiera prezentacje multimedialne, bezpłatne oprogramowanie Solid Edge Layout oraz wersję polską Solid Edge Layout. Udostępnione oprogramowanie jest częścią pełnej wersji, funkcjonalnie ograniczoną do wykonywania dokumentacji płaskiej – drafting. Pełną wersję testową Solid Edge można otrzymać kontaktując się z nami pod adresem [www.ugs.pl](http://www.ugs.pl), wysyłając wiadomość na adres [info@ugs.pl](mailto:info@ugs.pl) lub bezpośrednio, dokonując rejestracji na stronie <http://solidedge.eu.com/>. Podczas instalacji zalecamy postępowanie według poniższych kroków:

1. Instalacja wersji angielskiej
2. Uruchomienie licencji – Licencję otrzymuje się po rejestracji na stronie <http://solidedge.eu.com> – opcja Free 2D. Na podany podczas rejestracji adres e-mail przesyłana jest licencja. Otrzymany plik należy wkleić do katalogu ...|Solid Edge Laout 16|Program. Standardowo jest to C:\Program Files\Solid Edge Laout 16|Program.
3. Instalacja wersji polskiej

Bezpłatna wersja 2D  
Solid Edge Layout (Drafting) PL

[www.ugs.pl](http://www.ugs.pl)

[info@ugs.pl](mailto:info@ugs.pl)

Płyta zawiera prezentacje multimedialne pełnej wersji Solid Edge oraz informacje o pozostałych produktach UGS

**SOLID EDGE**

Wersja oryginalna oprogramowania Solid Edge wraz z dołączonymi dokumentami jest własnością UGS Inc. Wszelkie prawa zastrzeżone. © 2004 UGS Inc. Wersja polska oprogramowania wraz z dostarczonymi formatami plików i materiałami audiowizualnymi jest własnością UGS Sp. z o.o. i chroniona jest prawem autorskim. Koplowanie i udostępnianie bez zgody producenta zabronione. Wszelkie prawa zastrzeżone. © 2004 UGS Sp. z o.o.

UGS Sp. z o.o., Al. Stanów Zjednoczonych 61 A, 04-028 Warszawa, tel. 022-516 30 98, fax 022-516 30 99

**UGS**  
The PLM Company



**UGS Sp. z o.o.**  
Al. Stanów Zjednoczonych 61A,  
04-028 Warszawa  
Tel.: (22) 516 30 98, fax: (22) 516 30 99,  
[www.ugs.pl](http://www.ugs.pl), e-mail: [info@ugs.pl](mailto:info@ugs.pl)



minając nawet o procesie ich wytwarzania. Efektem powyższego jest możliwość poznania opinii potencjalnych odbiorców produktu i wprowadzenie wszelkich zmian założeń konstrukcyjnych na możliwie wczesnym etapie procesu jego projektowania. Dzięki temu czas wprowadzania złożonych produktów na rynek może ulec znacznemu skróceniu, czyniąc danego producenta dominującym na rynku, co pozwoli mu narzucić wyższe ceny.

Zdając sobie z tego sprawę, firma UGS udoskonaliła w niespotykany dotąd sposób moduł Virtual Studio, służący do renderingu w systemie Solid Edge V16. Możliwości tworzenia fotorealistycznych obrazów modeli przestrzennych są niemal nieograniczone, dzięki czemu Solid Edge V16 jest w chwili obecnej dominującym rozwiązaniem na rynku oprogramowania 3D MCAD *mid-range*.

Dla wymagających dodano również możliwości tzw. renderingu artystycznego, tj. generowania estetycznych rysunków produktu, wykonanych w sposób imitujący np. szkic węglem, ołówkiem, pędzlem, pisakiem itd. Dzięki temu producenci mają możliwość promowania wśród potencjalnych klientów swych złożonych produktów w wyjątkowo atrakcyjny sposób, dzięki czemu szansa odniesienia przez nich sukcesu rynkowego dodatkowo wzrasta.

Na rys. 8 przedstawiono wybrane przykłady zastosowania modułu Virtual Studio+, obecnego w systemie UGS Solid Edge V16.

Przedstawione narzędzia to jedynie skromny fragment nowości systemu UGS Solid Edge V16, mających na celu sprostanie wyzwaniu złożoności, z którym muszą się uporać współcześni inżynierowie. Jedynie korzystanie z nowoczesnych aplikacji 3D MCAD może zagwarantować producentom łatwe i wydajne projektowanie złożonych produktów, ich kompleksową analizę, a także bezbłędne wykonanie określonych dokumentacji.

Dzięki prezentacji złożonych produktów ich potencjalnym nabywcom można zapoznać się z ich ewentualnymi uwagami oraz propozycjami modyfikacji projektów. W ślad za tym zmniejsza się prawdopodobieństwo zaistnienia konieczności zmian założeń konstrukcyjnych na późnym etapie projektowania wyrobów, znacznie skraca się czas trwania procesu projektowo-konstrukcyjnego A, inżynierowie zyskują pewność całkowitego wyeliminowania możliwych błędów.

Skutkiem powyższego jest zyskanie przez konstruktorów znacznych oszczędności czasu i nakładów finansowych, które można przeznaczyć na dokładniejszą optymalizację projektu, a także zwiększenie funkcjonalności oraz estetyki produktu. Rozumując dalej, udoskonalic można również proces wytwarzania, czyniąc produkty bardziej niezawodnymi, dzięki czemu wzrasta ich jakość, zadowolenie nabywców, a także sposób postrzegania określonego producenta na rynku.

Mając na względzie kompleksowość prac prowadzonych w każdym przedsiębiorstwie, zmierzających do wytworzenia określonego produktu oraz oszczędność kosztów przedsiębiorców, firma UGS zdecydowała się wprowadzić do swojej oferty specjalne Pakiety Promocyjne oprogramowania. Pakiety opierają się na otwartej i elastycznej ofercie produktów firmy UGS, bazując jednocześnie na ścisłej współpracy oraz możliwości dokładnego przekazywania danych. Klienci mogą skorzystać z połączenia oprogramowania Solid Edge z systemem NX (CAM), czy FEMAP (CAE). Pakiety adresowane są zarówno do konkretnych gałęzi przemysłu, jak również odpowiadają specyficznym wymaganiom pojedynczych przedsiębiorstw:

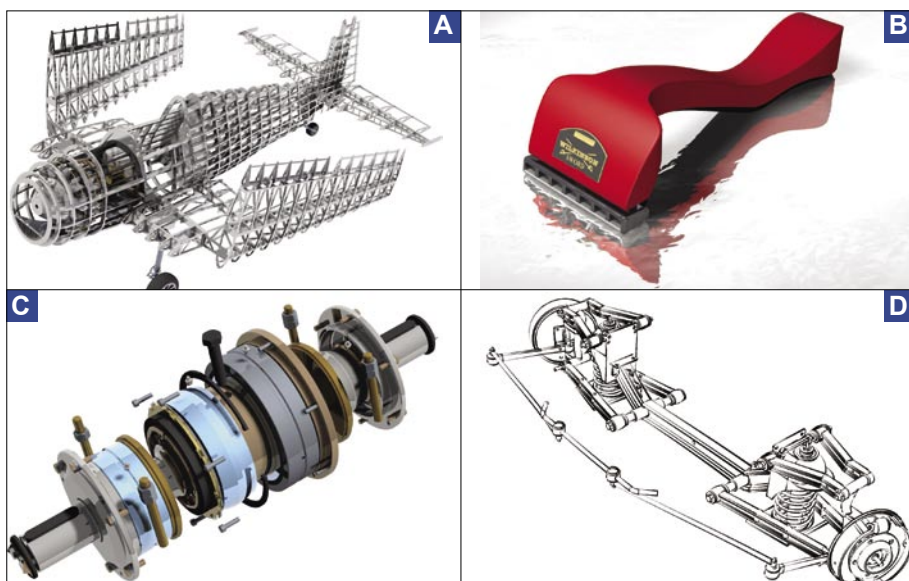
1. pakiet „Machinery & Equipment Design”;
2. pakiet „Consumer Products”;
3. pakiet „Mold Design”;
4. SE Design&Drafting (specjalna cena!);
5. bezpłatna wersja 2D Solid Edge Layout.

Szczegółowe informacje na temat oferty promocyjnej można znaleźć na stronach internetowych [www.ugs.pl](http://www.ugs.pl).

Użytkownicy systemu 3D MCAD Solid Edge mogą łatwo i wydajnie projektować złożone produkty, wprowadzając je na rynek szybciej od konkurencji. Przytoczone argumenty przemawiają za stwierdzeniem, iż stosowanie systemu UGS Solid Edge przyczynia się w zdecydowany sposób do zwielokrotnienia zysków, osiąganych z tytułu przyśpieszenia prac w procesie projektowo-konstrukcyjnym złożonych produktów. ■

■ Adam Budzyński, Wojciech Bieniaszewski, Kamil Dziadosz  
– Koło Naukowe Solid Edge  
Katedra Eksploatacji Maszyn  
Wydział Mechaniczny  
Akademia Techniczno-Rolnicza  
w Bydgoszczy  
Internet: [www.knse.pl](http://www.knse.pl)

Koło  
Naukowe  
Solid  
Edge



Rys. 8. Wybrane efekty zastosowania narzędzi Virtual Studio+, osiągalnych w UGS Solid Edge V16: a) fotorealistyczny obraz szkieletu samolotu (wyk. Szymon Kościanowski – KNSE); b) fotorealistyczny obraz produktu codziennego użytku (wyk. Krzysztof Kalinowski – KNSE); c) rendering napędu kruszarki (wyk. mgr inż. Mirosław Balcer – MAKRUM SA); d) artystyczny rendering przedniego zawieszenia samochodu (wyk. Adam Dziamski – KNSE)