

Projektowanie konstrukcji ramowych w Solid Edge V17

Józef Flizikowski, Adam Budzyński, Kamil Dziadosz, Wojciech Bieniaszewski, Marek Smoczyński

Przemysł chemiczny jest przykładem branży inżynierskiej, w której współpracujące ze sobą w określony sposób maszyny i urządzenia znajdują się, w większości przypadków, we względnie niewielkiej odległości, co czyni linie technologiczne obiektami o zwartej strukturze. Jest to spowodowane dążeniem do minimalizacji długości drogi, którą transportowane jest przetwarzane medium, np. ze względu na jego masę lub agresywność bio-chemiczną. W przemyśle tym zachodzi również często potrzeba odizolowania dynamicznego linii technologicznych od otoczenia, celem utrzymania wartości określonych parametrów chemicznych przetwarzanego medium na żądanym, często stałym poziomie.

Wobec powyższego, określone agregaty zabudowuje się w zwartych konstrukcjach wytrzymałościowych, które bardzo często są strukturami ramowymi. Projektowanie kon-



Rys. 1. Linia technologiczna rozlewni napojów, zamodelowana w systemie Solid Edge

strukcji ramowych jest zadaniem względnie trudnym, a wykorzystanie do tego celu zaawansowanego oprogramowania inżynierskiego proces ten znacznie upraszcza, dodatkowo zwiększając niezawodność eksploatacyjną zamodelowanych obiektów.

Zdając sobie sprawę z tego faktu, bardzo wiele firm działających w branży projektowania i konstruowania maszyn stosuje różnorodne narzędzia CAD. Znaczna część Użytkowników oprogramowania tego typu, zajmujących się m.in. projektowaniem skomplikowanych maszyn przemysłu chemicznego wykorzystuje system Solid Edge.

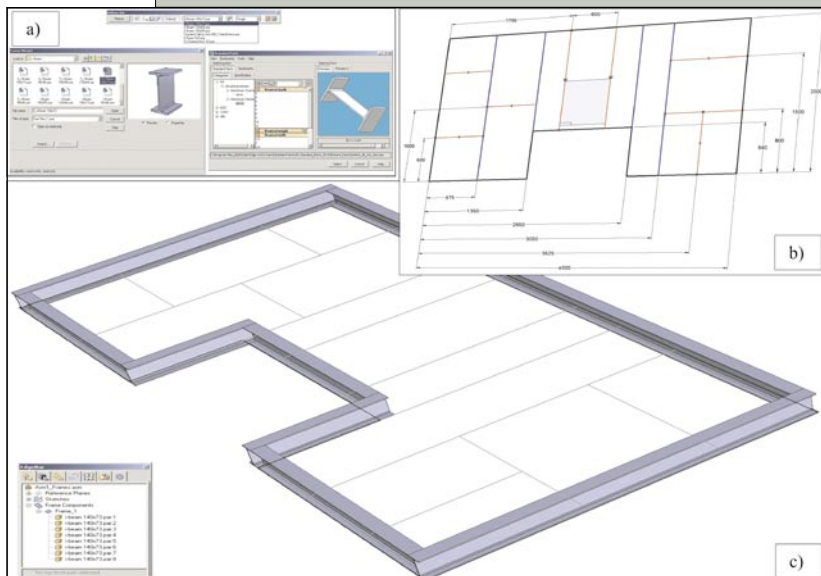
Na rys. 1 przedstawiono nowoczesną linię technologiczną rozlewni napojów, zaprojektowaną przez firmę KRONES A.G. Firma ta jest jednym z ważniejszych Użytkowników oprogramowania Solid Edge, wykorzystującym ponad 400 stanowisk Solid Edge.

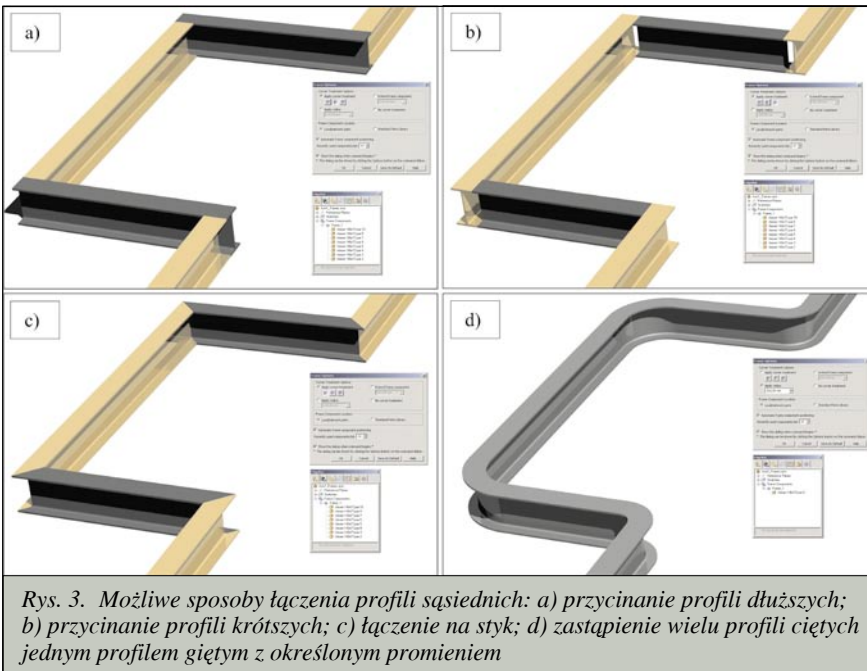
Główne zasady modelowania konstrukcji ramowych w systemie Solid Edge V17

Do projektowania numerycznej konstrukcji ramowych służy w systemie Solid Edge moduł Structural Frames. Proces konstrukcyjny rozpoczyna się od utworzenia określonej liczby płaskich lub przestrzennych szkiców, składających się z obiektów pełniących docelowo rolę trajektorii dla każdego z fragmentów kratownicy. Następnym krokiem jest dokonanie wyboru określonego rodzaju oraz typoszeregu profilu, który zostanie zastosowany do wykonania wirtualnego modelu danego fragmentu ramy. Użytkownik może skorzystać z bogatych baz danych rodzajów i wymiarów profili, zamodelowanych zgodnie z wieloma stosowanymi obecnie normami, tj. ISO, UNI, ANSI, DIN, JIS, PN itd. Pliki bazy, na podstawie których zostaną wykonane gotowe konstrukcje ramowe, mogą znajdować się zarówno w zwykłych folderach, jak również w zasobach sparametryzowanej biblioteki części standardowych, tj. Solid Edge Machinery, Piping and Frames Library. Model każdego z podukładów rozległej konstrukcji ramowej zostanie wykonany natychmiast po wskazaniu przez Użytkownika odpowiedniego szkicu (lub jego fragmentu) oraz dokonaniu wyboru zastosowanego profilu (rys. 2).

Istnieje możliwość określenia rodzaju łączenia ze sobą profili w węzłach ramowej konstrukcji nośnej (rys. 3). Możliwe opcje to m.in. przycinanie profili dłuższych, przycinanie profili krótszych, jednoczesne ukosowanie elementów (czego efektem jest ich łączenie na styk), zastąpienie wielu profili ciętych jednym profilem giętym z określonym promieniem, a także celowe wydłużenie lub skrócenie łączonych profili względem lokalizacji węzła kratownicy, w którym się one docelowo łączą. Standardowy sposób modelowania ramowej konstrukcji nośnej polega na domyślnym wyborze danej opcji łączenia profili we wszystkich węzłach kratownicy, a następnie opcjonalnym zdefiniowaniu odmiennych ustawień w węzłach dowolnie wybranych przez Użytkownika.

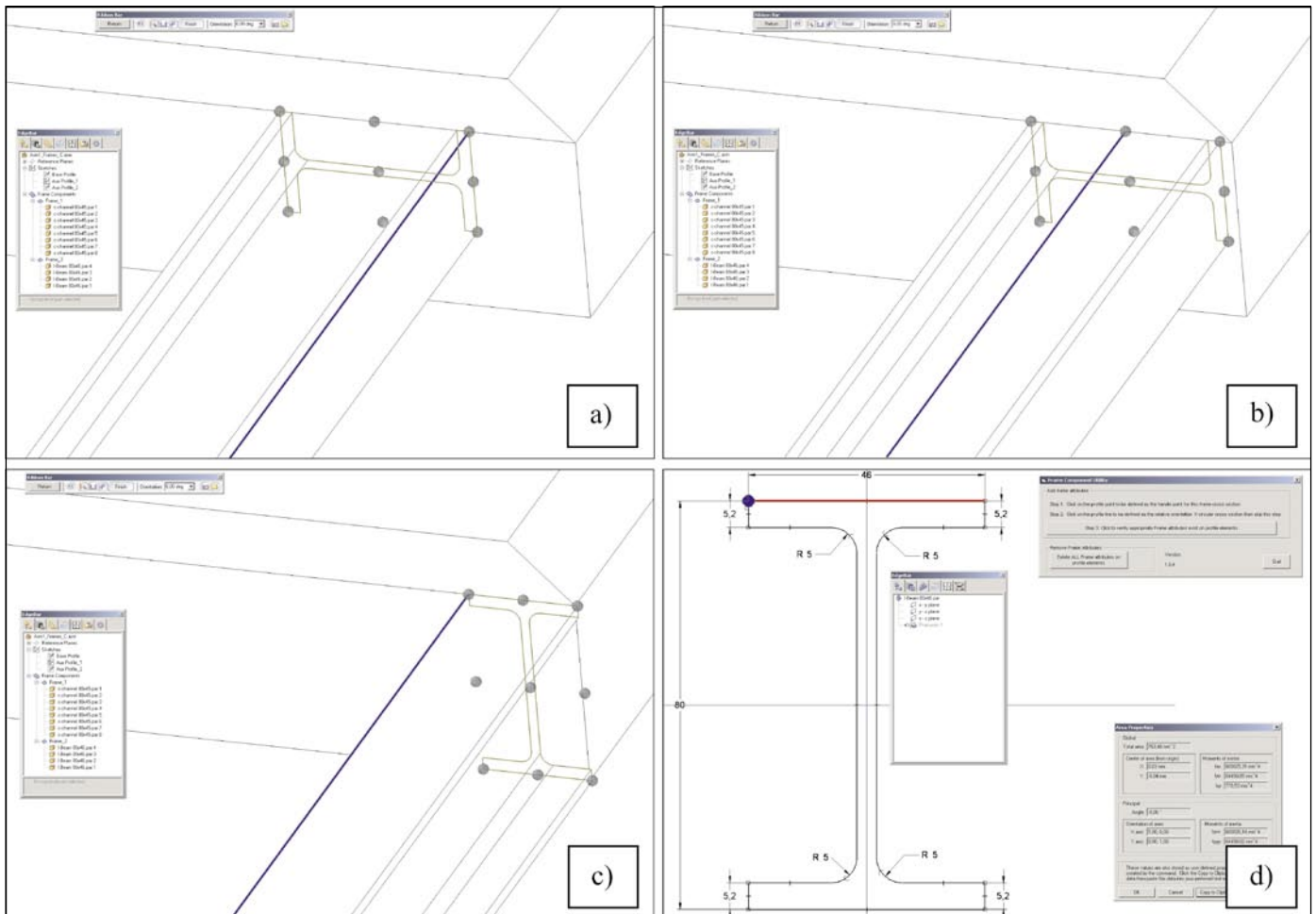
Rys. 2. Etapy modelowania głównego fragmentu konstrukcji ramowej: a) zdefiniowanie rodzaju i typoszeregu profilu, a także ustalenie lokalizacji pliku bazowego; b) stworzenie szkicu koncepcyjnego; c) wskazanie odpowiednich fragmentów szkicu





Pozycjonowanie przestrzenne profili względem elementów szkiców koncepcyjnych

Modele profili wchodzących w skład konstrukcji ramowej zostaną wygenerowane wzdłuż wybranych trajektorii, tj. elementów szkiców koncepcyjnych. Położenie przestrzenne prze-

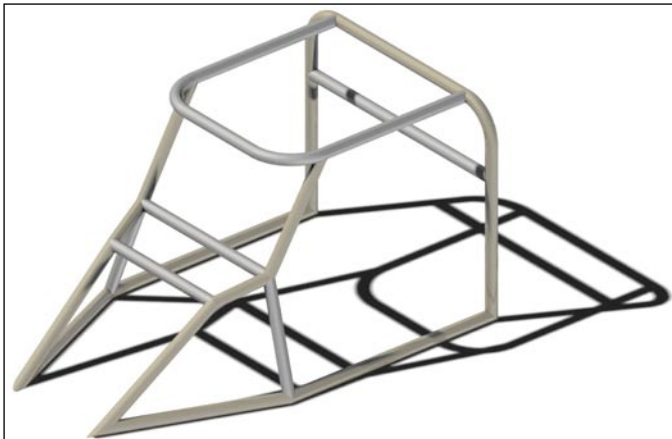


kroju poprzecznego profili uzależnione jest od pozycji tzw. punktów wodzących. W przekroju poprzecznym profili, zarówno dostarczonych przez Producenta systemu, firmę UGS, jak też wykonanych przez Użytkownika, wyróżnia się sześć punktów wodzących, z których jeden uznaje się za główny. Istotny jest również kierunek wektora odniesienia punktu wodzącego. Według zasad domyślnych, przekrój poprzeczny modelowanego profilu zostaje tak umieszczony przestrzennie, aby wskazana trajektoria była do niego normalna w głównym punkcie wodzącym, a kierunek wektora wskazywał ortogonalne położenie środka pola powierzchni przekroju (rys. 4 a). Użytkownik może zmieniać orientację przestrzenną przekroju profilu poprzez jego translację pomiędzy punktami wodzącymi (rys. 4 b), jak również rotację o dany kąt (rys. 4 c). Dokładniejszy wpływ na położenie przestrzenne modeli profili można uzyskać poprzez zmianę wartości odpowiednich wymiarów ustanowionych pomiędzy poszczególnymi elementami szkicu koncepcyjnego. Lokalizację głównego punktu wodzącego wraz z wektorem odniesienia ustania się podczas edycji profilu pierwotnej operacji bryłowej w bazowych plikach profili (rys. 4 d), przy czym jest to proces opcjonalny.

Rys. 4. Domyślna orientacja przestrzenna przekroju poprzecznego profilu (a), translacja (b) i rotacja (c) profilu oraz zdefiniowanie jego punktu wodzącego i wektora odniesienia

Rozbudowa modelu ramowej konstrukcji wytrzymałościowej

Rozbudowując zbiór szkiców koncepcyjnych, można w wydajny sposób zamodelować złożone przestrzenne ramowe konstrukcje nośne, w których skład wchodzić może wiele podukładów, wykonanych z różnych typoszeregów profili. Czynnikiem, który wpływa znacząco na zwiększenie efektywności prac konstrukcyjnych, jest fakt, iż ścieżkami, wzdłuż których tworzone są poszczególne profile ramy, mogą być trajektorie hybrydowe, tj. zarówno szkice płaskie, jak również dowolne krzywe przestrzenne. Na uwagę zasługuje przede wszystkim zdolność systemu do wygenerowania złożonych ramowych konstrukcji przestrzennych w zaledwie jednej operacji (rys. 5).

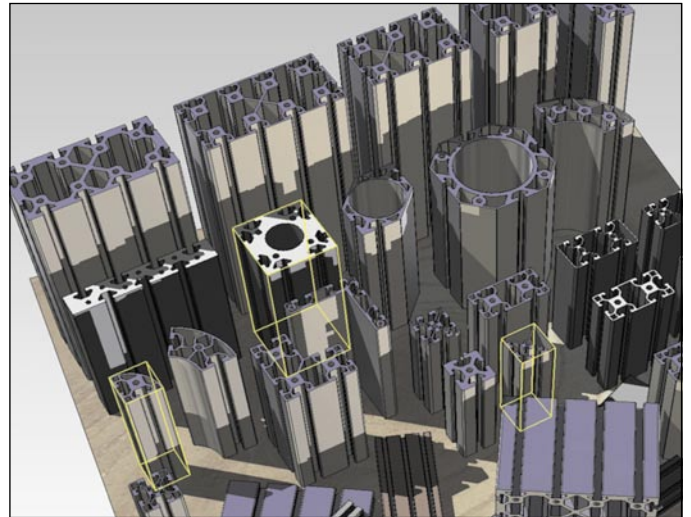


Rys. 5. Narzędzie Solid Edge V17 Structural Frames umożliwia zamodelowanie złożonych przestrzennych konstrukcji ramowych w zaledwie jednej operacji, czego efektem może być np. model klatki bezpieczeństwa wyczynowego samochodu terenowego

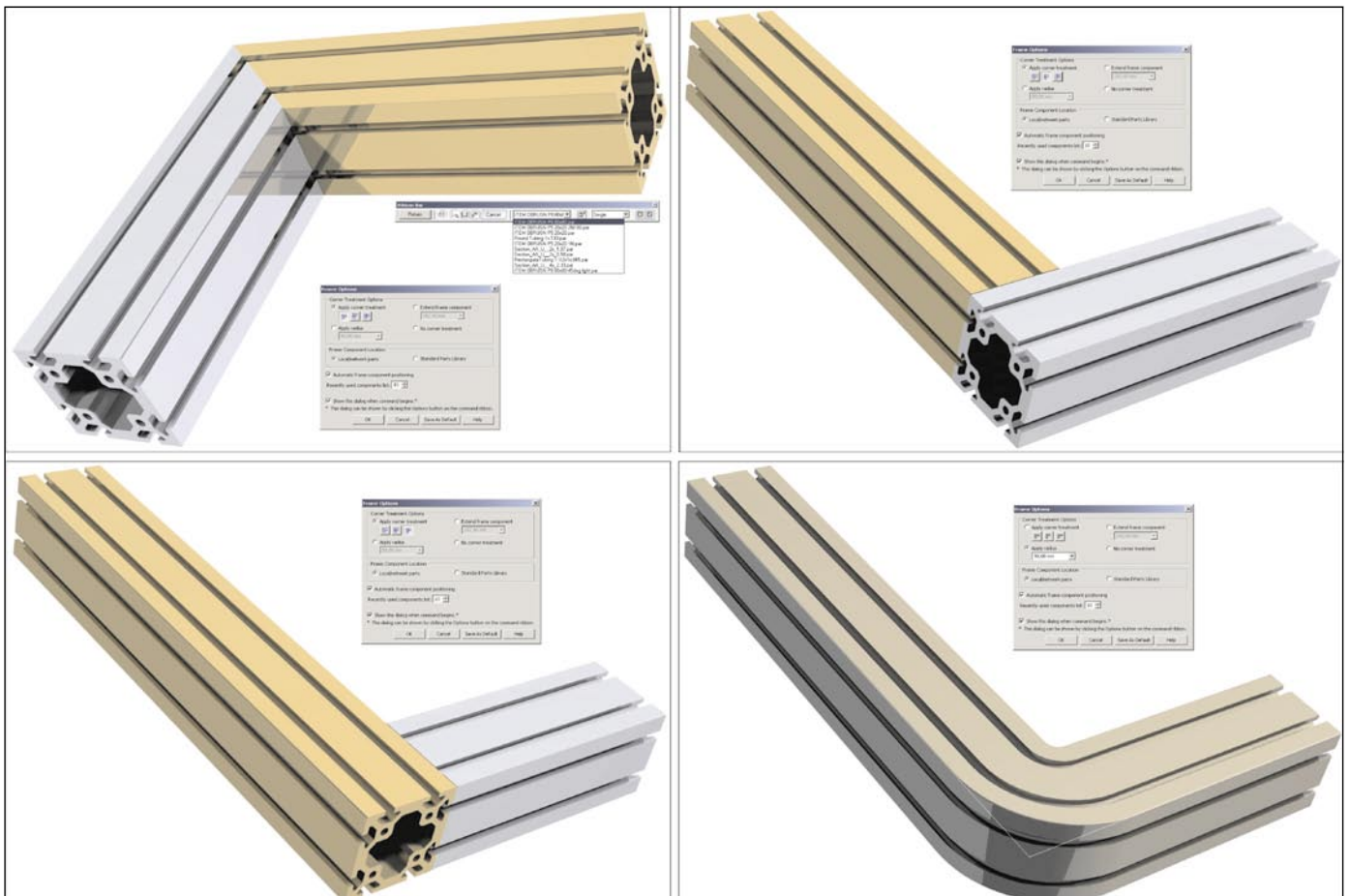
Podczas projektowania konstrukcji ramowych również elastyczność edycji obiektów już wykonanych jest imponująca. Użytkownik ma możliwość m.in.:

- zmiany płaskiego lub przestrzennego zarysu konstrukcji ramowej;
- zmiany wszystkich lub wybranego profilu ramy na profil innego typoszeregu;
- zmiany orientacji przestrzennej dowolnego profilu;
- narzucenia odmiennego sposobu łączenia profili we wszystkich lub dowolnie wskazanym węźle.

Jak wspomniano powyżej, rodzaj modelowanego kształtownika zależy od wybranego z bibliotek profilu. Warto zwrócić uwagę, że w Solid Edge, oprócz standardowych profili stalowych, dostępne są również specjalne profile aluminiowe (rys. 6 i 7).

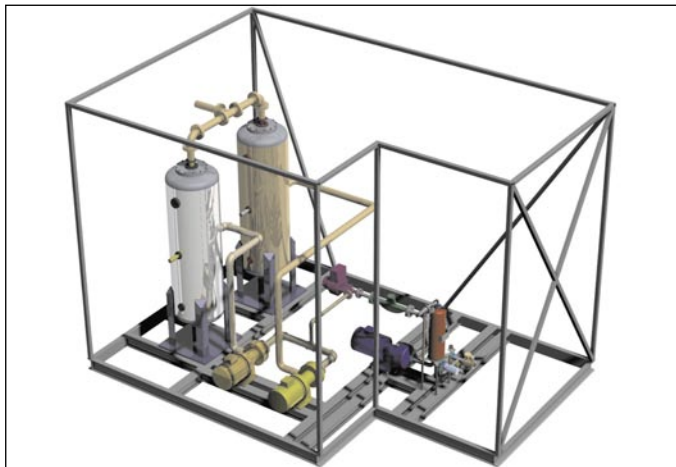


Rys. 7. Zestaw profili aluminiowych dostępnych w Solid Edge



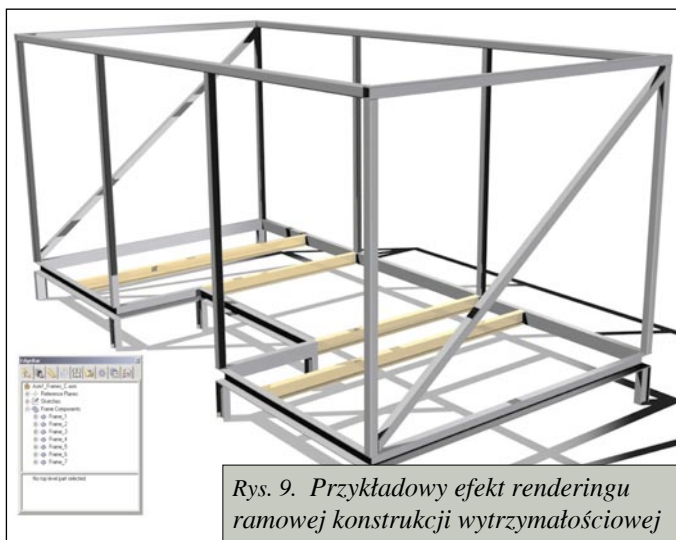
Rys. 6. Możliwości łączenia ze sobą kształtowników dotyczą każdego wybranego z biblioteki rodzaju profilu

Korzystając z możliwości modelowania części współpracujących w kontekście zamodelowanej ramowej konstrukcji wytrzymałościowej, w systemie Solid Edge V17 można szybko i bezbłędnie zamodelować kompletne układy strukturalne maszyn wraz z oprzyrządowaniem (rys. 8).



Rys. 8. Finalna postać konstrukcyjna przestrzennej ramowej konstrukcji nośnej wraz z zamontowanymi w jej wnętrzu elementami instalacji hydraulicznej

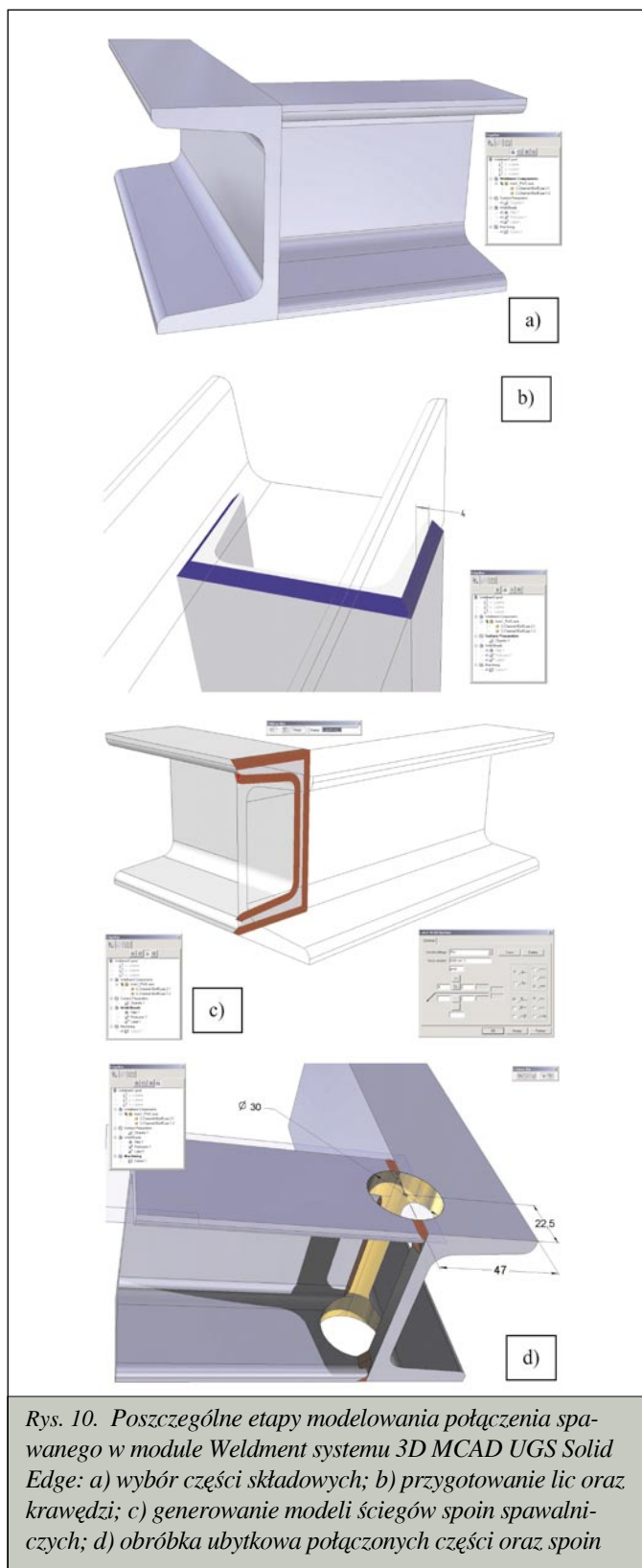
W celu szybkiego wprowadzenia zamodelowanego układu na rynek można przedstawić jego elegancką wizualizację potencjalnym kontrahentom, zyskując dzięki temu dodatkowe szanse na uzyskanie natychmiastowych zamówień. W tym celu można skorzystać z modułu Solid Edge Virtual Studio+, zawierającego szereg potężnych narzędzi, służących do realistycznej lub artystycznej wizualizacji zaprojektowanych obiektów (rys. 9). Uważa się, iż pod względem liczby oraz jakości profesjonalnych narzędzi, służących do renderingu wykonanych modeli, program Solid Edge V17 jest obecnie jednym z najbardziej zaawansowanych rozwiązań dostępnych na rynku systemów CAD klasy *mid-range*.



Rys. 9. Przykładowy efekt renderingu ramowej konstrukcji wytrzymałościowej

Modelowanie połączeń spawanych elementów ramowych konstrukcji nośnych

Znaczną część połączeń wykorzystywanych podczas procesu montażu rzeczywistych ramowych konstrukcji wytrzymałościowych stanowią połączenia spawane. W celu przygotowania kompletnej dokumentacji wirtualnej modelowa-

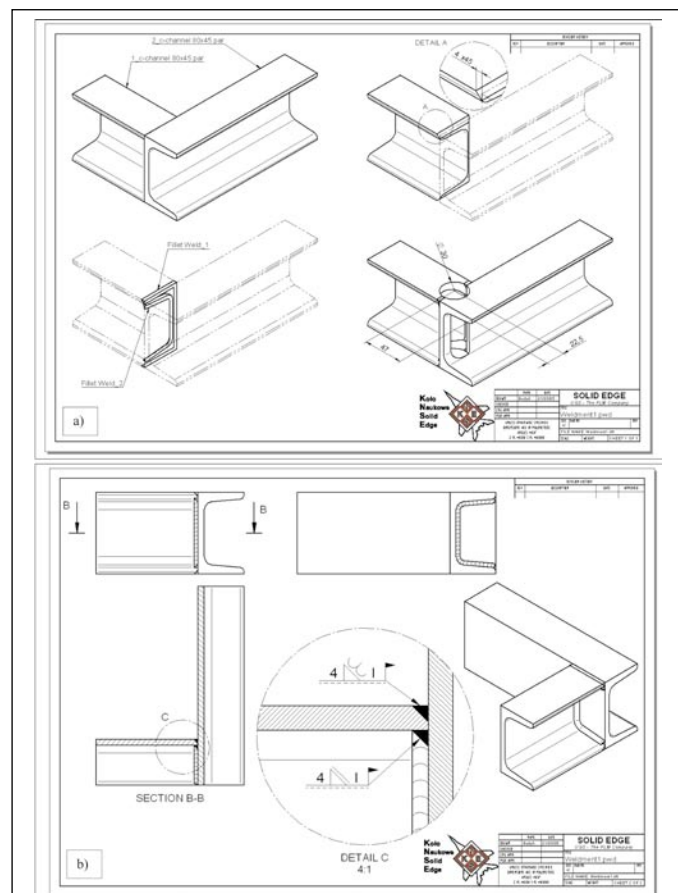


Rys. 10. Poszczególne etapy modelowania połączenia spawanego w module Weldment systemu 3D MCAD UGS Solid Edge: a) wybór części składowych; b) przygotowanie lic oraz krawędzi; c) generowanie modeli ściegów spoin spawalniczych; d) obróbka ubytkowa połączonych części oraz spoin

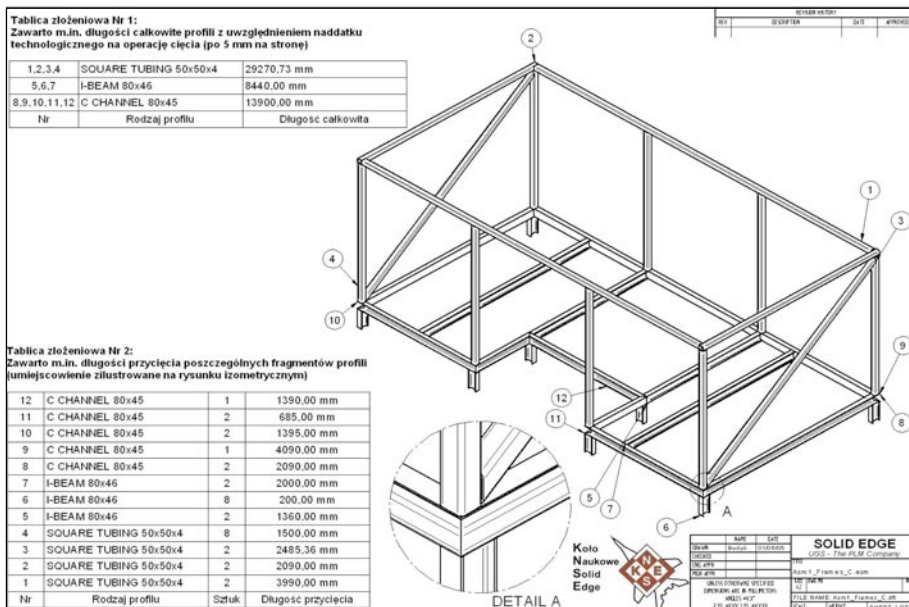
nego układu, zarówno 3D, jak i 2D, połączenia spawane można wykonać w specjalistycznym module systemu Solid Edge, tj. Weldment. Praca w tym środowisku polega na sekwencyjnym korzystaniu z poszczególnych grup narzędzi, co jest zgodne z technologią prac spawalniczych. Pierwszy etap pracy w module Weldment – „Części składowe” – polega na wskazaniu odpowiedniego zespołu części i wskazaniu wybranych jego elementów, które mają zostać docelowo połączone poprzez spawanie (rys. 10 a). Podczas drugiego etapu („Przygotowanie powierzchni”) wykonać można okre-

ślona obróbkę wybranych fragmentów danych części, np. planowanie lic lub fazowanie krawędzi (rys. 10 c). Następnym etapem jest „Edycja spoin”, podczas którego możliwe jest m.in. półautomatyczne modelowanie najczęściej stosowanych w praktyce rodzajów spoin. Dzięki ostatniej grupie narzędzi, tj. „Edycja obróbki”, istnieje możliwość zamodelowania efektów obróbki ubytkowej, dotyczącej zarówno spawanych elementów, jak również łączących je spoin (rys. 10 d). Etap drugi i czwarty są opcjonalne.

Na uwagę zasługuje również możliwość szybkiego i wydajnego tworzenia dokumentacji 2D konstrukcji spawanej. Celem wykonania technologicznego zapisu procesu tworzenia połączenia spawanego pomocne może okazać się automatyczne wykonanie rysunków izometrycznych modelowanego układu z wyszczególnieniem jego postaci na każdym z wymienionych powyżej czterech etapów prac w module Weldment (rys. 11 a). Poza tym w dokumentacji szczegółowej zostaną umieszczone wszelkie oznaczenia spawalnicze, które naniesiono podczas modelowania konstrukcji spawanej (rys. 11 b).



Rys. 11. Wybrane fragmenty technologicznej dokumentacji 2D konstrukcji spawanej: a) widoki izometryczne modelu podczas trwania każdego z czterech etapów projektowania połączenia spawanego; b) efekt automatycznego nanoszenia w dokumentacji odpowiednich oznaczeń spawalniczych



Rys. 12. Złożeniowa dokumentacja płaska, zawierająca m.in. listę części składowych, w której automatycznie umieszczono wartości długości poszczególnych profili ramy, jak również sumaryczne długości wszystkich zastosowanych profili, z opcjonalnym uwzględnieniem nadkładu na operację cięcia

Tworzenie płaskiej dokumentacji złożeniowej

Podczas generowania dokumentacji złożeniowej ramowych konstrukcji nośnych istnieje możliwość umieszczenia wielu zróżnicowanych tablic zestawieniowych, zawierających m.in. informacje, dotyczące zarówno długości przycięcia każdej z belek ramy, jak również sumarycznej długości każdego z rodzajów profili wykorzystanych do budowy układu. System może uwzględnić obustronny nadkład technologiczny na operację cięcia (rys. 12), co może okazać się szczególnie przydatne np. podczas tworzenia listy zamówień u producenta profili kształtowych.

Wnioski

System Solid Edge V17 można uznać za bardzo przydatny w procesie projektowo-konstrukcyjnym ramowych konstrukcji nośnych maszyn. Dzięki jego zastosowaniu uzyskuje się znaczne oszczędności czasu projektowania, możliwość elastycznego kształtowania modelowanego obiektu, łatwość dokonywania zmian, a także wykrywania i usuwania potencjalnych błędów konstrukcyjnych. Wpływa to na obniżenie kosztów konstruowania i wytwarzania, a także na zwiększenie bezpieczeństwa eksploatacji linii technologicznych w przemyśle chemicznym.



SOLID EDGE



UGS

Transforming the process of innovation

Prof. dr hab. inż. Józef Flizikowski,
mgr inż. Adam Budzyński,
mgr inż. Wojciech Bieniaszewski,
Kamil Dziadosz, Marek Smoczyński
Koło Naukowe Solid Edge,
Wydział Mechaniczny,
Akademia Techniczno-Rolnicza, Bydgoszcz