

mgr inż. Przemysław Zawadzki, email: przemyslaw.zawadzki@put.poznan.pl,
mgr inż. Maciej Kowalski, email: e-mail: maciejkow@poczta.fm,

mgr inż. Radosław Wichniarek, email: radoslaw.wichniarek@put.poznan.pl,
Politechnika Poznańska, Katedra Zarządzania i Inżynierii Produkcji,

mgr inż. Grzegorz Kliński, email: grzegorz.klinski@ibpgroup.com
IBP Installfittings Sp. z o.o.

AUTOMATYZACJA PROCESU PROJEKTOWANIA RUR GIĘTYCH W OPARCIU O PARAMETRYCZNY SYSTEM CAD

Streszczenie: W pracy opisano proces budowy rozwiązania pozwalającego automatyzować projektowanie rur giętych w oparciu o parametryczny system CAD. Zdalna obsługa systemu projektowego odbywa się poprzez nowo zaprojektowany interfejs użytkownika. W pracy przedstawiono również moduły do kalkulacji kosztów produkcji nowego wyrobu oraz przygotowania programu na maszyny produkcyjne.

Słowa kluczowe: automatyzacja projektowania, modelowanie CAD, systemy CAx,

AUTOMATION OF DESIGN PROCESS OF BENT TUBES ON THE BASIS OF A PARAMETRIC CAD SYSTEM

Abstract: The paper describes a process of building a solution for automation of the design of bent tubes on the basis of a parametric CAD system. Remote operation of the design system is conducted through a newly designed user interface. The paper also presents modules for calculation of manufacturing costs of a new product and for preparation of programs for manufacturing machines.

Key words: automatic design, CAD modeling, CAx systems

1.WPROWADZENIE

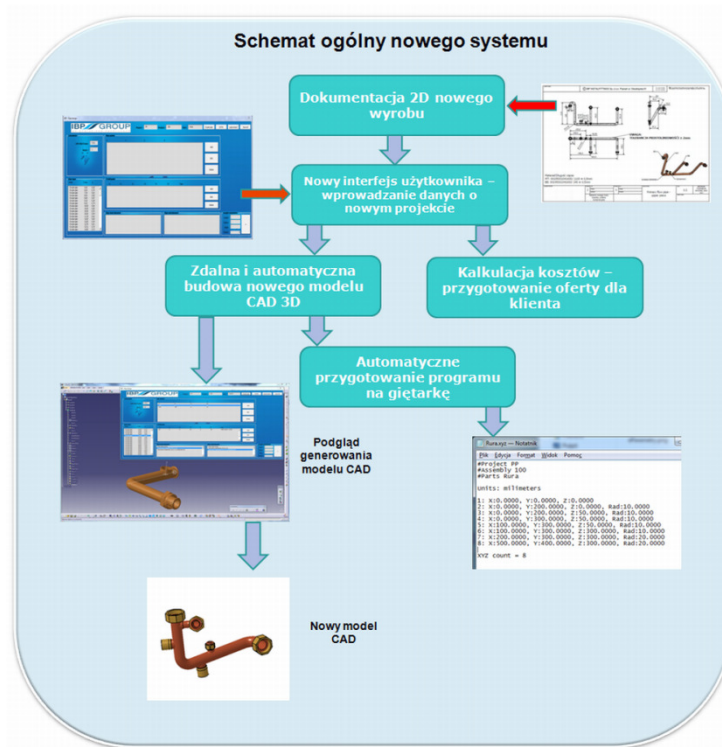
Komputerowe systemy wspomagania prac inżynierskich stały się w wielu przedsiębiorstwach, podstawowym narzędziem służącym do projektowania wyrobów oraz przygotowywania technologii na obrabiarki sterowane numerycznie. Wykorzystywanie programów CAx w wymierny sposób przyczynia się do skrócenia czasu wdrożenia wyrobu do produkcji i obniża koszty jego wytwarzania [1,2]. Zalety stosowania zaawansowanych rozwiązań już na poziomie modelowania 3D od lat zauważa firma IBP Installfittings, która jest producentem elementów złącznych armatury rurowej. Produkty firmy pogrupowane są w rodziny wyrobów w zależności

od przeznaczenia i klienta docelowego. Dla wyrobów z jednej rodziny procesy projektowania i wytwarzania składają się z powtarzalnych czynności, różniących się parametrami geometrycznymi (projektowanie) i technologicznymi (wytwarzanie). Tok postępowania konstruktora w systemie CAD, a następnie technologa w systemie CAM, dla poszczególnych wyrobów z jednej rodziny jest bardzo podobny. Ponadto ciągły rozwój wyrobów oraz dopasowywanie się do aktualnych, często indywidualnych potrzeb klientów sprawiły, że firma wraz z zespołem inżynierów Politechniki Poznańskiej postanowiła opracować metodę szybkiego projektowania i przygotowania technologii dla maszyn CNC. Badania prowadzono równolegle na trzech rodzinach wyrobów: złączkach kutyh, złączkach toczonych oraz rurach giętych. W niniejszej pracy przedstawiono rozwiązanie opracowane dla ostatniej grupy wyrobów [2].

2. IDEA NOWEGO SYSTEMU

W przypadku rur giętych proces projektowania nowego wyrobu zaczyna się jeszcze na etapie przygotowania oferty dla klienta. Projekt instalacji rurowej jest zawsze indywidualny. Dlatego charakter wyrobów, wchodzących w jej skład sprawia, że każda rura może być niepowtarzalna. Takie podejście wymaga od firmy rzetelnego podejścia do wyceny. Z tego względu już na tym etapie musi zostać przygotowany model 3D każdej rury. Przeprowadzono obliczenia, z których wynikało, iż uśredniony czas potrzebny na projektowanie wyrobu wynosi 7h20min. Po uruchomieniu zlecenia, należało dodatkowo poświęcić średnio 2h20min na przygotowanie technologii gięcia. Ideą nowego rozwiązania było przede wszystkim skrócenie powyższych czasów, poprzez wprowadzenie metod automatyzacji na poziomie programu CAx.

Nowe rozwiązania opiera się o wprowadzanie danych dotyczących nowego wyrobu w specjalnie przygotowanym interfejsie użytkownika (rys. 1). Dane (głównie: współrzędne punktów gięcia, promienie, średnice rur i rodzaje zakończeń) odczytywane są z dokumentacji 2D, dostarczanej przez klienta. Ich zatwierdzenie wymusza w programie CAD automatyczną budowę modelu 3D. Na jego podstawie system przedstawia kalkulację kosztów. Po weryfikacji użytkownik może zapisać nowy model lub od razu wygenerować program na giętarce CNC.

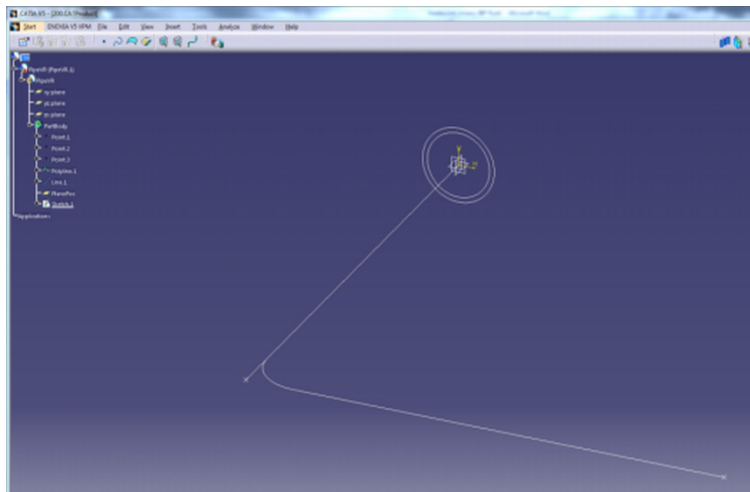


Rys. 1 Schemat nowego systemu [2].

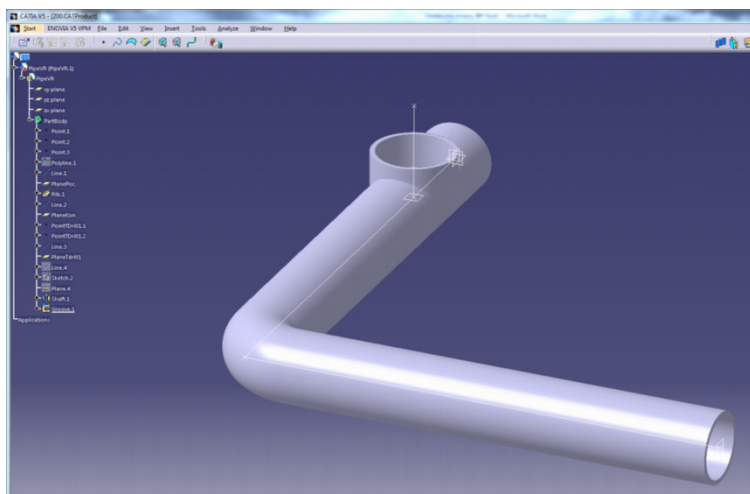
3. ALGORYTM AUTOMATYCZNEGO TWORZENIA MODELU CAD

Automatyzacja modelowania 3D została przygotowana w programie CATIA V5. Wykorzystując dostępne narzędzia, takie jak makropolecenia, relacje pomiędzy parametrami, reguły dla wartości liczbowych i warunków logicznych, przygotowano algorytm automatycznej budowy modelu rury. Dane do budowy modelu pobierane są z odpowiednio przygotowanych tabel, które bazują na podstawowych wartościach wprowadzanych przez użytkownika na poziomie interfejsu. Automatyzacji poddano takie kroki jak:

- a) utworzenie nowego pliku produktu oraz części,
- b) nadawanie nazw plików,
- c) utworzenie punktów w przestrzeni określających geometrię rury,
- d) budowa polilinii,
- e) budowa szkicu (rys. 2),

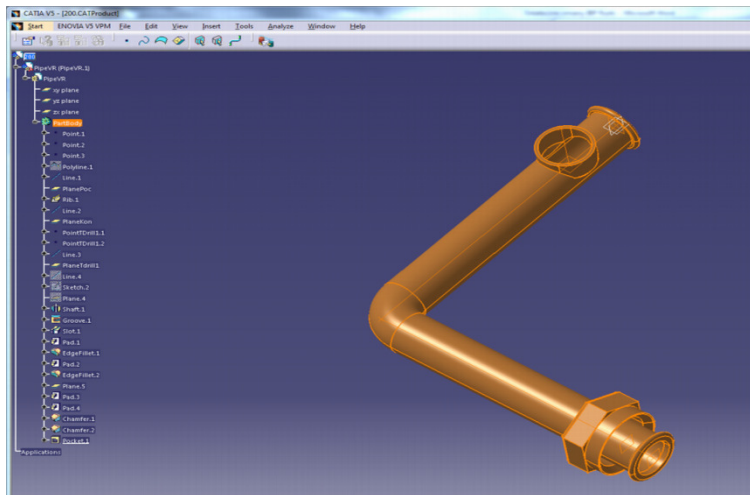


Rys. 2 Automatycznie utworzony szkic nowego wyrobu [2].



Rys. 3 Automatycznie utworzona bryła nowego wyrobu [2].

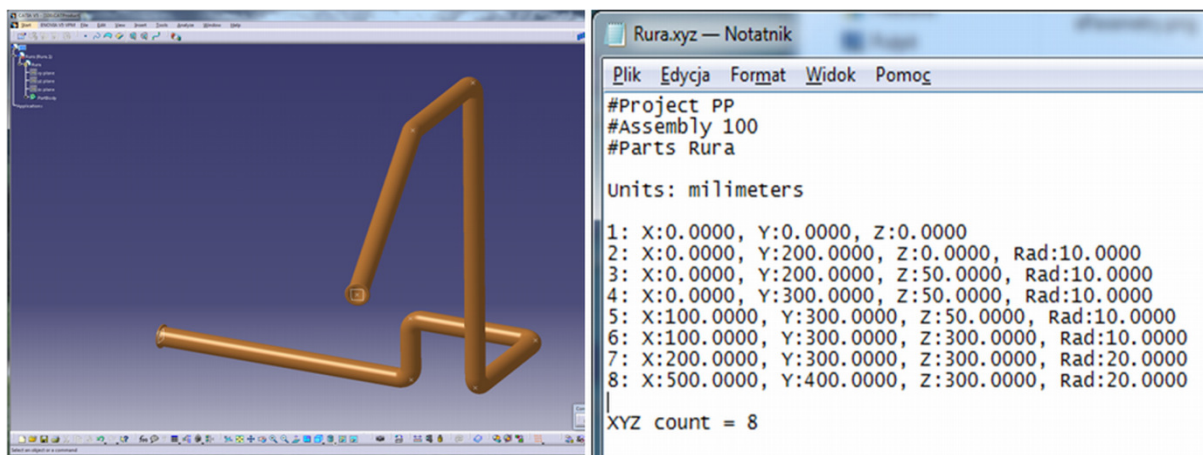
budowa bryły rury,
utworzenie elementów geometrycznych (płaszczyzny i linie) pod T-Drill,
wykonanie geometrii T-Drill (rys. 3),
automatyczne wstawienie zakończeń rury,
nadanie właściwości materiałowych (rys. 4).



Rys. 4 Gotowy model bryłowy nowego wyrobu [2].

4. SZABLONY OBRÓBKOWE

Pod pojęciem szablonu obróbkowego w tym przypadku, należy rozumieć moduł pozwalający zapisać program obróbkowy dla giętarki CNC. W tym też celu przygotowano postprocesor, który na podstawie wcześniej wprowadzanych przez użytkownika danych oraz modelu 3D rury generuje odpowiedni, dostosowany do konkretnej giętarki program w kodzie *.xyz (rys. 5).



Rys. 5 Model rury oraz podgląd programu na giętarkę [2].

5. INTERFEJS UŻYTKOWNIKA

Aby uprościć komunikację oraz wyeliminować konieczność bezpośredniej obsługi programu CAD podczas budowy modelu 3D nowego wyrobu, zaprojektowano interfejs graficzny. Został on wyposażony w niezbędne funkcjonalności za pomocą języka programowania VBA (*ang. Visual Basic for Applications*). Interfejs został w pełni zintegrowany z programem CATIA V5 i umożliwia przełączanie się w prosty

sposób pomiędzy uruchomionymi programami. Interfejs służy zarówno do wprowadzania danych projektowanych (rys. 6) rur (podstawowe założenia procesów technologicznych, wyświetlanie wyników kalkulacji kosztów) jak i do zarządzania tworzonymi przez użytkownika projektami.



Rys. 6 Przykładowy widok interfejsu - wyróżniony obszar wprowadzania danych geometrycznych dla nowego wyrobu [2].

6. WNIOSKI

Wdrożenie w firmie automatyzacji procesu projektowania i przygotowania produkcji pozwoliło w znaczącym stopniu skrócić czas potrzebny na przygotowanie oferty dla klienta oraz na wdrożenie nowego wyrobu do produkcji. Już na etapie testów nowego systemu zaobserwowano duże oszczędności:

- wprowadzanie danych nowego wyrobu - średnio 45min,
- automatyczne generowanie kompletu danych dla nowego wyrobu - średnio 10min,
- czas analizy i kontroli - średnio 45min,

Wdrożenie efektów automatyzacji przyniosło korzyści głównie za sprawą dwóch czynników: zmniejszenie czasochłonności projektowania i przygotowania technologii oraz zoptymalizowania procesów obróbkowych na maszynach CNC. W pierwszym przypadku uzyskano największe korzyści w ujęciu procentowym ponieważ czas potrzebny do przygotowania dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej został skrócony nawet o ok. 80%. Tak znaczne oszczędności czasowe są możliwe do osiągnięcia poprzez zautomatyzowanie większości czynności wykonywanych dotychczas przez konstruktorów i technologów. Drugim efektem jest optymalizacja procesów obróbkowych na maszynach CNC wynikająca z ich uporządkowania i zastosowania w nich najlepszych praktyk inżynierskich stosowanych w IBP Instal fittings.

LITERATURA

[1] Kowalski M., Paszkiewicz R., Zawadzki P., Górski F.: "Automatic system for 3D models and technology process design", Management of Technology - Step to Sustainable Production (MOTSP 2010), Rovinj 2-4.06.2010;

[2] Dokumentacja projektu celowego pt. "Wdrożenie zautomatyzowanego komputerowego systemu projektowania i przygotowania technologii dla maszyn CNC", lata 2010 - 2012.

[3] Skarka W.: "Podstawy budowy modeli autogenerujących", Wydawnictwo Helion, 2009.