

## Programowanie NC przy użyciu funkcjonalności Synchronous Technology

Teraz programiści NC mogą znacznie łatwiej edytować modele części

[www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm)

Artykuł techniczny



- ▶ Programiści NC niemal na co dzień mają do czynienia z definicją ścieżek obróbki na bazie modeli 3D. Jednak próby edycji często okazują się utrudnione, ponieważ trójwymiarowe modele części pochodzą z różnych źródeł. W tym artykule technicznym opisano najnowsze funkcje edytowania modeli części, dostępne dzięki technologii Synchronous Technology opracowanej przez Siemens PLM Software. Wyjaśniono również, jak programiści NC mogą za pomocą tych funkcji sprawniej modyfikować obecne coraz bardziej skomplikowane modele CAD.

# PLM Software

Rozwiązania dla przemysłu.

**SIEMENS**

## **Spis treści**

<b>Streszczenie dla kadry zarządzającej</b>	<b>1</b>
<b>Edytowanie modelu CAD a programiści NC</b>	<b>1</b>
<b>Dlaczego inżynierowie produkcji (technolodzy) modyfikują trójwymiarowe modele części</b>	<b>2</b>
<b>Dlaczego większość obecnie dostępnych narzędzi nie zaspokaja potrzeb programistów NC w zakresie edytowania modeli</b>	<b>3</b>
<b>Rewolucja w edytowaniu modeli dzięki technologii Synchronous Technology</b>	<b>4</b>
<b>Podsumowanie</b>	<b>7</b>

## ► Streszczenie dla kadry zarządzającej

*Programiści NC często w ramach przygotowania części do produkcji pracują z ich trójwymiarowymi modelami. Niejednokrotnie modele 3D pochodzą z różnych źródeł, szczególnie jeśli zakład wykonuje prace na zlecenie różnych klientów. Jakość tych danych radykalnie się różni. Często z pozoru gotowy model projektowy nie umożliwia napisania precyzyjnego, zoptymalizowanego programu. Zmiana promienia zaokrąglenia czy konieczność zwiększenia kąta pochylenia — nawet takie teoretycznie proste zadania mogą pochłonąć dużo czasu pracy nad modelem CAD. Możliwość efektywnej obróbki modeli 3D bez żadnych technicznych ograniczeń pozwoli oszczędzić mnóstwo czasu.*

*W tym artykule technicznym opisano najnowsze funkcje edytowania modeli CAD, dostępne dzięki technologii Synchronous Technology opracowanej przez firmę Siemens PLM Software. Wyjaśniono też, w jaki sposób rozwiązują one wieloletnie problemy programistów NC z edytowaniem modeli CAD.*

## ► Edytowanie modelu CAD a programiści NC

Inżynierowie produkcji chcący wykorzystywać modele CAD do programowania NC muszą radzić sobie z określonymi trudnościami. Często modyfikacja trójwymiarowych modeli części jest niezbędna w celu zaprogramowania ścieżek narzędzi obrabiarek. Co ciekawe, wielokrotnie zmiany te nie dotyczą kształtu, dopasowania czy funkcji części, ale tak prostych kwestii, jak zaślepienie otworów w celu uzyskania stycznej i jednorodnej powierzchni na potrzeby jej obróbki wykończeniowej, ponieważ otwory te zostaną wywiercone dopiero po zakończeniu tego etapu obróbki. Na pierwszy rzut oka to bardzo łatwe zadanie, może jednak pochłonąć mnóstwo czasu. Od zaimportowania modelu aż do jego optymalnego przygotowania na potrzeby obróbki — inżynierowie produkcji zawsze mają utrudnione zadanie, ponieważ nie są autorami projektu.

Często inżynierowie, ale także sami programiści NC, mają utrudniony dostęp do interesujących ich modeli CAD z powodu czynników takich jak czas, odległość, translacja, a nawet język. Nawet w mocno zintegrowanym środowisku roboczym autor modelu CAD prawdopodobnie pracuje w innym dziale, zakładzie, a nawet mieście. Jako zasadę można przyjąć, że twórca modelu CAD trafiającego na produkcję pochodzi z innej firmy, a często z drugiego końca świata.

Oznacza to, że inżynierowie produkcji właściwie nigdy wcześniej nie mają styczności z modelem, którego mają używać. Często muszą zadawać pytania, które pomogą im w pracy z modelem, lub bezpośrednio prosić autorów o wprowadzenie zmian. Ponieważ są zobligowani jak najszybciej realizować zlecenia dla klientów, kontakt z twórcami muszą ograniczyć do minimum.

Zazwyczaj programiści NC nie są projektantami CAD i nawet nie wiedzą, jak powstał model danej części. Jej trójwymiarowy obraz postrzegają jako geometrię, którą należy zoptymalizować pod kątem programowania i obróbki. Chcą po prostu móc wprowadzać te zmiany swobodnie, bez żadnych uszkodzeń modelu, problemów z jego ponownym odtworzeniem czy innych podobnych błędów.

System, który umożliwi programistom NC modyfikowanie trójwymiarowych geometrii za pomocą intuicyjnych poleceń wykorzystujących mechanizm „przeciągnij i upuść”, byłby ogromnie pomocny i pozwolił zaoszczędzić mnóstwo czasu.

Istnieje wiele powodów, dla których programiści NC muszą edytować geometrię trójwymiarowych modeli CAD. W tym dokumencie wspomniano jedynie o kilku z nich.

### **Usunięcie błędów modelu, nieciągłości i błędów translacji**

Jeśli plik części pochodzi z innego systemu CAD i wykonano konwersję danych, mogą pojawić się błędy. Ale problemy występują nawet bez konwersji, ponieważ modele wyglądające idealnie z zewnątrz mogą pod względem matematycznym być bardzo chaotyczne. Typowe błędy to niepełne powierzchnie albo drobne matematyczne szczeliny między dwiema powierzchniami. Często to wystarcza, aby programy CAM błędnie interpretowały lub odrzucały model części do obliczeń. Dlatego przez rozpoczęciem faktycznego pisania kodu programiści NC mogą być zmuszeni do usunięcia tych błędów.

W większości systemów CAM ścieżki narzędzi są obliczane w oparciu o dane matematyczne powierzchni trójwymiarowych modeli części. Nawet drobne różnice w danych między sąsiednimi „płatami” powierzchni mogą prowadzić do błędów w obróbce całości. Pozostawiając niezmieniony kształt części, programiści NC mogą być zmuszeni do skorygowania powierzchni lub poprawienia jej definicji, zanim będzie można zaprogramować ścieżki narzędzi.

### **Modele pośrednie i przygotowywanie modeli odlewniczych**

Z reguły projektanci CAD dostarczają działom produkcyjnym ostateczne wersje modeli części. Aby jednak taki model wykorzystać jako model odlewniczy lub do zaprojektowania formy wtryskowej, często trzeba w nim wprowadzić wiele zmian. W przypadku modelu odlewniczego trzeba zmienić niemal wszystkie wymiary, zaślepić otwory, pogrubić uźebrowania itd. Modele pośrednie mogą być rozbudowanymi wersjami części reprezentującymi najważniejsze etapy procesu produkcyjnego. W niektórych przedsiębiorstwach tworzy się je przez odpowiednią modyfikację finalnego modelu części.

W obu przypadkach „zamknięcie” otworów w celu zapewnienia maszynowej obróbki powierzchni po ciągłej, równej geometrii znacznie ułatwia pracę. Ponadto warto je na przykład stosować w sytuacjach, gdy po obróbce wstępnej mają zostać wykonane pewne operacje za pomocą obróbki elektroerozyjnej (EDM). Jeśli otwory lub zagłębienia w modelu 3D przechodzą przez skomplikowaną powierzchnię, ich „wypełnienie” może sprawiać programistom duże trudności, szczególnie gdy dany płat powierzchni musi być idealnie dopasowany do sąsiadujących płatów.

Typowa czynność wykonywana przez programistów NC to dopasowanie promienia zaokrąglenia czy wypełniania. Często inżynier produkcji może dodawać/modyfikować promienie w celu dopasowania ich do wybranego scenariusza lub metody obróbki, np. do dostępnych narzędzi.

### **Tworzenie nowej trójwymiarowej geometrii na podstawie modelu części**

Istnieje wiele sytuacji, w których przydaje się możliwość tworzenia specjalnych obiektów na bazie podstawowej geometrii części. Typowe przykłady to miękkie szczęki uchwytów tokarskich czy niestandardowe elementy mocowania. Wspomniana koncepcja modelu odlewniczego jest nieco podobna do modelu bazowego półfabrykatu. Wszystkie opisane przykłady ilustrują sytuacje, w których inżynier produkcji lub programista NC muszą wprowadzić odpowiednie modyfikacje do źródłowego modelu części.

### **Wprowadzanie zmian w projekcie**

Jedną z najczęstszych przyczyn edytowania modelu części jest konieczność wprowadzenia nagłych lub konkretnych zmian w projekcie. Ostateczne przesunięcie ścianki, zmiana kąta pochylenia, zwiększenie średnicy otworu czy inne, niekończące się poprawki to chleb powszedni programistów NC. Po rozpoczęciu programowania NC znacznie łatwiej jest wprowadzić modyfikacje do istniejącego bazowego modelu 3D niż zacząć pracę od początku z nowym plikiem modelu trójwymiarowego dostarczonym przez projektanta.

## **Praca z modelami parametrycznymi — grząski grunt**

Wiele trójwymiarowych modeli projektów powstaje z użyciem zaawansowanych metod konstrukcyjnych, np. modelowania parametrycznego. Konstruktor wprowadzi ewentualne korekty szybko i sprawnie. W przypadku programistów NC zmuszonych korygować geometrię wydaje się, że idealnym rozwiązaniem byłaby możliwość zaimportowania gotowej bryły części wraz z towarzyszącą historią budowy tego modelu, np. jego definicją operacji. Wszelkie zmiany w modelu polegałyby na odpowiednim dopasowaniu jego parametrów.

To jednak nie jest takie proste. Przede wszystkim inżynier produkcji musi używać tego samego programu do modelowania, co twórca modelu CAD. Modele CAD mające historię tworzenia można edytować na poziomie poszczególnych cech (operacji), ale wyłącznie w aplikacjach CAD, w których one powstały. To znacznie ogranicza możliwości inżynierów produkcji w tym zakresie. Nawet jeśli mają do dyspozycji odpowiedni system CAD, i tak muszą przenieść powstały zmodyfikowany model do systemu CAM w celu dalszego przetwarzania.

Ponadto praktyka pokazuje, że modyfikowanie tych modeli wcale nie jest łatwe. Siłą metody parametrycznej polega na ścisłej integracji modelu, która zapewnia zachowanie istoty projektu i wymusza współzależności między parametrami. Ta integracja jest jednak równocześnie słabością tej metody. W rzeczywistości nawet sam projektant części o kilkudziesięciu cechach (operacjach) ma trudności z pomyślnym wprowadzaniem przebudowy modelu, mimo że zna każdy etap konstruowania. Inżynier produkcji, który nie uczestniczył w tworzeniu trójwymiarowego modelu, może spędzić godziny na wprowadzaniu poprawek niezbędnych do programowania NC, a i tak często mu się to nie uda. Niewykluczone, że łatwiej będzie po prostu od zera zaprojektować model części lub jej wybrany obszar, chociaż oznacza to ogromne marnotrawstwo czasu i ryzyko kolejnych błędów.

## **Techniki modelowania bezpośredniego — czy odpowiedzią jest modelowanie podstawowe?**

Alternatywę dla metody standardowej stanowi modelowanie bezpośrednie, które nie wymaga konieczności przeliczania poprzednich operacji. Systemy modelowania bezpośredniego nie są uzależnione od żadnej konkretnej metody tworzenia (historii) użytej do skonstruowania modelu 3D.

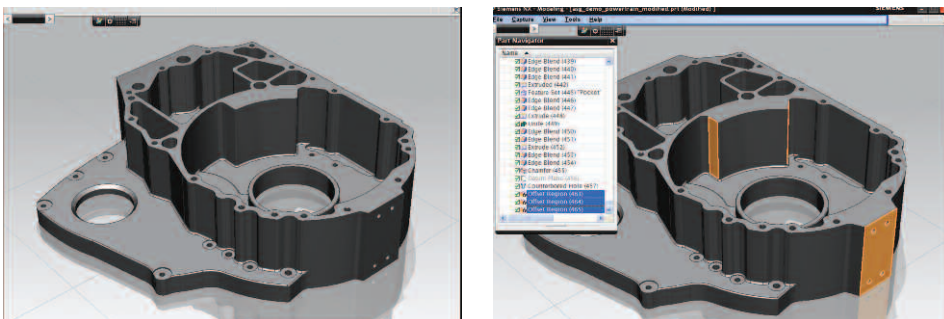
Metoda ta narzuca jednak dwie zasadnicze wątpliwości. Nawet jeśli początkowa translacja danych nie spowodowała przekształcenia modelu w spójny model 3D bez zapisu informacji o sposobie jego utworzenia ani zmian na potrzeby przyszłej weryfikacji, bezpośrednia edycja przez programistę NC również nie pozostawi w danych modelu jednoznacznych zapisów o wprowadzonych zmianach. Tymczasem zasady kontroli procesów oraz konieczność wypełnienia odpowiednich norm tolerancji i jakości sprawiają, że producenci są zobowiązani prowadzić dokładny spis modyfikacji modeli.

Drugi problem z bezpośrednim edytowaniem trójwymiarowych modeli geometrii to utrudnione wykonywanie nawet najprostszych operacji. Zwykłe przesunięcie stempla czy zmiana kąta nachylenia może oznaczać długie godziny z operacjami przeciągania i wyciągania, czyli w praktyce konieczność przemodelowania całego fragmentu części przez programistę NC. Innymi słowy, trzeba dużo czasu i posiadania umiejętności modelowania trójwymiarowego, aby dostosować model części do wymagań procesu technologicznego, bez zmiany innych kluczowych aspektów geometrii części.

Gdy w 2008 r. Siemens PLM Software wprowadził technologię projektowania synchronicznego (Synchronous Technology), od razu zwrócono uwagę na możliwości, jakie stwarza w kwestii szybkiego i łatwego edytowania modeli. Technologia ta pozwala na modyfikowanie modeli niezależnie od historii ich projektowania. Zastosowano w niej nieznaną dotąd poziom inteligencji, dzięki czemu użytkownicy mogą zmieniać nawet bardzo skomplikowane geometrie trójwymiarowe. Technologia doskonale współpracuje z podstawowymi, nieinteligentnymi kształtami, które często powstają w wyniku translacji danych. Można ją nawet stosować do trójwymiarowych modeli o nienaruszonej, aktywnej historii projektowania (np. zaawansowanych modeli parametrycznych), nie powodując żadnego jej uszkodzenia. To doskonała opcja z punktu widzenia inżynierów produkcji, którzy nie są autorami części i nie znają wszystkich szczegółów jej konstrukcji. Mimo zachowania pierwotnej historii zmiany modelu są dokładnie rejestrowane i dostępne do wglądu, czyli technologia ta spełnia wymagania dotyczące kontroli procesów w środowisku produkcyjnym.

### **Brak konieczności rozumienia historii projektowania części**

Technologia Synchronous Technology to unikatowa i nowoczesna metoda projektowania, umożliwiająca wprowadzanie zarówno planowanych, jak i nieplanowanych zmian. Modyfikacje nie powodują każdorazowo konieczności przeliczania całej historii tworzenia modelu. Ponadto następuje usunięcie wszelkich zależności między cechami. Pozwala to uniknąć ryzyka całej sekwencji niepomyślnych aktualizacji, gdy jedna zmiana w modelu wpływa na kolejne cechy wymienione w historii konstrukcji.



*Technologia Synchronous Technology umożliwia łatwe wprowadzanie modyfikacji, niezależnie od historii dodawania poszczególnych cech.*

## Nowy sposób pracy z geometrią modeli

Technologia Synchronous Technology analizuje topologię powierzchni, tzn. połączenia między jej sąsiadującymi elementami, w celu odczytania lokalnych cech na potrzeby planowanej modyfikacji. Mechanizm ten działa praktycznie z każdym rodzajem geometrii, co stanowi ogromną zaletę z perspektywy inżynierów produkcji.

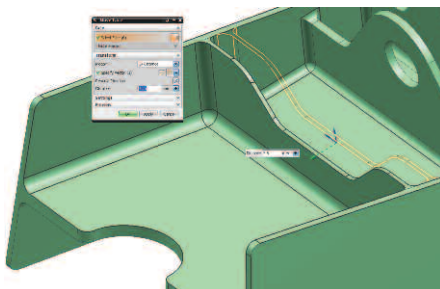
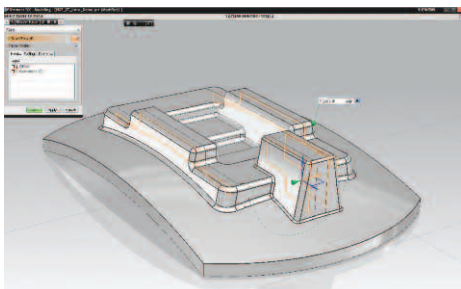
Rozpoznawane operacje nie odzwierciedlają przebiegu procesu konstrukcji modelu, tak jak ustawione w kolejności operacje edycji czy „drzewo” historii operacji. Raczej przypominają operacje, które system rozpoznaje jako edytowane przez użytkownika w sposób bezpośredni. „Rozpoznawanie operacji” następuje w chwili wyboru powiązanych ścianek, równoległych lub współosiowych, a finalne znaczenie ma fakt, w jakiej kolejności ścianki zostały wskazane oraz jakiej edycji zostały poddane.

W wielu przypadkach wiązań geometrycznych (typu styczność, współosiowość, relacji poziom/pion) absolutnie nie wolno „zrywać”. Technologia Synchronous Technology rozpoznaje istnienie tych warunków i zachowuje je podczas edycji, nawet jeśli nigdy nie zostały jednoznacznie zdefiniowane lub utracono je w wyniku translacji. To bardzo ważna funkcjonalność, szczególnie przy wprowadzaniu zmian w systemie CAM (należy jednak pamiętać o konieczności przestrzegania reguł zdefiniowanych w systemie CAD).

W efekcie jednym poleceniem można identyfikować i dopasowywać sąsiadujące elementy geometrii (a nawet połączone z sobą przekroje modelu) oraz wprowadzać do nich odpowiednie korekty.

Programista NC nie musi już wybierać między mniejszym a większym złem — próbą dostosowania parametrów pominiętych przez projektanta a modyfikacją poszczególnych elementów geometrii za pomocą metod edytowania modelu podstawowego.

Oba podejścia mają swoje (opisane powyżej) wady, a projektowanie modelu od początku może potrwać wiele godzin, a nawet dni. Dzięki technologii Synchronous Technology programista NC może w trójwymiarowym modelu wprowadzać zmiany, jakich dotąd nie mógł dokonywać nawet zaawansowany użytkownik systemu CAD, bez umieszczenia w modelu analogicznych mechanizmów zmienności od samego początku.



*Technologia Synchronous Technology wyróżnia się intuicyjnością działania, pozwalając inżynierom produkcji pracować z istotnymi z ich punktu widzenia operacjami.*

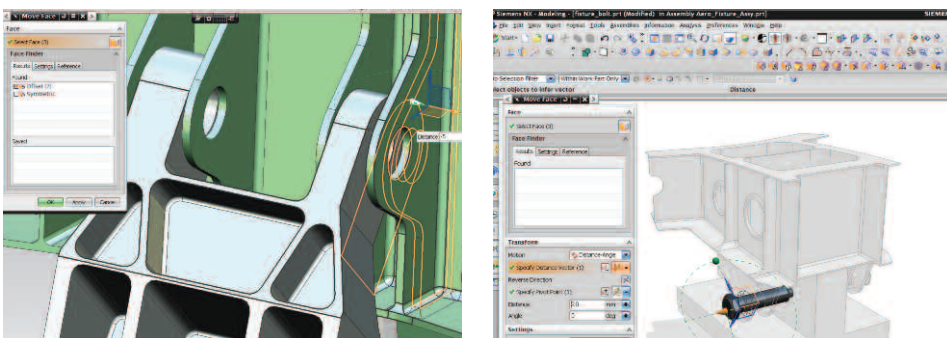
## Bezproblemowe dodawanie nowych wymiarów sterujących

Kolejną ważną zaletą modelowania synchronicznego jest możliwość edycji modelu poprzez narzucenie wymiarów sterujących oraz mechanizm integracji pozwalający zachować spójność z resztą modelu każdej kolejnej wprowadzanej zmiany. Elementy te nie wchodzi w żadne interakcje z narzuconymi powiązaniem zapisanymi w drzewie historii tworzenia modelu, dlatego nie powstają żadne błędy w czasie aktualizacji modelu. Dzięki technologii Synchronous Technology użytkownik uwalnia się od ograniczeń wynikających z istniejących powiązań, a jednocześnie może dodawać wymiary sterujące i nowe zależności modyfikacji na potrzeby modelu produkcyjnego, odlewniczego lub narzędziowego albo programowania NC.

## Zapis historii edycji

Użytkownicy technologii Synchronous Technology nie tracą możliwości korzystania z zapisu historii przebudowania modelu, ponieważ każda operacja edycji w ramach modelowania synchronicznego jest zapisywana. W efekcie powstaje unikatowe rozwiązanie, dające z jednej strony pełną kontrolę nad procesem, a z drugiej swobodę bezpośredniego edytowania modelu.

Zmiany wprowadzane w modelu metodą synchroniczną można łatwo zapisywać jako elementy całego procesu edycyjnego, mającego za pomocą sekwencji operacji przekształcić model w nową konfigurację części. Każdą zmianę wprowadzoną w ten sposób można niezależnie aktywować i dezaktywować. Aby obejrzeć pierwotną konfigurację części, wystarczy wyłączyć wszystkie zmiany. Jak widać, metoda zapewnia pełny zapis operacji wymagany dla kontroli procesów edycji.



*Technologia Synchronous Technology umożliwia szybką adaptację złożeń i uchwytów pod kątem montażu nowych części.*



W środowisku programowania NC istnieje wiele scenariuszy, gdzie niezwykle przydatna byłaby możliwość wprowadzania zmian w modelach. Dotyczy to już tak podstawowych aspektów, jak usuwanie błędów z zaimportowanych geometrii. Odpowiednie poprawki zaokrągleń i pochyłeń pod kątem łatwiejszej i tańszej obróbki mogą bezpośrednio wpłynąć na czas oraz koszty produkcji. Zaślepienie otworów i zagłębień dla obróbki frezowaniem pomoże opracować lepsze ścieżki narzędzi czy nawet uzyskać wyższą jakość wykończenia powierzchni. Technologia umożliwia też szybkie tworzenie modeli odlewniczych oraz generowanie uchwytów i innych komponentów na podstawie powierzchni części. Ponadto unikatowe mechanizmy umożliwiają bardziej wszechstronne wykorzystywanie już istniejących konfiguracji, wyposażenia i innych elementów.

Oprogramowanie NX CAM i CAM Express oferowane przez Siemens PLM Software to jedyne na rynku systemy CAM wyposażone w technologię modelowania synchronicznego (Synchronous Technology). Umożliwia ona zaawansowane modyfikowanie modeli o wszystkich typach geometrii. Modele pochodzące z dowolnego źródła oraz niezależnie od sposobu ich zaprojektowania można swobodnie i szybko adaptować przez wybieranie żądanych geometrii i dodawanie nowych wymiarów.

## O Siemens PLM Software

Firma Siemens PLM Software, jednostka biznesowa firmy Siemens Industry Automation Division, to wiodący w skali globalnej dostawca oprogramowania i usług z zakresu zarządzania cyklem życia produktu (PLM). Dotychczas firma sprzedała 6,7 mln licencji na swoje produkty, z których korzysta ponad 63 000 klientów na całym świecie. Siedziba firmy Siemens PLM Software mieści się w Plano w Teksasie. Siemens PLM Software współpracuje z wieloma firmami w celu dostarczania otwartych rozwiązań, pomagających przekuć pomysły na produkty cieszące się zainteresowaniem klientów. Aby uzyskać więcej informacji dotyczących produktów i usług firmy Siemens PLM Software, odwiedź witrynę [www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm).

### Siemens PLM Software

#### Centrala

Granite Park One  
5800 Granite Parkway  
Suite 600  
Plano, TX 75024  
USA  
972 987 3000  
Faks: 972 987 3398

#### Ameryka Pn. i Płd.

Granite Park One  
5800 Granite Parkway  
Suite 600  
Plano, TX 75024  
USA  
800 498 5351  
Faks: 972 987 3398

#### Europa

3 Knoll Road  
Camberley  
Surrey GU15 3SY  
United Kingdom  
44 (0) 1276 702000  
Faks: 44 (0) 1276 702130

#### Azja i Pacyfik

Suites 6804-8, 68/F  
Central Plaza  
18 Harbour Road  
WanChai  
Hong Kong  
852 2230 3333  
Faks: 852 2230 3210

#### Polska

ul. Marynarska 19a  
02-674 Warszawa  
Tel.: 0 800 200 201  
Faks: + 48 22 339 36 99  
E-mail:  
[info.pl.plm@siemens.com](mailto:info.pl.plm@siemens.com)

[www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm)

© 2010 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Wszelkie prawa zastrzeżone. Siemens i logo Siemens są zastrzeżonymi znakami towarowymi firmy Siemens AG. D-Cubed, Femap, Geolus, GO PLM, I-deas, Insight, Jack, JT, Parasolid, Solid Edge, Teamcenter, Tecnomatix i Velocity Series są znakami towarowymi lub zastrzeżonymi znakami towarowymi firmy Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. lub podmiotów od niej zależnych w Stanach Zjednoczonych i innych krajach. Pozostałe występujące w niniejszej publikacji loga, znaki towarowe, zastrzeżone znaki towarowe i znaki usług należą do odpowiednich właścicieli.

W11-PO 20180 3/10 L