

SIEMENS



Siemens PLM Software

# NX CAE

Zaawansowane rozwiązania symulacji to bardziej przemyślane decyzje dotyczące produktu

[siemens.com/plm/nxcae](https://www.siemens.com/plm/nxcae)

# Wyzwania dotyczące symulacji

„80% czasu, jaki inżynierowie poświęcają na przygotowanie symulacji systemu lub podsystemu, zajmuje wygenerowanie modelu”.

Konsorcjum Autosim

„Czynnikiem opóźniającym pracę nie jest tutaj 6-godzinny przebieg solwera, lecz czas poświęcany na stworzenie modeli elementów geometrycznych i skończonych. Jeśli samo przygotowanie danych wejściowych dla solwera zajmuje 6 tygodni, to 6-godzinny czas przebiegu jest nieistotny”.

Prezes firmy lotniczej

## Firma Siemens wie, jakie wyzwania związane są z symulacją

Obecny w branży nacisk na krótszy czas rozwoju produktu oraz poprawę jakości skutkuje szerszym stosowaniem symulacji w całym cyklu życia produktu. Czy w Twojej firmie wyniki symulacji są dostępne na tyle szybko, by mogły mieć wpływ na najważniejsze decyzje dotyczące projektu?

## Wyniki symulacji są dostępne zbyt późno

Branżowi liderzy często skarżą się, że wspomagane komputerowo procesy inżynierskie (CAE) zabierają zbyt dużo czasu, a wyniki są zwykle dostępne zbyt późno lub nie są zsynchronizowane z najnowszą wersją projektu. Z tego powodu zmiany projektowe wynikające z wyników symulacji trzeba wprowadzić, gdy projekt jest już gotowy, co wiąże się z kosztami.

## Trudności związane z symulacją rzeczywistych warunków

Aby przeprowadzić symulację rzeczywistych warunków, analitycy muszą wziąć pod uwagę wiele różnych czynników fizycznych, takich jak dynamika, termodynamika, przepływ cieczy czy też nieliniowy ruch i nieliniowe zachowanie materiału. Zazwyczaj czynniki z jednej domeny fizyki mają też wpływ na zachowanie produktu w innej domenie.

Zrozumienie tego wielofizycznego zachowania to główne wyzwanie związane z dokładnym przewidywaniem wydajności produktu.

## Złożone procesy i niekompatybilne narzędzia

Współczesne narzędzia do symulacji są zwykle powiązane z określoną dziedziną analizy. Z tego powodu analitycy muszą uczyć się obsługi wielu różnych narzędzi i interfejsów użytkownika. Ponadto każde z tych narzędzi używa różnych plików z danymi wejściowymi i wyjściowymi, co w ostatecznym rozrachunku uniemożliwia analitykowi przeprowadzenie skutecznej i dokładnej symulacji wielofizycznej. Korzystanie z wielu niekompatybilnych narzędzi utrudnia również przeprowadzanie analiz alternatywnych, ponieważ przygotowywanie modeli i zarządzanie nimi wymaga od inżyniera zbyt dużo pracy.

## Utrata wiedzy dotyczącej symulacji i brak zrozumienia wcześniejszych decyzji

Duża część firmowego doświadczenia i wiedzy dotyczącej symulacji jest „zamknięta” w głowach analityków. Gdy przejdą oni na emeryturę lub odejdą z firmy, ich doświadczenie i wiedza znikają wraz z nimi. Ponadto danymi symulacji zarządza się w inny sposób niż danymi projektu produktu. Dane symulacji są często przechowywane w katalogach na dysku twardym analityka. Tylko on wie, który plik zawiera dane najnowszej wersji oraz jakie założenia i decyzje poczyniono w przypadku każdej symulacji.

## Największe wyzwania dotyczące projektowania produktu



# Przewaga oprogramowania NX CAE

## CAE — doświadczenie i cel firmy Siemens

Naszym celem jest dostarczanie inżynierskich rozwiązań symulacji, które mają wpływ na podejmowanie decyzji dotyczących wydajności produktu w całym cyklu jego życia.

Siemens PLM Software realizuje ten cel, wykorzystując ponad 40 lat doświadczenia w dziedzinie symulacji, które obejmuje znane oprogramowanie CAE, takie jak Nastran czy I-deas® firmy SDRC. Bazując na swoim długoletnim doświadczeniu w dziedzinie symulacji, firma Siemens udoskonała i rozbudowała swoje technologie oraz udostępniła je w oprogramowaniu CAE NX™.

## Nowoczesne środowisko CAE

Oprogramowanie NX CAE to nowoczesne i w pełni zintegrowane środowisko, które oferuje konkretne korzyści i ułatwia radzenie sobie z wyzwaniami w zakresie symulacji. NX CAE nie wymaga oprogramowania NX CAD i można go używać jako niezależnego pre- i postprocesora obsługującego geometrię pochodzącą z różnych systemów CAD. Jeśli oprogramowanie NX CAE jest wykorzystywane na potrzeby projektowania, użytkownik ma dostęp do dodatkowych korzyści, takich jak możliwość płynnego transferu danych między zespołem projektowym a analitycznym.

## Procesy symulacji szybsze nawet o 70 procent

Większa wydajność symulacji skraca cały cykl rozwoju produktu, dzięki czemu można szybciej wprowadzać produkty na rynek. Skuteczniejsze procesy symulacji prowadzą do powstawania bardziej innowacyjnych rozwiązań, ponieważ dzięki większej liczbie wariantów analizy projektu możliwe jest przetestowanie większej liczby alternatywnych rozwiązań projektowych i wcześniejsze podejmowanie kluczowych decyzji dotyczących projektu.

## Wyższa jakość produktu

Łatwiejsza symulacja rzeczywistych warunków pozwala lepiej określić wydajność produktu. NX CAE ułatwia również przeprowadzanie multidyscyplinarnych analiz alternatywnych, co pozwala tworzyć bardziej niezawodne produkty. Możliwość śledzenia i raportowania wymogów pozwala szybko sprawdzić, czy wydajność produktu jest zgodna ze specyfikacją.

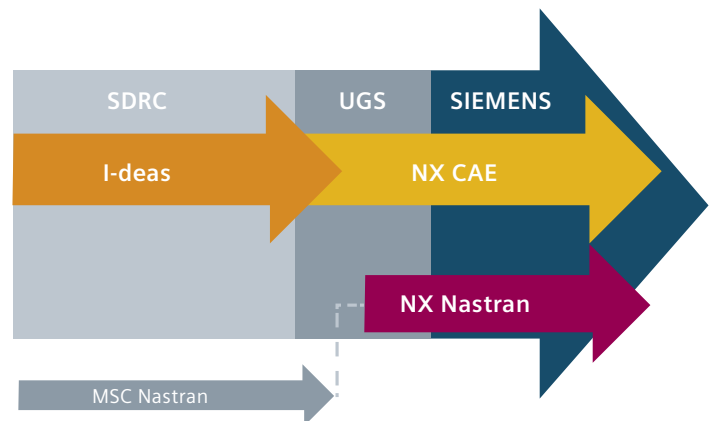
## Niższy koszt ogólny rozwoju produktu

Szybszy proces symulacji oznacza, że wyniki analizy są wcześniej udostępniane zespołowi projektowemu, co pozwala ograniczyć konieczność wprowadzania kosztownych zmian w gotowym projekcie. Dzięki korelacji procesu symulacji z testami fizycznymi zwiększa się dokładność wyników analizy, co pozwala ograniczyć koszty tworzenia fizycznych prototypów.

## Baza symulacji

NX CAE pozwala osiągnąć te korzyści z poziomu w pełni zintegrowanego środowiska, które łączy wszystkie poniższe elementy:

- zaawansowane modelowanie analiz i najlepsza platforma geometrii,
- multidyscyplinarna symulacja i optymalizacja,
- symulacja na poziomie systemów,
- bardziej przemyślane decyzje dzięki wykorzystaniu wyników CAE w oprogramowaniu HD-PLM.



# Zaawansowane modelowanie analiz

*„Dostępne w NX funkcje modelowania i generowania siatki dają ogromne możliwości. Dzięki nim możemy zoptymalizować modele, osiągając wyniki szybciej i przy niższych kosztach”.*

Mark Dodd  
Szef zespołu badawczego  
KEF

Oprogramowanie NX CAE pozwala znacznie skrócić czas poświęcany na przygotowywanie modeli analitycznych. NX oferuje wszystkie zaawansowane interfejsy solverów, funkcji generowania siatki i określania warunków granicznych — wszystko to jest wymagane przez doświadczonych analityków do przeprowadzenia zaawansowanej analizy. Jednak tym, co odróżnia oprogramowanie NX CAE od innych preprocesorów, jest sposób, w jaki integruje ono najlepszą platformę geometrii na potrzeby intuicyjnej edycji geometrii i powiązywania modeli analitycznych z danymi pochodzącymi z różnych systemów CAD. Ścisła integracja zaawansowanego silnika geometrii z zaawansowanymi poleceniami modelowania analiz to główne zalety, które pozwalają skrócić czas modelowania nawet o 70 procent w porównaniu z tradycyjnymi narzędziami do modelowania analiz.

## **Kompleksowe narzędzia do generowania siatki**

NX CAE oferuje zaawansowane funkcje modelowania w przypadku automatycznego i ręcznego generowania siatki dla elementów 1D, 2D i 3D, a także przykładania obciążeń i określania warunków granicznych.

## **Generowanie siatki 1D dla elementów i belek**

Oprogramowanie NX CAE pozwala z łatwością tworzyć elementy 1D, takie jak spoiny, śruby, bryły sztywne i inne. Właściwości przekroju belki można z łatwością zdefiniować przy użyciu standardowego zestawu przekrojów albo bezpośrednio w geometrii CAD, co ułatwia generowanie odpowiednich danych dotyczących definicji belki.

## **Generowanie siatki powierzchniowej 2D**

Siatkę powierzchniową generuje się na potrzeby modelowania części

cienkościennych i można ją wykorzystać w połączeniu z powierzchniami pośrednimi. Funkcja generowania siatki powierzchniowej 2D obejmuje opcje tworzenia siatki odwzorowanej, wyciągniętej po krzywej i tylko czworokątnej, a także możliwość przekształcenia siatki o dużych oczkach na siatkę o małych oczkach.

## **Generowanie siatki 3D**

Oprogramowanie NX CAE oferuje funkcje generowania siatki sześciociennej oraz „najlepszej w swojej klasie” siatki czworociennej. Analitycy mogą z łatwością przełączać się między siatkami sześciociennościami i czworociennościami w obrębie modelu, używając ostrosłupów.

## **Obciążenia i warunki graniczne**

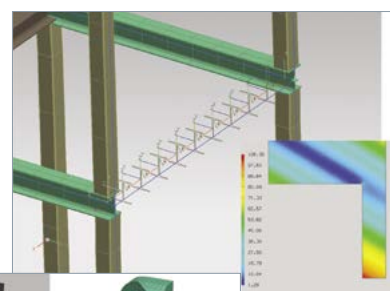
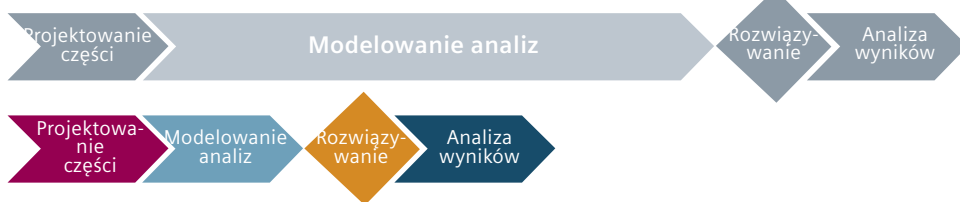
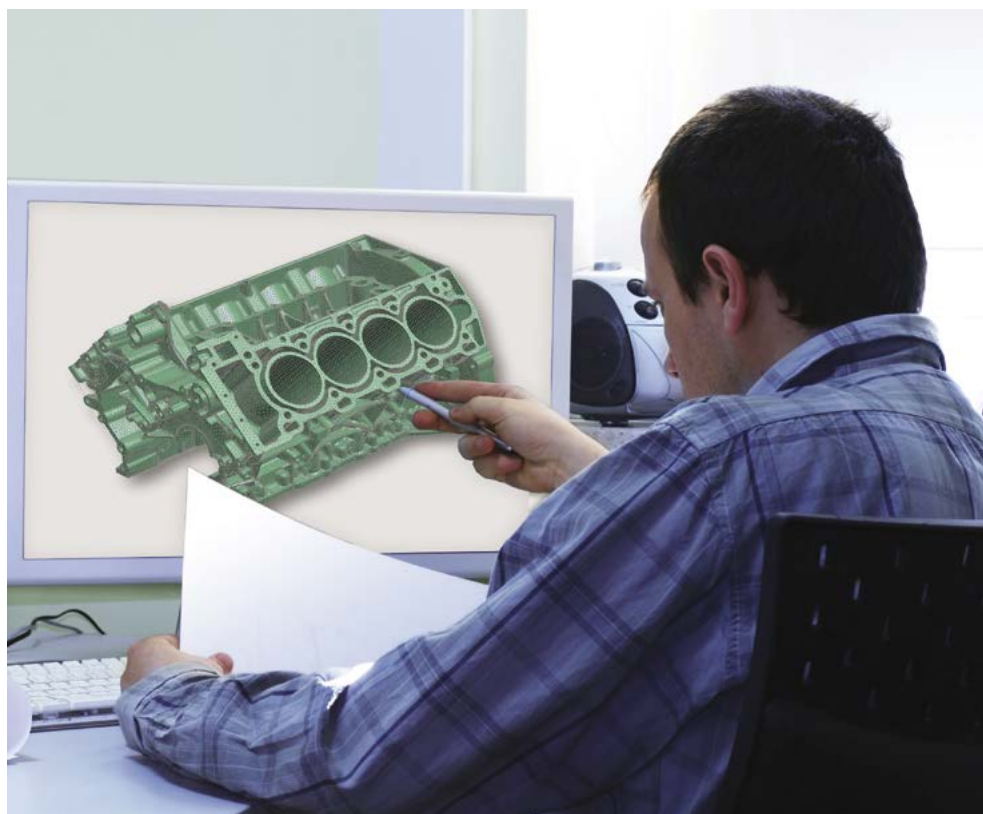
Oprogramowanie NX CAE oferuje rozbudowane funkcje definiowania obciążeń i warunków granicznych, co pozwala prawidłowo symulować środowisko pracy. Obciążenia i ograniczenia mogą zostać zdefiniowane i powiązane z geometrią lub zdefiniowane bezpośrednio w elementach lub węzłach MES. Jeśli obciążenia i ograniczenia zostaną zdefiniowane w geometrii, podczas automatycznego generowania siatki węzły elementu zostaną rozmieszczone w punktach obciążenia.

## **Środowiska różnych systemów CAE**

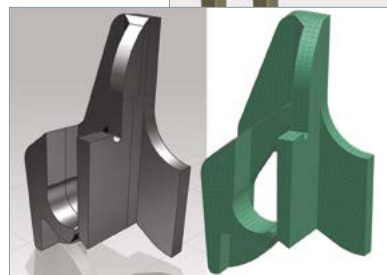
Oprogramowanie NX CAE oferuje rozbudowane interfejsy użytkownika obsługujące różne domeny, np. CFD i analiza termiczna, a także inne popularne solwery wykorzystywane przez analityków, w tym NX Nastran®, MSC Nastran, Abaqus, Ansys i LS-Dyna. Korzystając ze środowisk poszczególnych solverów, użytkownik zaznajamia się z terminologią określonego z nich, dzięki czemu może z łatwością przygotować modele analityczne danego solvera, bez konieczności uczenia się nowej terminologii.

*„Dzięki oprogramowaniu NX system CAE stał się integralną częścią procesu projektowania. Generowanie siatek, rozwiązywanie, wizualizacja — wszystko to jest zintegrowane w jednym środowisku i sprawia, że takie podejście ma sens”.*

Paul Crooks  
Szef działu projektowego  
Wirth Research



Oprogramowanie NX CAE pozwala skrócić czas modelowania analiz nawet o 70 procent.



# Najlepsza platforma geometrii

*„Korzyści biznesowe płynące z używania oprogramowania NX jako systemu CAE są wielowymiarowe i bezdyskusyjne. Nasza produktywność i wydajność inżynierska wzrosły znacznie powyżej normy, a koszty związane z rozwojem produktu znacznie spadły. Projektowanie obejmuje teraz mniej etapów, ale każdy z nich jest efektywniejszy i tańszy w realizacji”.*

Darren Davies  
Kierownik ds. inżynierskich  
Wirth Research

NX CAE wykorzystuje te same wiodące rozwiązania geometryczne co oprogramowanie NX. Integracja zaawansowanych funkcji geometrycznych z wynikami wstępnego przetwarzania CAE to wielka korzyść dla analityków.

## **Technologia synchroniczna zrewolucjonizowała proces edycji geometrii**

Oprogramowanie NX CAE oferuje funkcję bezpośredniej edycji geometrii wspieraną przez technologię synchroniczną opracowaną przez firmę Siemens. Analitycy mogą szybko i intuicyjnie edytować geometrię, co nie jest możliwe w przypadku tradycyjnych preprocesorów CAE czy systemów CAD opartych na funkcjach. Bezpośrednia edycja jest możliwa w przypadku geometrii pochodzącej z dowolnego źródła. Analitycy mogą użyć tej funkcji, aby szybko zmodyfikować geometrię przed wygenerowaniem siatki, utworzyć alternatywne rozwiązania projektowe na potrzeby symulacji typu „co jeśli” albo szybko wygenerować geometrię domeny przepływu cieczy.

## **Usuwanie cech i idealizacja geometrii**

Cechy takie jak małe otwory, małe występy czy wąskie ścianki wpływają na szybkość generowania siatki oraz jej jakość, ale mogą nie mieć znaczenia w przypadku wydajności inżynierskiej. Dzięki oprogramowaniu NX CAE analitycy mogą wykorzystać bezpośrednią edycję, aby „wyczyścić” geometrię i usunąć jej cechy znacznie szybciej niż w przypadku tradycyjnych narzędzi CAE. Pozostałe funkcje idealizacji geometrii obejmują:

- naprawę geometrii oraz uzupełnianie przerw i innych niedokładności;
- tworzenie powierzchni pośredniej dla cienkościennych obiektów bryłowych;
- podział brył i metody dzielenia na potrzeby podziału geometrii na sekcje, którymi łatwiej zarządzać;
- scalanie/dzielenie/łączenie krawędzi i powierzchni na potrzeby ustalania granic siatki.

## **Powiązanie modelu analitycznego z geometrią**

Wszystkie zdefiniowane przez użytkownika modyfikacje, siatki i warunki graniczne są powiązane z projektem podstawowym. Gdy topologia projektu ulegnie zmianie, NX od razu zaktualizuje odpowiednio geometrię, siatkę, obciążenia i warunki graniczne istniejące w analizie, dzięki czemu użytkownicy nie muszą ręcznie odtwarzać modelu analitycznego. Takie podejście pozwala znacznie skrócić czas dalszego modelowania, co oznacza dużą oszczędność czasu w kolejnych fazach analizy projektu.

## **Obsługa wielu systemów CAD**

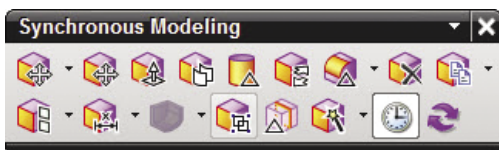
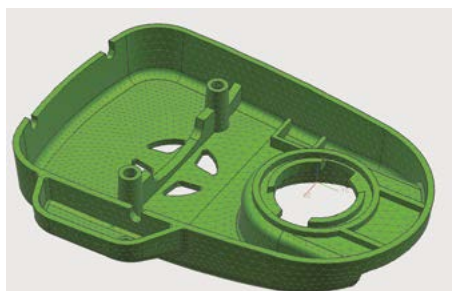
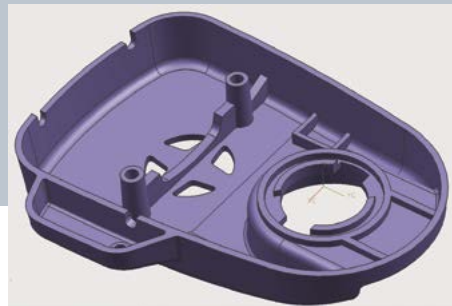
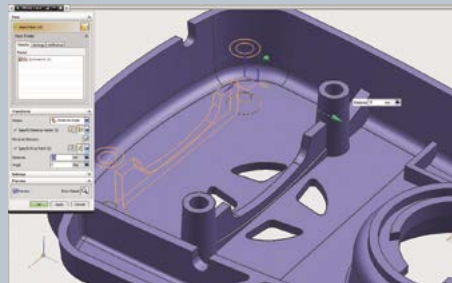
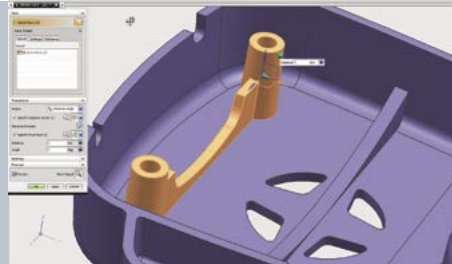
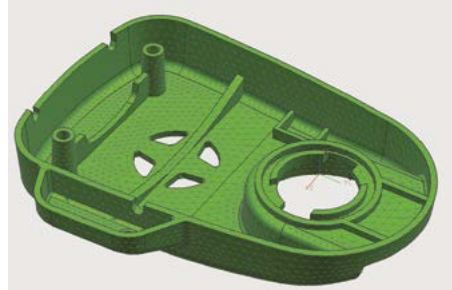
Oprogramowanie NX CAE obsługuje geometrię CAD w wielu formatach, a wszystkie dostępne w NX CAE funkcje bezpośredniej edycji i idealizacji można wykorzystać w geometrii pochodzącej ze wszystkich tych formatów. Powiązywanie modelu analitycznego można przeprowadzić nawet w przypadku zaimportowanej geometrii — oprogramowanie NX CAE rozpoznaje, które elementy zaimportowanej geometrii zostały zmienione, i odpowiednio zaktualizuje model analityczny. Oprogramowanie NX CAE obsługuje następujące formaty geometrii: NX, CATIA V4 i V5, Pro/Engineer, oprogramowanie Solid Edge®, SolidWorks, oprogramowanie Parasolid®, IGES, STEP i format danych JT™.

## **Geometria w ruchu**

Dostępna w NX CAE funkcja analizy ruchu również wykorzystuje platformę geometrii poprzez automatyczną konwersję złożenia CAD na model ruchu. Więzy złożenia są konwertowane do odpowiadających im połączeń, a geometria komponentu jest wykorzystywana do wygenerowania łączy ruchu bryły sztywnej.

*„Jeśli wyniki analizy wymagają wprowadzenia zmian projektowych, możemy je skutecznie wdrożyć, używając technologii synchronicznej. Ponowne tworzenie siatki przebiega bez wysiłku, a uzyskane cykle projektowe są bardzo krótkie”.*

Jerry Baffa  
Inżynier projektu  
Dział badań  
Damen Shipyards Group



# Multidyscyplinarna symulacja i optymalizacja

*„Wykorzystując oprogramowanie firmy Siemens PLM Software, mogliśmy zrealizować projekt symulacji, co byłoby niewykonalne, gdybyśmy chcieli użyć naszych wcześniejszych narzędzi do symulacji. Analiza była gotowa w rekordowym czasie. Zajęła nam dwa dni w porównaniu z pięcioma, które musieliśmy przeznaczyć na nią wcześniej”.*

Jack Webb  
Starszy analityk  
Delphi

Potrzeba korzystania z wielu narzędzi do analizy generuje koszty i zwiększa złożoność całego procesu, ponieważ każde takie narzędzie ma inny interfejs użytkownika i inaczej się w nim pracuje. Ponadto problem niekompatybilnych modeli i konieczność ręcznego przesyłania plików zabierają czas i prowadzą do powstawania błędów, co uniemożliwia niekiedy przeprowadzenie multidyscyplinarnej analizy niezbędnej do prawidłowego zrozumienia wydajności produktu.

## Pojedyncze zintegrowane środowisko

Oprogramowanie NX CAE upraszcza tę złożoność, oferując kompleksowe funkcje analityczne dostępne w jednym zaawansowanym środowisku symulacji. Bez względu na to, czy przeprowadzana jest analiza strukturalna, termiczna, analiza przepływu czy ruchu, użytkownik zawsze korzysta z tego samego interfejsu, ma dostęp do tych samych funkcji analitycznych i modelowania geometrii, a także korzysta z tej samej struktury plików i metody zarządzania. Oprogramowanie NX CAE współpracuje również z innymi popularnymi solverami, np. Abaqus, Ansys, LS-Dyna czy MSC Nastran, dlatego można je wykorzystać jako wielozadaniowy pre- lub postprocesor na potrzeby analizy każdego rodzaju.

## Skalowalny solver analizy

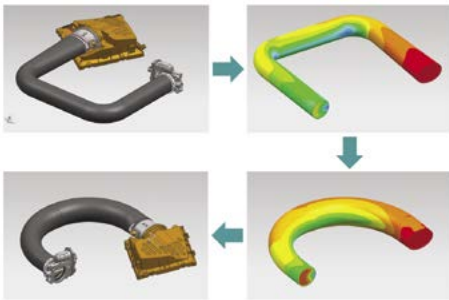
Oprogramowanie NX CAE wykorzystuje również solver NX Nastran na potrzeby analiz różnego typu, w tym liniowych i nieliniowych rozwiązań strukturalnych, analizy dynamiki i aeroelastyczności. Solver NX Nastran używany do zaawansowanej analizy jest również wykorzystywany w aplikacji projektanta, co zapewnia zgodność wyników.

## Łatwiejsza analiza z uwzględnieniem fizyki

Oprogramowanie NX CAE ułatwia przeprowadzanie analiz uwzględniających fizykę. Zintegrowane środowisko modelowania eliminuje konieczność przeprowadzania podatnych na błędy zewnętrznych transferów danych w celu połączenia analiz uwzględniających fizykę. Uproszczony przepływ informacji w przypadku analizy uwzględniającej fizykę oznacza, że można przeznaczyć więcej czasu na samą symulację produktu w warunkach, które są zbliżone do rzeczywistych.

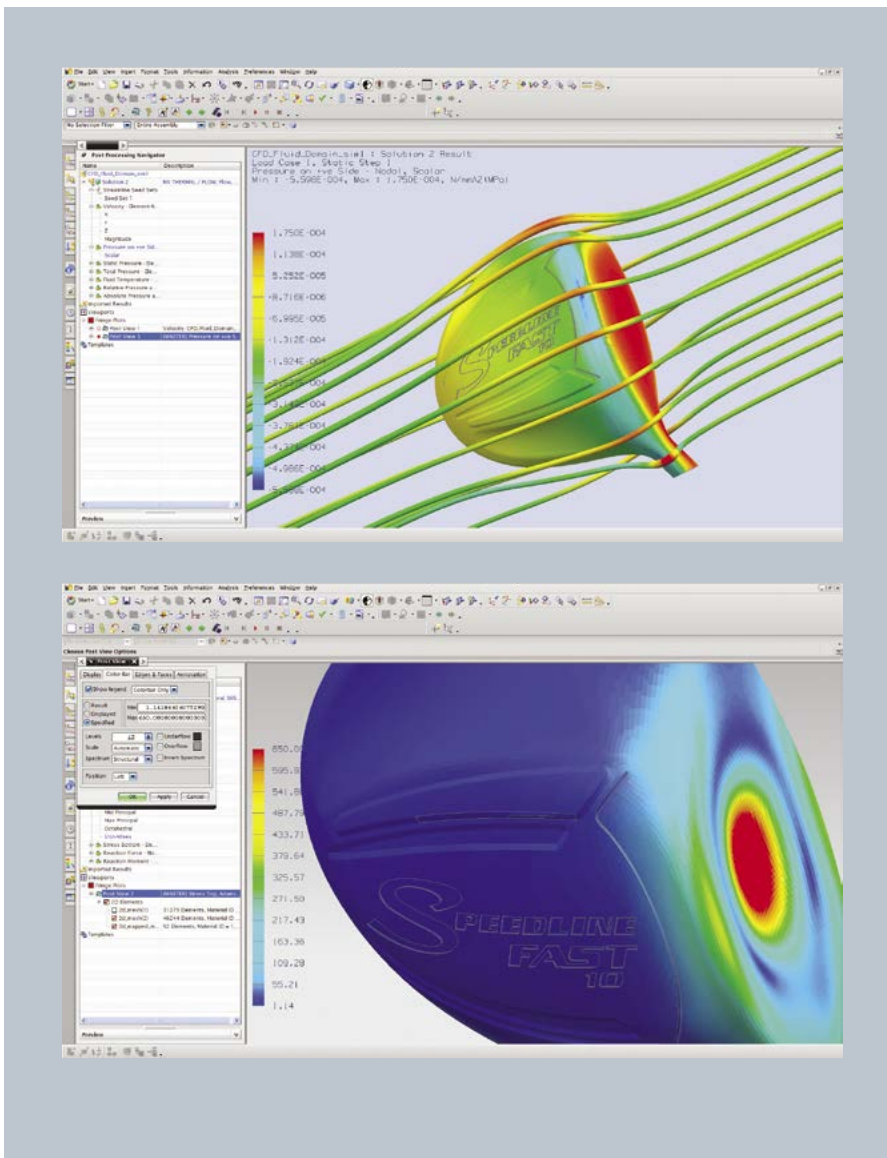
## Tworzenie projektów opartych na symulacji dzięki optymalizacji

Wszechstronna platforma geometrii dostępna w NX CAE pozwala realizować projekty oparte na symulacji. Analitycy mogą wykorzystać funkcje bezpośredniej edycji geometrii, aby utworzyć różne warianty projektu, które można zoptymalizować na potrzeby dowolnej symulacji.



Optymalizacja geometrii kanału wlotu powietrza





„Możemy wybrać gotowy model 3D, kliknąć przycisk na ekranie NX i już mamy otwartą analizę naprężeń i odkształceń. Klikamy kolejny przycisk i widzimy analizę ugięcia. Następne kliknięcie i otwiera się symulacja przepływu. Możliwość zintegrowania tych wszystkich narzędzi analitycznych z naszym oprogramowaniem do modelowania 3D daje nam ogromne korzyści”.

Jeff Albertsen  
Inżynier projektu  
Adams Golf

# Kompleksowe funkcje analityczne

## Liniowa i nieliniowa analiza strukturalna

- Naprężenie statyczne i dynamiczne
- Częstotliwości drgań swobodnych
- Wyboczenie
- Sztywność pod wpływem naprężenia i uplastycznienie pod wpływem wyoblenia
- Analiza modalna z uwzględnieniem sztywności różnicowej
- Analiza reakcji dynamicznej
- Nieliniowe modele materiałowe
- Duże przemieszczenie, duże odkształcenie
- Twardnienie i pełzanie materiału
- Połączenia klejone
- Połączenie węzeł do węzła, z uwzględnieniem tarcia
- Połączenie 3D powierzchnia-powierzchnia
- Analiza laminatu

## Analiza trwałości/zmęczenia

- Bezpieczny próg wytrzymałości i zmęczenia w przypadku obciążenia cyklicznego (model o nieograniczonej wytrzymałości)
- Zaawansowane przewidywanie wytrzymałości i uszkodzenia zmęczeniowego (model o ograniczonej wytrzymałości)
- Cykle naprężenia jedno- i dwuosiowego

- Wykorzystanie wyników naprężenia/odkształcenia liniowego lub nieliniowego z modeli MES
- Wykorzystanie wcześniejszych czasów obciążenia pochodzących z danych testu fizycznego

## Analiza termiczna

- Stan ustalony i przejściowy
- Przewodzenie, konwekcja i promieniowanie
- Zaawansowane promieniowanie i ciepło otoczenia

## Analiza przepływu (CFD)

- Stan ustalony i przejściowy
- Laminarny i turbulentny
- Nieściśliwy i ściśliwy
- Konwekcja wymuszona, naturalna i mieszana
- Kondensacja
- Przepływ indukowany ruchem
- Ogólne wielkości skalarne i śledzenie przepływu cząstek
- Płyny nienewtonowskie
- Wiele obrotowych układów odniesienia
- Przepływ dwufazowy

## Analiza uwzględniająca fizykę

- Termika płynu
- Struktura termiczna
- Struktura płynów
- Struktura ruchu

## Materiały

- Elastyczno-plastyczne modele materiałowe
- Modele materiałowe uszchelek
- Rozszerzenia modeli materiałów hiperelastycznych
- Modele materiałowe płynne (bez przepływu)

## Analiza ruchu

- Kinematyka
- Dynamika wielobryłowa
- Bryty sztywne i elastyczne

## Współsymulacja

- Systemy kontroli ruchu

## Analiza optymalizacji

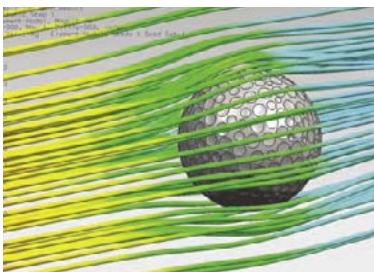
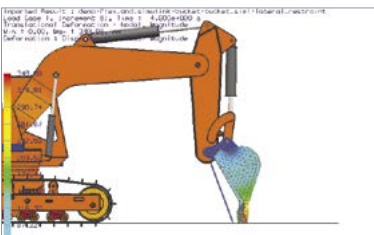
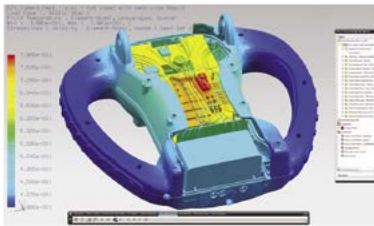
- Optymalizacja geometrii
- Optymalizacja parametrów modelu MES

## Interfejsy solverów zewnętrznych

- NX Nastran
- MSC Nastran
- Abaqus
- ANSYS
- LS-Dyna

## Test/korelacja analizy

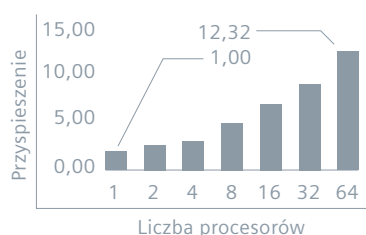
- Walidacja modeli matematycznych z wykorzystaniem wyników testu prototypu fizycznego
- Aktualizacja modelu MES — metoda modalna i oparta na FRF



# Symulacja na poziomie systemów

„Dodatkową zaletą oprogramowania NX i solwera NX Nastran jest skalowalność. Możemy zaoferować użytkownikom funkcje dostosowane do ich potrzeb”.

Don Hoogendoorn  
Inżynier projektu  
Dział badań  
Damen Shipyards Group



Wydajność przetwarzania równoległego w solwerze NX Nastran:  
Model bloku silnika:  
20 milionów stopni swobody,  
3,6 milionów punktów węzła,  
częstotliwość 0–10 000 Hz,  
250 drgań swobodnych

W miarę wzrostu złożoności produktów przeprowadzenie symulacji tylko na poziomie komponentu jest niewystarczające. Oprogramowanie NX CAE oferuje narzędzia, które pozwalają na skuteczne tworzenie złożonych modeli i złożonych analitycznych oraz zarządzanie nimi, a także przeprowadzanie zaawansowanej symulacji i współsymulacji przy użyciu systemów sterowania, szybkie rozwiązywanie dużych modeli przy użyciu najnowszych, wysokowydajnych metod obliczeniowych oraz porównywanie wyników analizy z wynikami testów fizycznych.

## Skuteczne zarządzanie złożeniami MES

Oprogramowanie NX CAE jest wyjątkowe, ponieważ umożliwia tworzenie modeli złożenia elementów skończonych. W przeciwieństwie do tradycyjnych preprocesorów CAE, które zostały stworzone z myślą o analizie komponentów i wymagają tworzenia dużych, monolitycznych modeli analitycznych, oprogramowanie NX CAE powstało z myślą o generowaniu dużych modeli złożenia MES poprzez tworzenie wystąpień i łączenie modeli komponentu MES — podobnie jak w przypadku złożenia CAD.

Gdy komponent MES zostanie zmodyfikowany na późniejszym etapie projektu, oprogramowanie NX CAE zaktualizuje wszystkie instancje tego komponentu w złożeniu MES, eliminując w ten sposób konieczność ponownego tworzenia i łączenia nowego złożenia MES.

## Współsymulacja przy użyciu systemów sterowania

Współczesne produkty są często wyposażone w różne systemy sterowania wykorzystujące układy elektroniczne, hydrauliczne lub oprogramowanie. Zachowanie systemu sterowania ma wpływ na układ mechaniczny i odwrotnie, dlatego dla inżynierów zajmujących się mechaniką i sterowaniem kluczowe jest zrozumienie wpływu działania tych systemów w trakcie ich opracowywania.

Oprogramowanie NX CAE oferuje możliwość przeprowadzenia współsymulacji projektów mechanicznych, używając analizy ruchu oraz systemów sterowania zaprojektowanych i symulowanych w programie Matlab/Simulink. Współsymulacja przeprowadza analizę ruchu i systemu sterowania w tym samym czasie, dzięki czemu inżynierowie mogą skutecznie sprawdzić, jak będzie działał kompletny system.

## Wysokowydajne metody obliczeniowe używane do rozwiązywania dużych problemów

Współczesne modele analityczne mogą zawierać od 10 do 20 milionów stopni swobody. W ciągu następnego pięciu lat liczba ta może się podwoić. Firma Siemens rozwija oprogramowanie NX CAE i solwer NX Nastran z myślą o zapewnieniu wysokiej wydajności, dzięki czemu możliwe jest skuteczne rozwiązywanie coraz większych problemów analitycznych. Dzięki jednoczesnemu użyciu procesów pamięci rozproszonej (DMP) i wspólnej (SMP) oprogramowanie NX CAE może przyspieszyć symulację struktury i przepływu od 10 do 20 razy.

## Porównanie wyników analizy z wynikami testów fizycznych

Przed zastąpieniem testu należy udowodnić, że model analityczny jest zgodny ze zmierzonymi wartościami. Oprogramowanie NX CAE może w sposób ilościowy i jakościowy porównać wyniki symulacji i modalnego testu fizycznego, a także porównać wyniki pochodzące z dwóch różnych symulacji. Duży stopień zależności między wynikami a danymi testowymi to gwarancja, że symulacja pozwoli prawidłowo przewidzieć wydajność produktu, a także ograniczyć liczbę testów fizycznych.

# Bardziej przemyślane decyzje dzięki wykorzystaniu oprogramowania HD-PLM

„NX to wszechstronne oprogramowanie i lider wśród systemów automatyki przemysłowej”.

B. Galchenko  
Wiceprezes  
ds. inżynierskich w dziale rozwoju  
JSC Aviaagregat

„Okolo 75 procent całego czasu symulacji przeznaczamy na przygotowanie modelu. Dzięki wykorzystaniu zautomatyzowanych procesów oferowanych przez NX możemy skrócić czas przygotowania modelu o około 60 procent”.

Patrice Klein  
Kierownik działu symulacji  
Grupa analityczna CAE  
LOHR



Oprogramowanie HD-PLM pozwala podejmować bardziej przemyślane decyzje i tworzyć w ten sposób lepsze produkty. Proces symulacji jest tutaj kluczowy. Oprogramowanie NX CAE zwiększa widoczność najważniejszych wyników symulacji, dzięki czemu osoby decyzyjne mają dostęp do najbardziej aktualnych i najdokładniejszych informacji o wydajności produktu.

## Zarządzanie danymi opracowane z myślą o analitykach CAE

Oprogramowanie NX CAE bez problemu współpracuje z całym portfolio narzędzi Teamcenter® do zarządzania danymi, w tym z modulem zarządzania procesem symulacji. Funkcje zarządzania danymi symulacji są dostępne od razu, a firmy mogą wdrożyć kompleksowe środowisko do zarządzania danymi, procesami i przepływem informacji CAE w ramach większego środowiska rozwoju produktu. Usprawnia to współpracę, promując ponowne wykorzystywanie istniejących projektów i wiedzy inżynierskiej. Dane są synchronizowane i dostępne na potrzeby wyszukiwania, wizualizacji i raportowania.

## Powiązanie wyników symulacji z wymaganiami dotyczącymi produktu

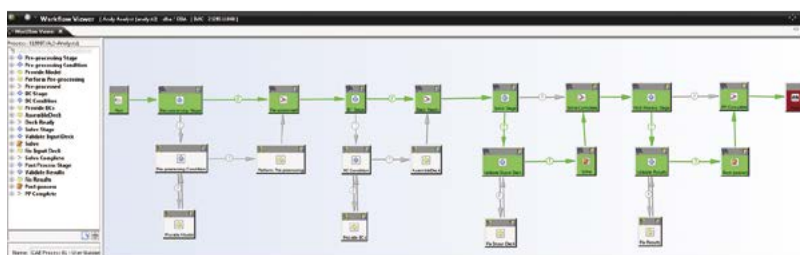
Oprogramowanie NX CAE pozwala powiązać wyniki symulacji bezpośrednio z określonymi wymaganiami dotyczącymi produktu — jeśli nie są one spełnione, powiadamiani są kierownicy projektu. Oni oraz inne osoby podejmujące decyzje dotyczące produktu mogą następnie wyświetlić wyniki symulacji 3D, używając narzędzia JT do uproszczonej wizualizacji.

## Automatyzacja procesów symulacji

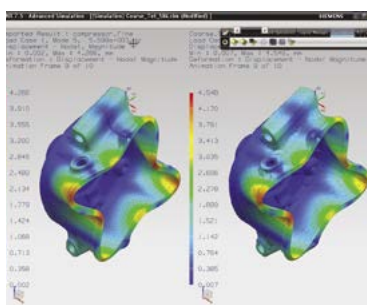
Inżynierowie CAE mogą zwiększyć produktywność poprzez automatyzację nadliczbowych procesów w NX Open — wspólnej platformie automatyzacji i programowania w NX. Używając NX Open, doświadczeni użytkownicy CAE mogą zapisywać, autoryzować i publikować procesy symulacji, by pomóc mniej doświadczonym inżynierom i projektantom w przyspieszeniu procesu rozwoju przy jednoczesnym zapewnieniu dokładności modelowania i wyników.

## Otwarta platforma

Firma Siemens wie, że do podejmowania kluczowych decyzji dotyczących rozwoju produktu często wykorzystuje się inne narzędzia, tworzone wewnętrznie lub oferowane przez inne firmy. Właśnie dlatego NX CAE to otwarta i elastyczna platforma, która pozwala wykorzystać te narzędzia w procesach symulacji. NX CAE współpracuje z szeregiem komercyjnych solverów CAE poprzez dostępne środowiska. Można też stworzyć własny interfejs, używając NX Open.



# NX CAE — lista produktów



**NX Advanced Simulation** — otwarte, obsługujące różne systemy CAD i niezależne od jakiegokolwiek solwera CAE środowisko umożliwiające przeprowadzenie szybkiej symulacji w ramach procesu projektowania. Rozbudowane funkcje idealizacji i abstrakcji geometrii umożliwiają przeprowadzenie szybkiej symulacji w złożonym geometrycznie środowisku wielofizycznym. Korzystając ze zintegrowanego solwera NX Nastran na komputery PC, użytkownicy mają bezpośredni dostęp do szczegółowego przeglądu modelu, funkcji optymalizacji strukturalnej i wizualizacji wyników, dzięki czemu decyzje dotyczące projektu opierają się na rzeczywistej wydajności produktu.

**NX Advanced FEM** — wszechstronność i funkcjonalność NX Advanced Simulation dla klientów, którzy chcą korzystać z alternatywnego solwera (nie obejmuje solwera NX Nastran).

**Środowiska solwerów dla Ansys, Abaqus, LS-Dyna i Nastran** — dodatki do NX Advanced FEM, które dostosowują interfejs użytkownika i proces analizy modelowania MES do języka charakterystycznego dla solwera MES.

**NX Response Simulation** — interaktywne, wizualne środowisko do liniowej ewaluacji strukturalnej reakcji dynamicznej systemu, gdy jest on poddawany złożonym warunkom obciążeniowym, np. losowemu spektrum wibracji, przebiegu przejściowego, harmonicznego czy udarowego.

**NX Flow i NX Advanced Flow Simulation** — kompletny pakiet funkcji symulacji CFD dostępnych w postaci dodatków w środowisku NX Advanced Simulation. W połączeniu z NX Thermal lub NX Advanced Thermal pozwala bez problemu przeprowadzać symulacje wielofizyczne.

**NX Thermal i NX Advanced Thermal Simulation** — kompletny pakiet funkcji symulacji termicznej dostępnych w postaci dodatków w środowisku NX Advanced Simulation. W połączeniu z NX Flow, NX Advanced Flow lub NX Nastran pozwala bez problemu przeprowadzać symulacje wielofizyczne.

**NX Electronic Systems Cooling Simulation** — zintegrowane rozwiązanie pozwalające przeprowadzić ewaluację oddziaływania schłodzonego powietrza w zamkniętych, gęsto upakowanych i generujących ciepło systemach elektronicznych używanych w wielu branżach.

**NX Space Systems Thermal Simulation** — zintegrowane rozwiązanie umożliwiające przeprowadzenie ewaluacji złożonej charakterystyki przekazywania ciepła w systemach kosmicznych podczas misji orbitalnych i międzyplanetarnych.

**NX Laminate Composites** — rozszerzenie do pakietu NX Advanced FEM lub NX Advanced Simulation stworzone z myślą o skutecznym projektowaniu i ewaluacji konstrukcji kompozytowych z laminatu.

**NX Advanced Durability i NX Durability Wizard** — zaawansowane narzędzia do symulacji pozwalające obliczyć zmęczenie komponentów mechanicznych poddawanych obciążeniom cyklicznym. Obydwa produkty to rozszerzenia do pakietów NX Advanced FEM i Advanced Simulation.

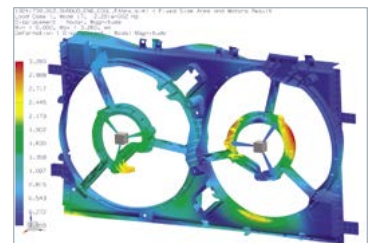
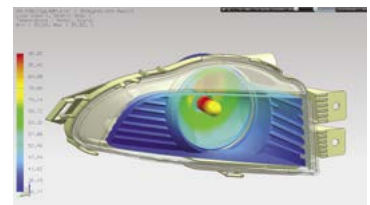
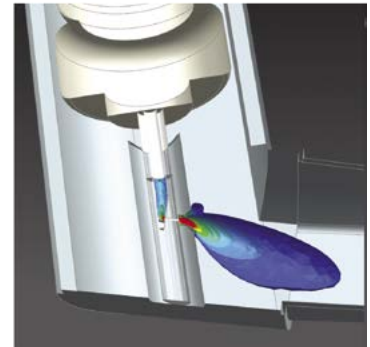
**NX FE Model Correlation i NX FE Model Updating** — dodatek do Advanced FEM lub Advanced Simulation, który w sposób ilościowy i jakościowy porównuje wyniki symulacji i wyniki testu modelu fizycznego, a także pozwala porównać dwie różne symulacje. Funkcja aktualizacji modelu MES pozwala automatycznie dostosować i zoptymalizować model MES, aby poprawić jego współzależność z wynikami testu modelu fizycznego.

**NX Motion Simulation, NX Motion Flexible Body i NX Motion Control** — zintegrowane z projektem środowisko do ewaluacji wydajności kinematycznej i dynamicznej nowych projektów produktu. Mechanizmy mogą obejmować bryły elastyczne na potrzeby powiązanej analizy struktury ruchu, a także działać na zasadzie współsymulacji z systemami sterowania opracowanymi w programie Matlab/Simulink.

**NX Design Simulation** — zintegrowana z projektem i łatwa w obsłudze aplikacja NX, która umożliwi inżynierom projektu szybką ewaluację charakterystyki wytrzymałości konstrukcji projektu 3D we wczesnej fazie projektu.

**NX Nastran** — dostępny osobno jako rozwiązanie dla firm lub jako zintegrowany solwer w wielu produktach NX CAE. Solwer NX Nastran oferuje rozbudowane funkcje symulacji wydajności w zakresie wielu dziedzin i branż inżynierskich. Firma Siemens zmierza do tego, by solwer NX Nastran stał się najbardziej kompleksowym i wszechstronnym rozwiązaniem dostępnym w dziedzinie funkcyjnego prototypowania i symulacji.

**Rozwiązanie Teamcenter do zarządzania procesami symulacji** — przeznaczony dla określonego narzędzia CAE moduł Teamcenter pozwalający zapisywać, ponownie wykorzystywać i udostępniać dane symulacji, struktury produktu CAE i procesy symulacji w obrębie przedsiębiorstwa.



### Informacje o firmie Siemens PLM Software

Siemens PLM Software — jednostka biznesowa Siemens Digital Factory Division — to czołowy globalny dostawca systemów, oprogramowania i usług z zakresu zarządzania cyklem życia produktu (PLM) i zarządzania działalnością produkcyjną (MOM). Z produktów tych korzysta ponad 77 tys. klientów na całym świecie (wykupili oni ponad 9 mln licencji na stanowisko). Siemens PLM Software ma siedzibę w Plano w Teksasie i we współpracy z partnerami dostarcza na rynek oprogramowanie branżowe, które ułatwia przedsiębiorstwom na całym świecie zdobycie zrównoważonej przewagi nad konkurencją w drodze realizacji wartościowych innowacji. Więcej informacji na temat produktów i usług firmy Siemens PLM Software można znaleźć pod adresem [www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm).

#### Centrala

Granite Park One  
5800 Granite Parkway  
Suite 600  
Plano, TX 75024  
USA  
+1 972 987 3000

#### Europa

Siemens Industry Software  
Sp. z o.o.  
ul. Żupnicza 11  
03-821 Warszawa  
Polska  
tel: +48 22 339 36 80

#### Ameryka Pn. i Płd.

Granite Park One  
5800 Granite Parkway  
Suite 600  
Plano, TX 75024  
USA  
+1 314 264 8499

#### Azja i Oceania

Suites 4301-4302, 43/F  
AIA Kowloon Tower,  
Landmark East  
100 How Ming Street  
Kwun Tong, Kowloon  
Hong Kong  
+852 2230 3308

© 2016 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Siemens oraz logo Siemens są zastrzeżonymi znakami towarowymi firmy Siemens AG. D-Cubed, Femap, Fibersim, Geolus, GO PLM, I-deas, JT, NX, Parasolid, Solid Edge, Syncrofit, Teamcenter i Tecnomatix są znakami towarowymi lub zastrzeżonymi znakami towarowymi spółki Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. lub jej podmiotów zależnych w Stanach Zjednoczonych i innych krajach. Wszystkie pozostałe znaki towarowe, zastrzeżone znaki towarowe i znaki usługowe należą do odpowiednich podmiotów.

51861-X24 1/16 o2e