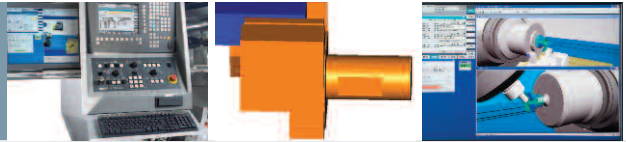


## Wirtualna maszyna jest rzeczywistością.

Symulacja obróbki, optymalizacja i testowanie programów NC na maszynie wirtualnej.

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

white paper



- ▶ Firma INDEX Group rozwija technologię wirtualnej maszyny, która istnieje tylko na ekranie komputera. Technologia ta łączy właściwości sterowania CNC i zarządzania narzędziami, przez co ułatwiony jest proces symulacji i testowania jak również optymalizacja programów CNC. Wirtualna maszyna może być również zastosowana do podjęcia decyzji dotyczącej wariantu konstrukcji rzeczywistej obrabiarki. Ten raport przedstawia, w jaki sposób firma INDEX rozwinęła koncepcje wirtualnej maszyny i jakie korzyści wynikają z jej aplikacji.

# PLM Software

Rozwiązania dla przemysłu

**SIEMENS**

## Spis treści

Streszczenie	1
Potrzeby opracowania wirtualnej maszyny	2
Rola ujednoliczonego oprogramowania w rozwoju wirtualnej maszyny	3
Opracowanie dokładnego modelu maszyny	4
Opracowanie dokładnego modelu panelu sterowania CNC	5
Wnioski	6

Przez lata słowo „złożoność” było często używane do opisu jednego z największych wyzwań świata przemysłowego. Ale co w rzeczywistości jest nawet bardziej złożone? I co w rzeczywistym świecie oznacza odpowiedź na to pytanie? Być może bardziej sensowne jest zadanie innego pytania. Czy złożoność procesu wytwarzania może być zredukowana do pewnych punktów a nawet kontrolowana? Firma INDEX Group w zakładach Esslingen Am Necka opracowała technologię wirtualnej maszyny. Wirtualna maszyna firmy INDEX jest idealną odpowiedzią na te pytania, ponieważ stanowi interfejs między rosnącą złożonością produktów i równie skomplikowanymi metodami wytwarzania oraz narzędziami stosowanymi do produkcji. W istocie wirtualna maszyna jest pomostem pomiędzy procesem rozwoju produktu i jego wytwarzaniem.

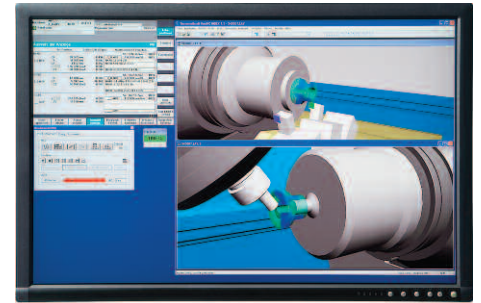
W roku 2007 działająca na rynku globalnym firma INDEX Group zatrudniała 2335 pracowników a jej skonsolidowany obrót wyniósł prawie pół miliarda euro. Zakres produkcji obejmuje produkcyjne automaty tokarskie, centra tokarsko-szlifierskie, tokarki pionowe i wielowrzecionowe automaty tokarskie CNC. W roku 1997 firma Traub Drehmaschinen GmbH & Co. KG dołączyła do INDEX Group, uzupełniając spectrum produktów o uniwersalne centra tokarskie i długie automaty tokarskie. Według publikacji promocyjnych firma INDEX-Traub jest jedynym producentem tokarek mającym w swym portfolio cały asortyment tokarski. Na targach EMO Hannover 2005 firma INDEX Group zaprezentowała wirtualną maszynę, jako kluczową ofertę swego portfela pozwalającą na wytwarzanie części na ekranie PC. Wirtualna maszyna jest oprogramowaniem, które wspiera prawie wszystkie funkcje rzeczywistej maszyny firmy INDEX i uzupełnia ją o dodatkowe komponenty. Najważniejsze jest to, że wirtualna maszyna pozwala użytkownikom symulować obróbkę bez względu na to, czy program był wykonany manualnie, czy z użyciem systemu CAM.

Wirtualna maszyna firmy INDEX wpływa na oryginalne oprogramowanie i dane pochodzące z różnych technologii firmy Siemens PLM Software jak również dane ze sterowania INDEX i geometrię obrabiarki. Aby w pełni zrozumieć złożoność współczesnych obrabiarek należy zrozumieć, że obecne tokarki mogą wiercić, toczyć, szlifować, frezować 3- i 5-osiowo. W jednym ustawieniu, wiele operacji obróbkowych może być wykonywanych równocześnie i równolegle. Podkreśla to znaczenie złożoności współczesnych procesów obróbkowych. Kilka narzędzi szybko obrabia przedmiot, czas wymiany narzędzia jest ekstremalnie krótki, niekiedy jednocześnie wymienia się kilka narzędzi – wszystko to sprawia, że trudno nadążyć za tym, co się dzieje poprzez samą obserwację procesu. Złożoność procesu wytwarzania oraz znaczenie pełnego wykorzystania współczesnych maszyn stanowi punkt wyjściowy do dyskusji o korzyściach, które wirtualna maszyna przynosi firmie INDEX i jej klientom.

## ► Potrzeby opracowania wirtualnej maszyny

Dzisiejsze skomplikowane obrabiarki muszą być sterowane za pomocą programów CNC. Przez wiele lat widoczny był trend polegający na wykorzystaniu systemów CAM do generowania programów CNC na podstawie geometrii części przygotowanej w systemie CAD. To rozwiązanie jest szczególnie użyteczne w opracowaniu obróbki skomplikowanych powierzchni. Jednak wciąż najbardziej popularną i potwierdzoną w praktyce metodą jest ręczne programowanie z użyciem PC lub bezpośrednio przy maszynie – mało skomplikowane wygenerowane przez system CAM i postprocesor mogą być wykorzystywane bez modyfikacji. Eberhard Beck, szef działu Control Technology w firmie INDEX, ocenia, że 95% wszystkich programów CNC dla skomplikowanych obrabiarek jest tworzonych ręcznie lub modyfikowanych z poprzednich wersji programu. Ponadto wskazuje on, że „Jeżeli istnieje kwestia produkcji wielkoseryjnej, to należy uwzględnić optymalizację programu tak aby osiągnąć możliwie krótki czas obróbki. Alternatywnie, jeśli wykonywana jest produkcja małej serii należy się skupić na optymalizacji mocowania i ustawienia części”. Jednoczesne dążenie do optymalizacji obu tych zagadnień nie było uważane za dobrą praktykę. Równie istotne, że nawet jeśli dostępny jest program NC wygenerowany z systemu CAM, to wymaga on wprowadzenia istotnych zmian. Na przykład, wiele systemów nie potrafi określić, które narzędzie zamocowane po przeciwnej stronie głowicy narzędziowej będzie powodować kolizję.

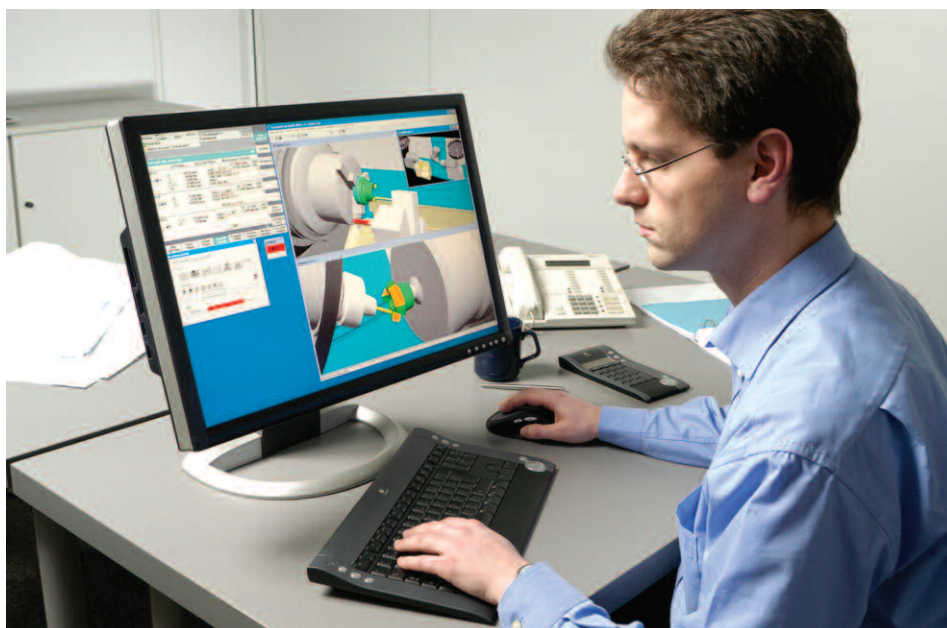
Często systemy CAM posiadają jedynie wiedzę o geometrii części obrabianej i części roboczej narzędzia. Stefan Grossman, szef projektu wirtualnej maszyny w firmie INDEX, wyjaśnia to następująco: „Czas ustawienia obrabiarek rośnie wykładniczo. Wciąż rosnąca liczba operacji może być sprawdzona i przetestowana tylko z uwzględnieniem charakterystyki obrabiarki ponieważ współczesne części są coraz bardziej złożone, technologie obróbki mają coraz większe zastosowanie a błędy programów niezmiennie powiększają koszty. Do rozwiązania tych problemów firma INDEX zaproponowała nowe podejście, które stało się trendem w budowie maszyn. W skrócie, należy wykonać symulację PC zanim zostanie wykonane rzeczywiste ustawienie obrabiarki. Wciąż istnieje wiele przeszkód przed zastosowaniem wirtualnej maszyny. Na przykład nie będzie oszczędności, jeśli wprowadzenie tej technologii będzie wymagało zatrudnienia nowych specjalistów lub intensywnego szkolenia obecnych pracowników. Podobnie, jeśli symulacja będzie jedynie pobieżnie przedstawiać realny proces (tak jak to jest w przypadku klasycznych systemów CAM) bez uwzględnienia dokładnego wpływu dojazdów/odjazdów narzędzia, czasu obróbki, etapów obróbki. Jeśli z kolei koszt systemu symulacji będzie zbliżony do kosztu rzeczywistej obrabiarki to również nie będzie akceptowalne przez przedsiębiorców. Wszystkie te kluczowe warunki były istotnym czynnikiem rozwoju wirtualnej maszyny przez firmę INDEX.



Standaryzacja oprogramowania dla przemysłu maszynowego odgrywa kluczową rolę w rozwoju wirtualnej maszyny przez firmę INDEX Group. Wirtualna maszyna łączy kilka niezależnych od siebie narzędzi dostarczanych w przeszłości przez wielu różnych dostawców, a są to:

- **Sterowanie NC.** Od lat 80 ubiegłego wieku, firma INDEX wykorzystywała sterowniki maszyn dostarczane przez firmę Siemens. Obecnie obrabiarki INDEX wyposażane są w sterownik SINUMERIK 840D. Wirtualna maszyna pracuje w oparciu o kopię oprogramowania VNCK.
- **Oprogramowanie CAD.** Od końca 2000 roku firma INDEX stosowała systemy firmy Bravo, która z kolei została w 1999 roku wykupiona przez firmę Unigraphics Solutions. Dziś firma INDEX stosuje oprogramowanie NX™ firmy Siemens PLM Software, który jest następcą Unigraphics CAD.
- **Symulacja obróbki.** Pod koniec 2004 roku firma INDEX zdecydowała się zainstalować oprogramowanie do cyfrowej symulacji obróbki Tecnomatix® RealNC firmy Siemens PLM Software.
- **Oprogramowanie CAM.** Od grudnia 2006 firma INDEX używa oprogramowania NX CAM, który również jest standardowym oprogramowaniem firmy Siemens PLM Software.
- **Oprogramowanie PDM.** Do zarządzania danymi o produkcie firma INDEX od wielu lat stosuje oprogramowanie Teamcenter® należące do Siemens PLM Software.

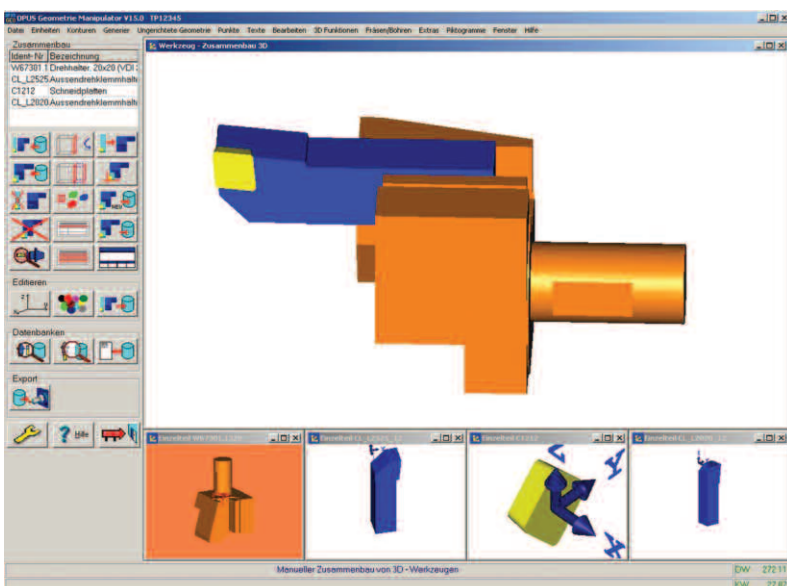
Od maja 2007 roku, kiedy to firma UGS została włączona do grupy Siemens, wszystkie wyżej wymienione produkty są dostarczane przez jednego dostawcę. Z perspektywy czasu ta synergia rynku IT pozwoliła firmie INDEX rozwinąć technologię wirtualnej maszyny i zintegrować ją ze sterowaniem obrabiarki.



### Czym jest wirtualna maszyna?

Przede wszystkim jest to powielenie rzeczywistej maszyny. Klient może zamówić wirtualną maszynę do każdej rzeczywistej maszyny oferowanej przez firmę INDEX. Na ekranie komputera użytkownik widzi te same wymiary, charakterystykę, cykle i te same opcje, jakie występują na rzeczywistej maszynie. Posuw, obciążenie narzędzia, prędkość obrotowa wrzeciona i podajnik narzędzia jest taki sam jak w oryginale. Rzeczywistość jest zachowana, nawet jeśli proces obróbki nie wygląda dokładnie tak samo. A to dlatego, że niektóre procesy mogą być skończone szybciej niż te wirtualne, a niektóre mogą być nieco opóźnione. Jednak rzeczywistość jest zachowana ponieważ wszystkie kroki symulacji są oparte na czasie cyklu i danych z rzeczywistej maszyny. Dla przykładu, każdy krok, który jest testowany lub zmieniany na wirtualnej maszynie odzwierciedla rzeczywistą sekwencję. Wirtualna maszyna wykorzystuje modele 3D podajników narzędzi, wrzeciona czy standardowych narzędzi. Narzędzia do toczenia, frezowania, szlifowania są szczególnie ważne dla symulacji. Tylko jeśli opis geometrii narzędzia jest kompletny (zawierający rzeczywistą geometrię ostrza skrawającego, korpusu narzędzia i płytki skrawającej) symulacja może być właściwie przeprowadzona.

Wirtualna maszyna jest wyposażona w narzędzie Tool Assistant pozwalające na opracowanie graficznej kopii rzeczywistego narzędzia na ekranie komputera. Cechą tego narzędzia jest wykorzystanie parametryzacji po to, aby generowanie geometrii było możliwie najłatwiejsze i pozwalało operatorowi obsługiwać rzeczywistą maszynę przy minimalnie krótkim szkoleniu. Problemy narastają, gdy standardowe narzędzia nie są wystarczające, aby odzwierciedlić rzeczywistość procesów obróbki. Złożoność wielu części wymaga zastosowania narzędzi specjalnych (np. wiertel kształtowych). Aby wirtualna maszyna mogła generować takie narzędzia, firma INDEX oferuje opcję rozszerzającą OPUS. OPUS jest skrótem od Offenes Produktions-Unterstützungs-System (Open Productions Support System). Jest to nazwa firmy Kirchheim/Teck która rozwija produkty CAM, MDE i CNC od ponad 20 lat. Narzędzie OPUS zawiera bazę danych narzędzi 3D i możliwości importu geometrii. Firma INDEX dostosowała tę funkcjonalność dla maszyn wirtualnych. Każde narzędzie specjalne może być zmontowane i jednocześnie zarządzane za pomocą opcjonalnego modułu OPUS.



Wirtualne maszyny używają komend składowych do implementacji programów NC sterujących kolejnością ruchów rzeczywistej maszyny. Siemens opracował tę technologię w 2004 roku w ramach projektu badawczego Integrated Virtual Product Development (iViP). Oprogramowanie Virtual NC Kernel(VNCK) jest wirtualną kopią jądra sterownika SINUMERIK 840D.

Modele opracowane w Tecnomatix RealNC służą do przedstawienia 3D procesu obróbki na ekranie komputera. To oprogramowanie uzupełnia geometrię maszyny i narzędzi o charakterystyki ruchowe, które są dostarczane z modelu kinematycznego zawierającego ponadto symulację usuwania materiału. Połączenie RealNC i VNCK dostarcza bliską rzeczywistości symulację wszystkich kroków procesu.

### **Bez programowania nie ma obrabiarki NC**

Ta reguła dotyczy również maszyny wirtualnej. Jej możliwości wykraczają dużo dalej niż jedynie programowania. Wirtualna maszyna może być programowana przez ten sam panel sterujący na PC, jaki występuje na rzeczywistej maszynie. Ładowanie ukończonych programów NC z systemów CAM polega na zamianie istniejących programów i utworzeniu nowych programów NC. Każdy, kto zna operacje wykonywane na rzeczywistej maszynie, może programować wirtualną maszynę bez żadnych trudności.

### **VirtualPro wsparcie programowania**

Firma INDEX dostarcza narzędzie wspierające programowanie o nazwie VirtualPro będące rozszerzeniem wirtualnej maszyny. VirtualPro wykonuje zadanie w jednostce sterującej rzeczywistej maszyny. Zawiera on narzędzia do czytania plików DXF, które pozwalają załadować dane 2D, usunąć niepotrzebną geometrię i wykorzystać ją do programowania przy określonych warunkach:

- w generowaniu konturów pozwalającym na powstanie geometrii narzędzia z prostych elementów
- w generowaniu, modyfikacji i zarządzaniu wielokrotnie używanych szablonów programowych
- w wielokanałowym generatorze kroków, który pozwala użytkownikom jednocześnie przedstawiać i przetwarzać wszystkie kanały maszynowe odpowiednio dostępnych narzędzi

Jeśli klienci stosują VirtualPro jako rozszerzenie wirtualnej maszyny, moduł ten może być zintegrowany z monitorem obok sterowania NC maszyny lub może być zainstalowany razem z wirtualną maszyną na PC. W drugim przypadku użytkownicy mogą stosować VirtualPro do optymalizacji przygotowanych programów NC używając dodatkowych funkcji do obróbki wieloosiowej i wielokanałowej, które następnie mogą być testowane na wirtualnej maszynie.

Aplikacja oferuje szeroki zakres zalet, które są w różnym stopniu doceniane przez użytkowników i wprowadzane do użycia przez operatorów maszyn. Symulacje wykonywane na maszynie wirtualnej pozwalają klientom wykryć potencjalne kolizje, uniknąć kosztownych napraw, jakie mogłyby wydarzyć się na rzeczywistej maszynie. Optymalizacja już przetestowanych programów NC pozwala skrócić czas obróbki, wirtualna symulacja wykrywa błędy programu znacząco redukując czasy ustawcze.

Kilkunastu klientów firmy INDEX zamówiło dodatkowe licencje po pierwszych doświadczeniach z wirtualną maszyną. Wskazują oni, że korzyści ze stosowania wirtualnej maszyny znacznie przekraczają poniesione koszty. W dodatku firma INDEX rozwinęła oprogramowanie stosowane w rzeczywistych obrabiarkach jak i maszynach wirtualnych. To prowadzi do dodatkowej synergii. Nowe obrabiarki INDEX są budowane jako obrabiarki wirtualne zanim zostaną w rzeczywistości wyprodukowane. To ułatwia szybkie wykrycie potencjalnych słabych punktów konstrukcji, pozwala na przetestowanie różnych wariantów i osiągnięcie optymalnych rezultatów, które do dziś były niewyobrażalne. Eberhard Beck ocenia ten postęp jako początek nowych sukcesów firmy INDEX. W jego opinii „Kiedy jesteśmy w stanie przetworzyć dane CAD, przekształcić je w program NC i optymalnie sterować ruchami maszyny, to nie jesteśmy tylko dostawcą maszyn dla naszych klientów. Wkrótce będziemy w stanie dostarczyć rozwiązania dla całego łańcucha produkcyjnego – od CAD przez CAM aż po wykonanie programu NC”.

## O firmie Siemens PLM Software

Siemens PLM Software, oddział Siemens Industry Automation Division, jest wiodącym na skalę światową dostawcą oprogramowania do zarządzania cyklem życia produktu (PLM) oraz związanych z nim usług, obsługującym prawie 6 mln licencjonowanych stanowisk i 56000 klientów na całym świecie. Główne biuro firmy znajduje się w Plano w stanie Teksas. Otwarte rozwiązania dla przedsiębiorstw oferowane przez Siemens PLM Software umożliwiają firmom i ich partnerom swobodną współpracę w globalnych sieciach innowacyjnych, które skutkiem są światowej klasy produkty i usługi. Więcej informacji dotyczących produktów i usług firmy Siemens PLM Software można znaleźć pod adresem [www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm).

### Siemens PLM Software

#### Polska

Siemens Product Lifecycle Management Software (PL) Sp. z o.o.  
ul. Marynarska 19A  
02-674 Warszawa  
Polska  
4822 339 36 80  
Fax 4822 339 36 99

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

#### USA

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

#### Europa

Norwich House  
Knoll Road  
Camberley  
Surrey GU15 3SY  
United Kingdom  
44 (0) 1276 702000  
Fax 44 (0) 1276 705150

© 2008. Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Wszystkie prawa zastrzeżone. Siemens i logo Siemens są zastrzeżonymi znakami towarowymi firmy Siemens AG.

Teamcenter, NX, Solid Edge, Tecnomatix, Parasolid, Femap, I-deas, Velocity Series, Geolus są znakami towarowymi lub zastrzeżonymi znakami towarowymi firmy Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. lub jej firm zależnych w Stanach Zjednoczonych i innych krajach. Wszystkie pozostałe znaki graficzne, znaki towarowe, zastrzeżone znaki towarowe lub marki usług stanowią własność odpowiednich podmiotów.