



SIEMENS

Ingenuity for life

Siemens Digital Industries Software

Spadek ciśnienia — o tym nie uczą w szkole

Analiza mechaniczna

Wprowadzenie

Ciśnienie oraz jego spadek to jedne z najważniejszych kwestii, które należy rozważyć podczas projektowania wielu produktów. Spadek ciśnienia przekłada się bowiem na stratę energii, która musi następnie zostać wyrównana większym zapotrzebowaniem na energię. Oczywiście jest zatem, że zoptymalizowany projekt i wynikające z niego optymalne wartości ciśnienia mogą skutkować oszczędnością energii.

Wszyscy pamiętamy ze szkoły, że istnieją różne rodzaje ciśnienia — statyczne, dynamiczne, całkowite oraz potencjał ciśnieniowy. Jak natomiast zachowuje się konkretny płyn? Czy jest nieściśliwy? Czy zachodzi jakiegokolwiek tarcie? Jaka jest gęstość płynu?

Znalezienie wzorów, które pomogą nam odpowiedzieć na te pytania jest dość proste, jednak ich zastosowanie w projekcie złożonego produktu, gdzie konieczne jest obliczenie spadków ciśnienia, może być o wiele trudniejsze. To właśnie w takiej sytuacji przydaje się obliczeniowa analiza mechaniki płynów (CFD). CFD to jedno z najważniejszych narzędzi dla inżynierów projektowych: może pomóc zrozumieć tendencje występujące w projekcie i rozróżnić obiecujące modele od tych słabszych.

Wcześnie prowadzona symulacja zapewnia najlepszy zwrot z inwestycji: Przeniesienie analizy na wczesny etap procesu projektowania

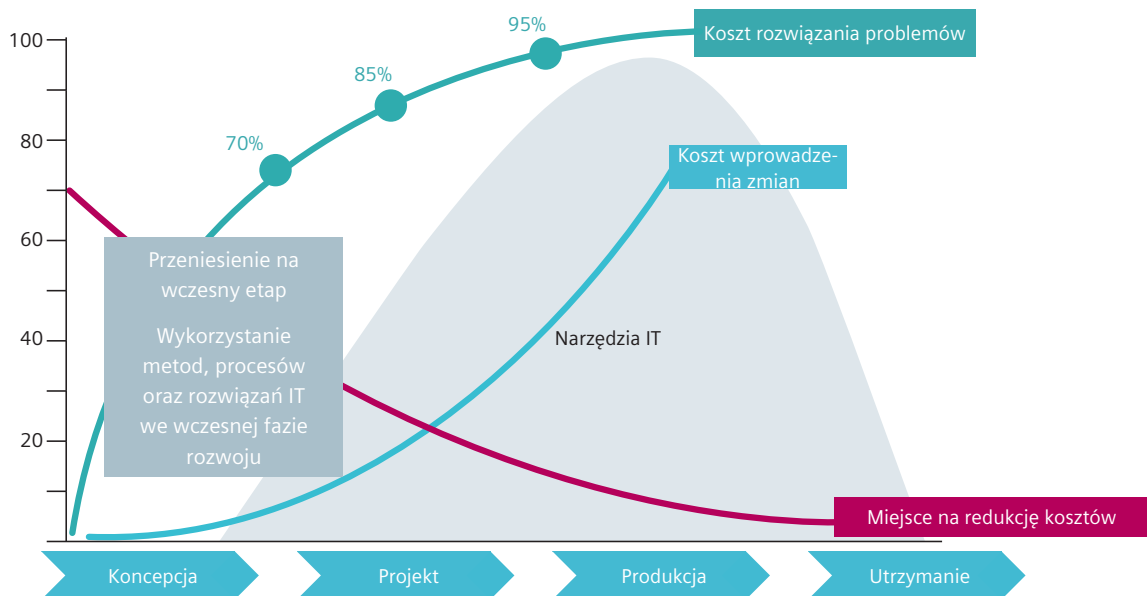
Niestety analiza CFD nie zawsze zostaje ujęta w planie studiów I i II stopnia. Nawet jeśli temat zostanie poruszony, zazwyczaj metodę wykorzystuje się tylko do kilku prostych zastosowań. Jeszcze do niedawna komercyjne oprogramowanie do analizy CFD było ponadto skierowane raczej do specjalistów, co ograniczało jego powszechne użycie. Narzędzia były nie tylko bardzo drogie, ale również trudne i uciążliwe w obsłudze, a praca z nimi zajmowała dużo czasu. W związku z tym analiza inżynierska dotycząca kwestii takich jak spadek ciśnienia była zazwyczaj prowadzona



przez wyspecjalizowanych analityków, w oderwaniu od zespołów zajmujących się główną częścią projektowania i rozwoju. Żeby przetestować lub zweryfikować swoje projekty, inżynierowie mechaniczni musieli tworzyć fizyczne prototypy i sprawdzać je na stanowisku testowym.

Testowanie projektu dopiero na etapie prototypu jest jednak kosztowne. Według raportu przygotowanego przez Lifecycle Insights [1] odrzucenie projektu w tej fazie prowadzi do niedotrzymania terminów, dodatkowych cykli testowania i konieczności pracy po godzinach.

Ograniczenie kosztów wprowadzania zmian oraz znalezienie miejsca na obniżenie wydatków zapewnia natomiast najwyższy poziom zwrotu z inwestycji (rysunek 1) [2]. Profesor Martin Eigner ukuł termin „froatloading”, czyli ogólne pojęcie obejmujące stosowanie całej gamy oprogramowania do symulacji, łącznie z CFD, na wczesnym etapie procesu projektowania. [2]



Źródło: Profesor dr Martin Eigner, VPE TU Kaiserslautern

Rysunek 1: Przeniesienie symulacji na początek procesu może pomóc ograniczyć koszty

Liczne badania przeprowadzone przez różnych analityków branżowych oraz dostawców rozwiązań CAE sugerują, że firmy odnoszące największe sukcesy oceniają działanie swoich projektów już na początkowym etapie ich rozwoju i aktywnie wspierają współpracę oraz przekazywanie wiedzy między ekspertami w dziedzinie analizy i projektantami.

Jak przeniesienie analizy CFD na wczesny etap zmieniło proces projektowania?

Analiza naprężeń została wprowadzona na początkowy etap projektowania około 20 lat temu i szybko stała się integralnym elementem procesu rozwoju. Dziś wszystkie wiodące narzędzia MCAD oferują możliwość analizy naprężeń już z poziomu projektu. Przeniesienie analizy obciążeń na wczesny etap procesu projektowania nie oznaczało jednak, że producenci całkowicie zrezygnowali z symulacji podczas walidacji. Symulacja stała się po

prostu sposobem na badanie tendencji i wcześniejsze odrzucanie najmniej korzystnych koncepcji.

W odróżnieniu od etapu weryfikacji, podczas fazy projektowania szybkość ma krytyczne znaczenie. Inżynierowie muszą prowadzić symulacje nie tylko wcześnie, ale również bardzo często, aby nadążyć za zmianami w projekcie. Szybkie wykonywanie kolejnych iteracji pozwala odrzucić najmniej korzystne koncepcje i dalej tworzyć innowacyjne pomysły. Po odpowiednim zbadaniu projektu i uznaniu go za wykonalny i rentowny można przejść do fazy weryfikacji.

Te praktyki przeniosły się również na inne obszary, włączając w to analizę CFD. Obecnie mamy dostęp do narzędzi CFD, które są przyjazne dla inżyniera i w wygodny sposób integrują się z narzędziami CAD. Ich wspólne użycie pozwala stworzyć cyfrowego bliźniaka prototypu, czyli wirtualne odzwierciedlenie produktu.

Korzyści płynące z przeniesienia zintegrowanej w narzędziach CAD analizy CFD na wcześniejszy etap procesu to między innymi:

- niższe koszty rozwoju produktu,
- skrócenie czasu wprowadzenia produktu na rynek,
- tworzenie większej liczby bardziej innowacyjnych i lepiej działających produktów,
- usunięcie krytycznych „wąskich gardeł” w procesie projektowania,
- zmniejszenie ryzyka operacyjnego dzięki zgodności z coraz bardziej rygorystycznymi regulacjami.

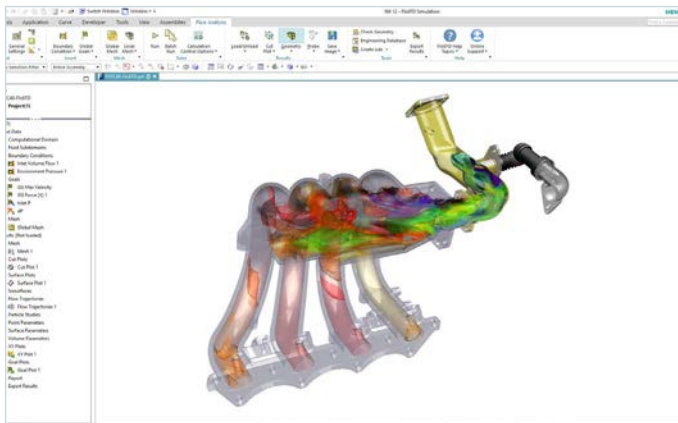
Dlaczego symulacja w narzędziach CAD jest niezbędna?

Tradycyjne oprogramowanie do analizy CFD ma zazwyczaj swój własny interfejs, który nie integruje się z narzędziami CAD: w najlepszym wypadku programy oferują translatory danych, które umożliwiają przenoszenie informacji między oprogramowaniem CAD i CFD. Z tego powodu przed każdą analizą modelu należy odpowiednio przygotować i wyeksportować dane z programu CAD, a następnie zaimportować je do narzędzia CFD, gdzie można je „naprawić”, aby były przydatne do użycia.

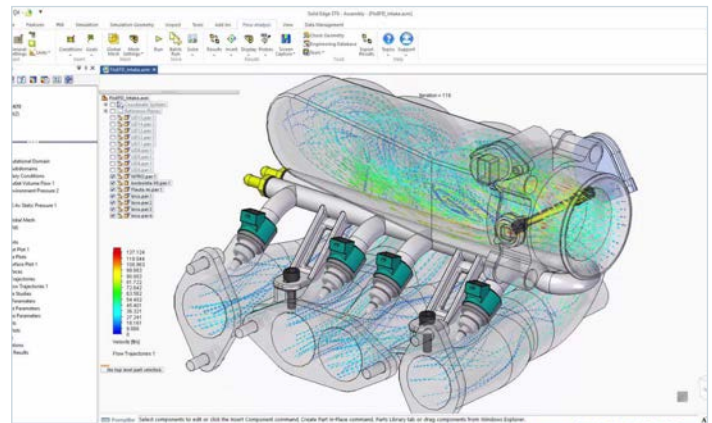
Takie narzędzia są również naszpikowane technologią, której wykorzystanie wymaga zaawansowanej wiedzy i szkoleń; to właśnie dlatego do zadań tego rodzaju zazwyczaj są przypisywani wyspecjalizowani analitycy. Większość tradycyjnych narzędzi CFD obsługuje na przykład różne rodzaje siatek. Użytkownik musi wiedzieć, który typ będzie najlepszy dla danego zastosowania, określonej fizyki oraz rodzaju przepływu. Musi ponadto pracować nad tą siatką aż do osiągnięcia optymalnego rezultatu dla konkretnego modelu i zastosowania. Krótko mówiąc, praca z tradycyjnymi narzędziami CFD na etapie projektowania może być bardzo czasochłonna i wolniejsza od oczekiwań. W związku z tak wyspecjalizowanym zadaniem praca analityków zajmujących się kwestiami ciśnienia w projekcie, które wpływają na krytyczne aspekty działania produktu, została oddzielona od pracy działów projektowych i rozwojowych.

Dla porównania: przyjazne użytkownikowi rozwiązania CFD:

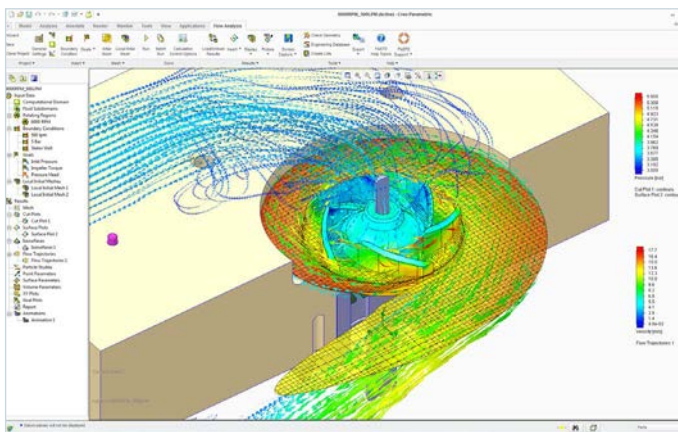
- Muszą być w pełni zintegrowane z platformą CAD: Dostęp do tych narzędzi jest możliwy bezpośrednio z programu CAD, wykorzystują one również tę samą geometrię natywną do analizy. Eksport danych w ramach przygotowania do analizy nie jest już konieczny. Oprogramowanie po prostu „wchodzi na swoje miejsce” — użytkownik nie musi uczyć się całkowicie nowego interfejsu. Analiza CFD staje się kolejną funkcją oferowaną przez pakiet CAD.
 - Oferują inteligentną automatyzację: Osadzone w platformie CAD narzędzia CFD wymagają wbudowanej inteligentnej automatyzacji, co pozwala na łatwiejszą, szybszą i bardziej dokładną analizę. Przykładowo: rozważając kwestie związane z przepływem płynów, projektant może zastanawiać się, jakie procesy zachodzą w pustej przestrzeni, gdzie znajduje się płyn. W przypadku tradycyjnej analizy CFD konieczne jest stworzenie dodatkowej geometrii, która będzie odzwierciedlać tę przestrzeń. Rozwiązania CFD zintegrowane z platformą CAD są natomiast na tyle inteligentne, aby rozpoznać, że pusta przestrzeń odpowiada płynowi, więc użytkownik nie traci czasu na stworzenie geometrii potrzebnej wyłącznie ze względu na ograniczenia oprogramowania.
- Przed przejściem do analizy konieczne jest jeszcze nałożenie siatki na model. Korzystając z tradycyjnych rozwiązań CFD, inżynier musi dokładnie wiedzieć, która siatka najlepiej odzwierciedli dany rodzaj przepływu. Rozwiązanie CFD wbudowane w platformę CAD wykorzystuje natomiast w pełni automatyczny generator, który samodzielnie tworzy najlepszą możliwą siatkę dla przedstawionego zadania.
- Łączą szybkość i dokładność: Rozwiązania CFD, które można wykorzystać z poziomu oprogramowania CAD na początkowym etapie procesu, znacząco ograniczają ogólny czas poświęcony na symulację — niektóre organizacje zarejestrowały skrócenie tego czasu o nawet 75% oraz 40-krotny wzrost produktywności.



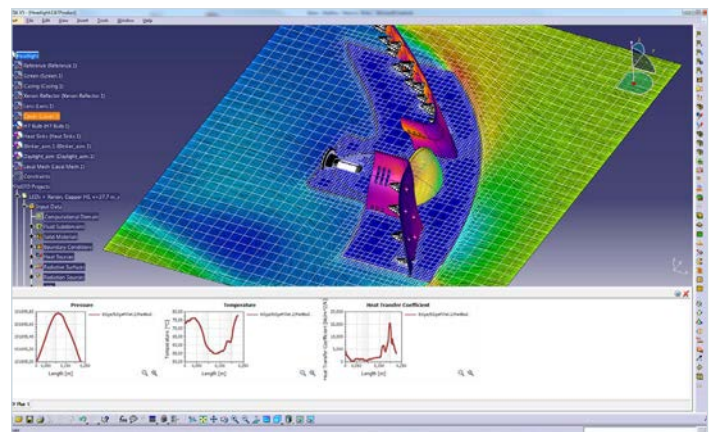
Simcenter FLOEFD w NX



Simcenter FLOEFD w Solid Edge



Simcenter FLOEFD w PTC Creo



Simcenter FLOEFD w CATIA V5

Rysunek 2. Simcenter FLOEFD działa z popularnymi programami MCAD.

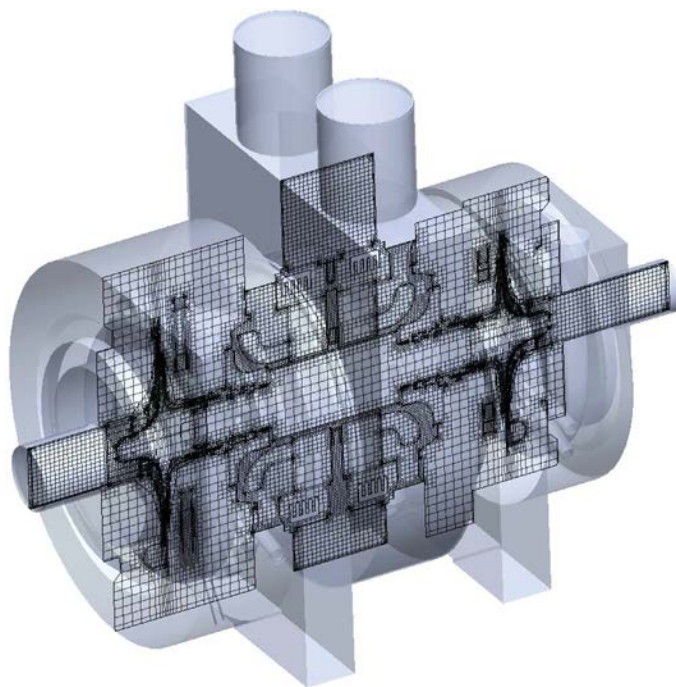
Wiodące rozwiązanie CFD do zastosowania na początku procesu

Oprogramowanie Simcenter FLOEFD™ jest zintegrowane z narzędziami MCAD, takimi jak: CATIA® V5, Creo™ Elements/Pro™, NX™ oraz Solid Edge®. Dzięki Simcenter FLOEFD konstruktorzy mogą skupić się na analizie szczegółów dotyczących rozkładu ciśnienia w płynie oraz obciążeń, jakie wywiera ono na bryłę ich produktu. Możliwe jest prowadzenie potencjalnych scenariuszy i analiza złożonych powiązań fizycznych, takich jak relacja między spadkiem ciśnienia i prędkością przepływu.

Simcenter FLOEFD łączy wszystkie fazy badania spadku ciśnienia w jednym miejscu — od modelowania 3D, przez nakreślenie problemu, przeprowadzenie analizy, wizualizację wyników i walidację, aż po raportowanie. Typowe zastosowania analizy spadków ciśnienia dotyczą przepływów przez zawory, kolektory, wymienniki ciepła, systemy filtrujące, obudowy elektroniki, kanały oraz

właściwie każdy układ, gdzie konieczne jest zmniejszenie ilości energii potrzebnej do rozpoczęcia przepływu lub zwiększenia jego wartości.

Dzięki Simcenter FLOEFD konstruktorzy mogą skupić się na dogłębnej analizie i określeniu, dlaczego przepływ gazu lub cieczy odbywa się przy wyższym lub niższym ciśnieniu niż określono w specyfikacji technicznej. Muszą znać tylko dany system MCAD oraz orientować się w fizyce projektowanego produktu. Po zainstalowaniu Simcenter FLOEFD wszystkie opcje menu oraz polecenia niezbędne do przeprowadzenia pełnej analizy przepływu zostają ujęte w znanym już pakiecie CAD. Ścisła interakcja między platformą MCAD oraz Simcenter FLOEFD sprawia, że jest to narzędzie wyjątkowo proste w obsłudze. Większość projektantów może rozpocząć pracę z Simcenter FLOEFD zaledwie po ośmiu godzinach szkolenia.



Rysunek 3: Funkcja SmartCells umożliwia wykorzystanie siatki o dużych komórkach bez szkody dla wydajności.

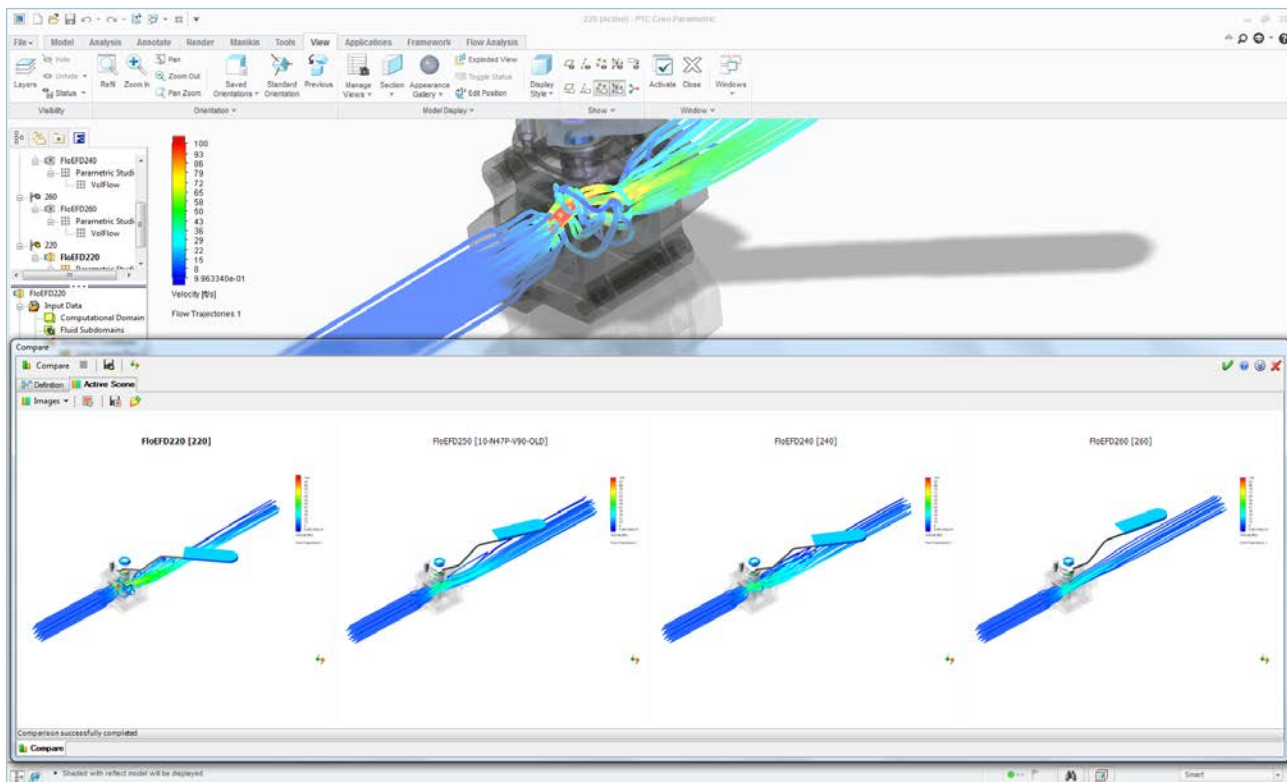
Najbardziej typowe zadanie inżynierskie związane z przepływem płynów to ograniczenie spadków ciśnienia w układzie, gdy płyn przepływa z punktu A do punktu B. Podstawowym wyzwaniem jest tu maksymalizacja prędkości przepływu przy danym spadku ciśnienia lub minimalizacja spadku ciśnienia przy danej prędkości przepływu. Jeśli przepływ jest wywoływany przez pompę lub wiatrak, zrozumienie spadku ciśnienia pozwala projektantowi na optymalizację wielkości tych elementów.

Punktem początkowym dla każdej analizy przepływu jest jasny opis geometrii układu mechanicznego. Simcenter FLOEFD pozwala projektantowi wykorzystać istniejące modele MCAD do analizy, bez potrzeby eksportu lub importu dodatkowych danych, co oszczędza bardzo dużo czasu i ogranicza zbędny wysiłek. Wbudowany zestaw narzędzi Simcenter FLOEFD może użyć nowej lub istniejącej geometrii 3D CAD oraz informacji na temat modelu bryłowego do stworzenia symulacji w warunkach rzeczywistych. Simcenter FLOEFD rozpoznaje odpowiedni region płynu na podstawie pustych przestrzeni wewnętrznych w modelu bryłowym, dla których projektant ustanowił warunki graniczne.

Simcenter FLOEFD pozwala również na analizę szerokiej gamy płynów. Obejmuje to również gazy — zaczynając od przepływów subsonicznych, transsonicznych

i supersonicznych, aż po hipersoniczne — ciecze oraz płyny nienewtonowskie takie jak przepływy plastiku oraz przepływy w zastosowaniach dotyczących przetwórstwa spożywczego. Możliwa jest nawet symulacja przepływu pary. Dostępny jest także dwufazowy model kawitacji, mieszaniny palnej oraz symulacja powierzchni swobodnej.

Po utworzeniu modelu konieczne jest stworzenie jego siatki. Tworzenie siatki to jedna z umiejętności, która dawniej oddzielała specjalistów zajmujących się analizą CFD od inżynierów mechanicznych. W Simcenter FLOEFD podstawowa siatka jest tworzona automatycznie w ciągu kilku minut — nie wymaga to godzin żmudnego dopasowywania regionów oraz poszczególnych komórek. Simcenter FLOEFD tworzy siatki samodzielnie, w zaledwie kilka minut. Wbudowane w system CAD rozwiązanie CFD tworzy adaptacyjną siatkę, która zmniejsza wielkość komórki tam, gdzie to konieczne, zwiększając rozdzielczość analizy, aby zapewnić dokładniejsze wyniki symulacji nawet dla najbardziej złożonych regionów modelu (rysunek 3). Aby uzyskać więcej informacji na temat tej technologii tworzenia siatki — SmartCells — wejdź na stronę SmartCells – Enabling Fast and Accurate CFD - www.mentor.com/products/mechanical/resources/overview/smartcells-enabling-fast-accurate-cfd

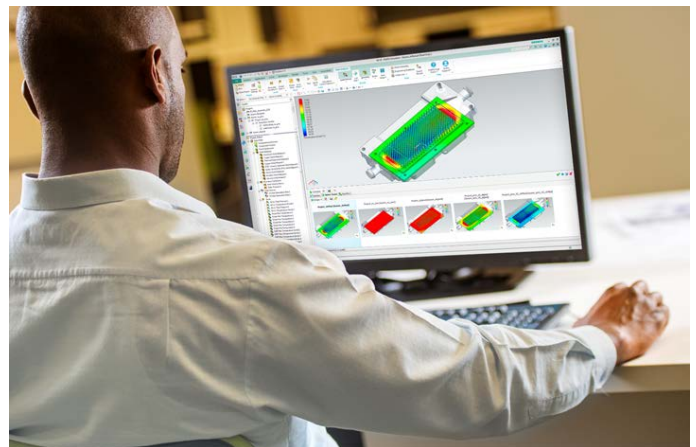


Rysunek 4: Konfiguracja porównywarki oraz możliwość analizy parametrycznej w Simcenter FLOEFD pozwala inżynierom na zrozumienie wpływu zmian w geometrii lub warunkach granicznych na rezultaty.

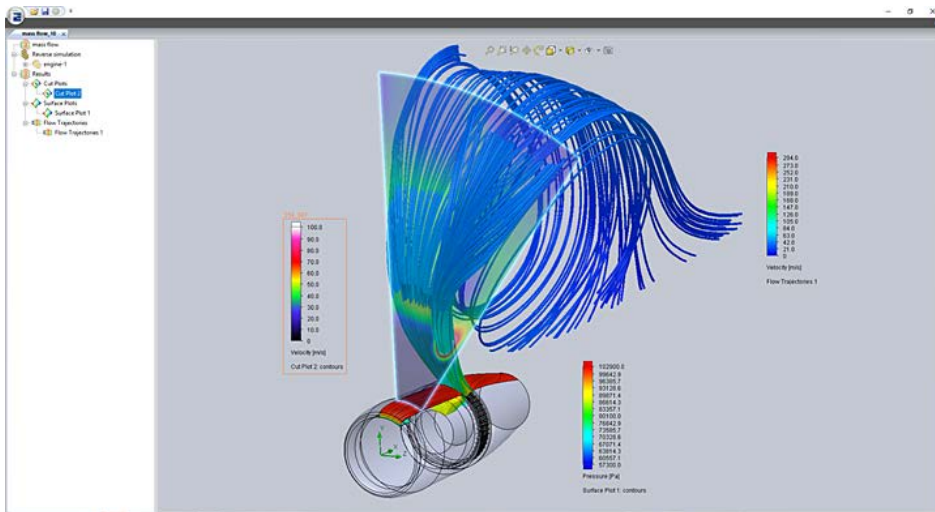
Rozwiązywanie wyzwań dotyczących spadków ciśnienia

Simcenter FLOEFD zapewnia szerokie możliwości wizualizacji przepływu w projekcie, co daje inżynierowi cenne informacje, które kierują jego decyzjami. Opcje wizualizacji pozwalają użytkownikom na uzyskanie dokładniejszych informacji z projektu i wizualizowanie przepływu w ramach natywnego środowiska CAD.

Przykładowo podczas analizy spadku ciśnienia często mamy do czynienia z wieloma ścieżkami przepływu, których skala jest o wiele mniejsza niż większość sprzętu. Projekt zaworu może obejmować perforowaną wkładkę z drobnymi dziurkami, przez które przepływa płyn. Zrozumienie tej dość złożonej geometrii i ponowne tworzenie siatki między udanymi iteracjami byłoby żmudnym zadaniem w tradycyjnym narzędziu CFD i wymagałoby zaawansowanej wiedzy na temat siatek. Użycie automatycznego generatora w Simcenter FLOEFD pozwala natomiast na łatwe wprowadzenie rozmiaru



Rysunek 5: Funkcje analizy parametrycznej oraz porównywania projektów w Simcenter FLOEFD pomagają inżynierom szybko zoptymalizować projekty.



Rysunek 6: Simcenter FLOEFD Viewer to darmowa przeglądarka służąca do udostępniania wybranych wyników klientom w interaktywnym środowisku 3D, a nie w postaci obrazu 2D.

otworów, dzięki czemu generator stworzy kanały przepływu o poprawnym rozmiarze. Automatycznie zostanie wygenerowana wysokiej jakości siatka, która pozwala na uzyskanie precyzyjnych odpowiedzi i efektywną analizę efektu przepływu na ogólne działanie systemu.

Dwuwymiarowe odzwierciedlenie pola przepływu w Simcenter FLOEFD można osiągnąć, wykorzystując wykres odcięcia, który ilustruje przepływ na płaszczyźnie przez model. Wykres odcięcia można wyświetlić wraz z dowolnym parametrem wyników w postaci wykresu konturowego, izolinii lub wektorów. Może również obejmować dowolną kombinację, np. wielkość prędkości i wektory prędkości. Oprócz wykresów odcięcia można w łatwy sposób wyświetlić wykres powierzchni 3D dla dowolnej ścianki, a także automatycznie dla całej dziedziny przepływu.

Simcenter FLOEFD oferuje również bardzo wydajny sposób oceny kolejnego parametru w analizie spadku ciśnienia: ciśnienia całkowitego. W przypadku przepływów lepkich spadki w ciśnieniu całkowitym pojawiają się, gdy płyn przepływa przez kontury. Obszary z gradientem ciśnienia całkowitego pokazują miejsca, gdzie zachodzą straty energii, której nie można odzyskać.

Rozwiązywanie problemów z ciśnieniem przepływu to proces iteracyjny. Po uzyskaniu wstępnych wyników analizy większość projektantów chce zmodyfikować swoje modele, aby przejść przez różne scenariusze i sprawdzić, czy są w stanie zoptymalizować przepływ. Simcenter

FLOEFD sprawia, że analiza takich potencjalnych scenariuszy jest bardzo prosta. Konstruktorzy mogą badać alternatywne rozwiązania, wykrywać błędy w projekcie i udoskonalić działanie produktu jeszcze przed stworzeniem szczegółowych projektów lub fizycznych prototypów.

Pozwala to na szybkie i proste wykrzycie obiecujących wariantów i odrzucenie tych, które mają niskie szanse na powodzenie.

Aby przeanalizować możliwe alternatywy, konstruktor może po prostu skopiować dany model bryłowy w Simcenter FLOEFD, a program automatycznie zachowa wszystkie definicje projektowe, włączając w to określone cele oraz właściwości materiału. Modyfikując model bryłowy, inżynier może natychmiast przeprowadzić jego analizę.

Oprogramowanie pomaga również w optymalizacji parametrycznej — na przykład przy automatycznym prowadzeniu eksperymentów z różnymi parametrami w celu określenia optymalnej grubości. W ten sposób Simcenter FLOEFD przyspiesza iteracyjny proces projektowania, pozwalając inżynierom na szybkie i proste wykorzystanie wiedzy zdobytej podczas analizy do ulepszenia projektu.

Simcenter FLOEFD udostępnia wydajne funkcje weryfikacji, które pozwalają na walidację projektów. Przed wydaniem nowej wersji oprogramowania Simcenter FLOEFD inżynierowie firmy Mentor sprawdzają ją, wykorzystując zestaw 300 rygorystycznych testów.

Simcenter FLOEFD oferuje 20 tutoriali i 32 przykłady walidacji (łącznie z ich dokumentacją), które są natychmiastowo gotowe do użycia. Projektanci mogą wykorzystać te przykłady, aby walidować przepływ w kanałach 2D, korzystając z dwustronnych i jednostronnych rozszerzeń i ścianek równoległych. Mogą również zweryfikować spadek ciśnienia w klasycznym teście porównawczym dla analizy CFD: przepływ w zagięciu pod kątem prostym w trójwymiarowym przewodzie kwadratowym lub przez zawór stożkowy.

Konfiguracja porównywarki oraz możliwość analizy parametrycznej pozwala użytkownikom na zrozumienie wpływu zmian w geometrii lub warunkach granicznych na rezultaty. Użytkownicy mogą ocenić obwiednię projektu, korzystając z wyników w postaci wartości numerycznych, wykresów, i obrazów/animacji i porównując szeroki zakres możliwych kombinacji. W ten sposób Simcenter FLOEFD przyspiesza iteracyjny proces projektowania, pozwalając inżynierom na szybkie i proste zastosowanie wiedzy zdobytej dzięki symulacji do ulepszenia produktu.

Udostępnianie wyników i wniosków jest bardzo proste. Simcenter FLOEFD jest w pełni zintegrowany z programami Microsoft® Word® oraz Excel®, co pozwala inżynierom na tworzenie raportów oraz zbieranie istotnych danych z dowolnego projektu w formie graficznej. Narzędzie ponadto automatycznie tworzy arkusze kalkulacyjne Excel, podsumowując wyniki analizy, dzięki czemu ostatni krok każdej analizy — tworzenie raportów — nie wymaga dodatkowego wysiłku.

Korzystając z Simcenter FLOEFD, projektanci mogą łatwo odnaleźć obszary, które wymagają ich uwagi i skupić się na ich ulepszeniu, aby zoptymalizować przepływ w całym projekcie oraz udostępnić wyniki klientom i kadrze zarządzającej, korzystając z bezpłatnej przeglądarki Simcenter FLOEFD Viewer. Ta darmowa przeglądarka pozwala udostępniać wybrane wykresy z wynikami osobom, które nie korzystają z Simcenter FLOEFD w interaktywnym środowisku 3D lub jako animację, a nie w postaci obrazu 2D.

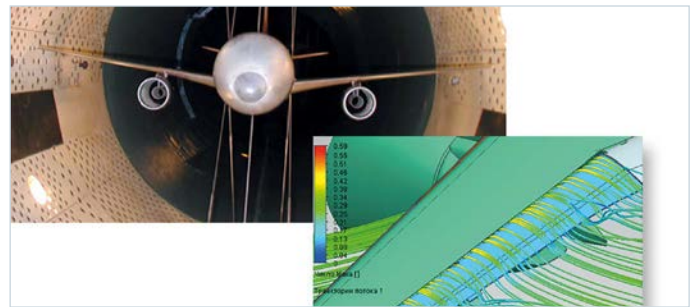
Simcenter FLOEFD to idealne rozwiązanie dla projektantów, którzy chcą rozwiązywać kwestie dotyczące ciśnienia w ramach wybranej platformy CAD.

Konstruktorzy rozwiązują rzeczywiste wyzwania projektowe

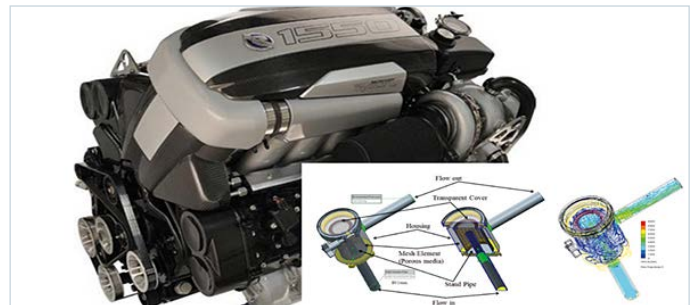
Dowiedz się, w jaki sposób inżynierowie wykorzystują Simcenter FLOEFD do rozwiązywania rzeczywistych wyzwań projektowych, dotrzymywania terminów, uzyskania wyższej jakości oraz utrzymywania kosztów na możliwie niskim poziomie:



Mitsubishi Materials Corporation wykorzystuje Simcenter FLOEFD do projektowania chłodzonych cieczą dysz dla narzędzi skrawających



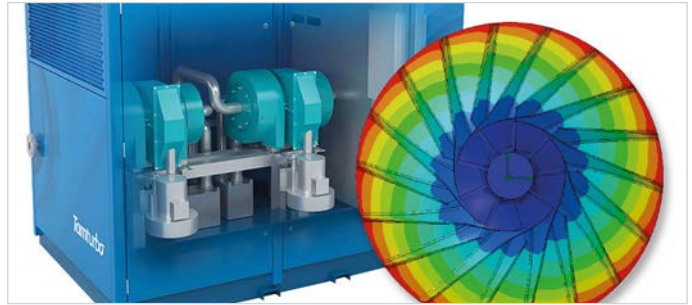
Jak na skrzydłach! Simcenter FLOEFD zapewnia dokładne i szybko dostępne dane dotyczące obciążeń lotu dla urządzeń w firmie Irkut



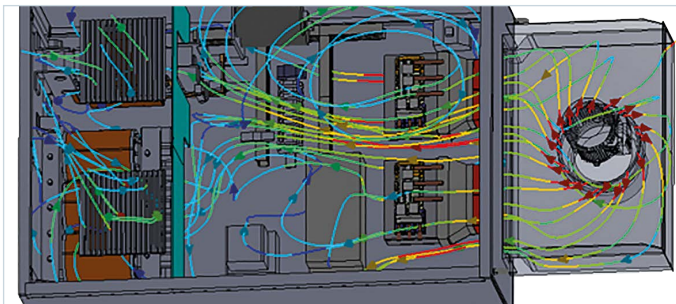
Mercury Racing® wykorzystuje Simcenter FLOEFD w projekcie najnowszego filtra chłodnicy międzystopniowej



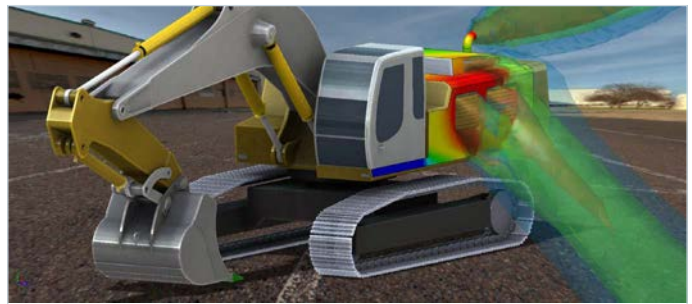
Symulacja chłodzenia hamulców samochodu sportowego z wykorzystaniem rozwiązania CFD osadzonego w systemie CAD



Symulacja dynamiki powietrza w turbosprężarce powietrza Tamturbo napędzanej bez użycia benzyny



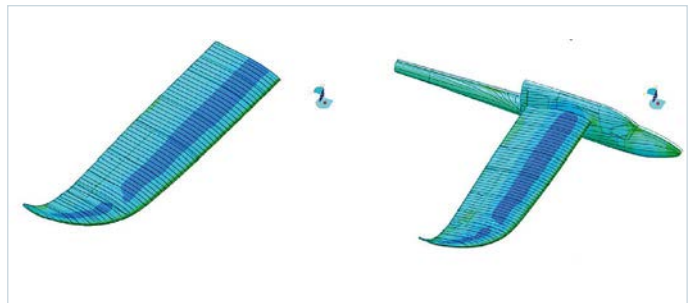
Chłodzenie zasilania elektroniki w pomieszczeniu



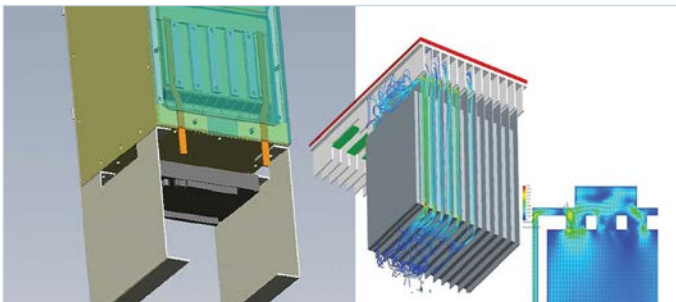
Liebherr-Werk Nenzing GmbH wykorzystuje Simcenter FLOEFD w projektach mobilnych żurawi portowych



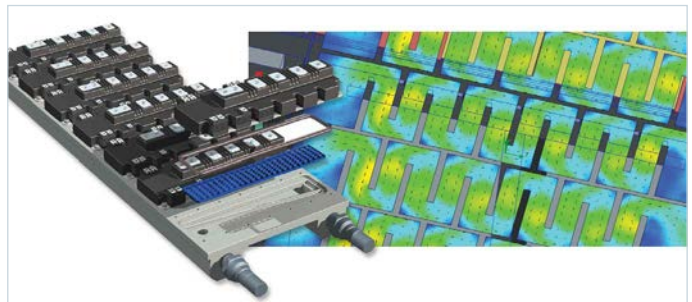
Optymalizacja pojazdu wyścigowego NASCAR



Do góry i w drogę — Wykorzystanie narzędzi CFD do stworzenia modelu lotu w czasie rzeczywistym



Innowacje w elektrycznych układach napędowych we Flandrii



Simcenter FLOEFD zapewnia efektywne chłodzenie modułów zasilania IGBT



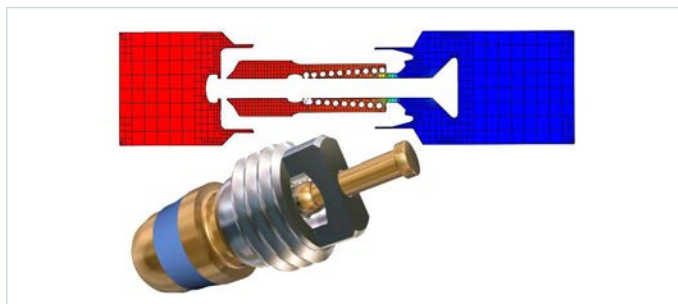
Tworzenie technik symulacji wirnika helikoptera



Jazo Zevenaar o trzy tygodnie skraca czas projektowania obudów ochronnych



Grass Valley wykorzystuje Simcenter FLOEFD jako integralny element procesu rozwoju produktu



Ventrex skraca czas projektowania zaworu silnikowego o cztery miesiące

Źródła

1. 2013. Driving Design Decisions with Simulation. Lifecycle Insights.
2. 2010. Eigner, M. Future PLM – Trends aus Forschung und Praxis: Blog Uniwersytetu w Kaiserslautern

Siemens Digital Industries Software

Centrala

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

Ameryka Pn. i Płd.

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

Europa

Stephenson House
Sir William Siemens Square
Frimley, Camberley
Surrey, GU16 8QD
+44 (0) 1276 413200

Azja i Pacyfik

Suites 4301-4302, 43/F
AIA Kowloon Tower,
Landmark East
100 How Ming Street
Kwun Tong, Kowloon
Hongkong
+852 2230 3333

O firmie Siemens Digital Industries Software

Siemens Digital Industries Software prowadzi współczesnym przemianom, które pozwolą zbudować stworzyć cyfrowe przedsiębiorstwo, gdzie inżynieria, produkcja i elektronika tworzą przyszłość. Nasze rozwiązania pomagają firmom każdej wielkości tworzyć i wykorzystywać cyfrowe bliźniaki, dzięki którym organizacje zyskują nowe pomysły i informacje, więcej możliwości i wyższy poziom automatyzacji, co umożliwia tworzenie innowacji. Aby uzyskać więcej informacji na temat produktów i usług firmy Siemens Digital Industries Software, odwiedź stronę siemens.com/software lub obserwuj nas w serwisach [LinkedIn](#), [Twitter](#), [Facebook](#) i [Instagram](#). Siemens Digital Industries Software – Where today meets tomorrow.

siemens.com/software

© 2018 Siemens. Listę znaków towarowych firmy Siemens można znaleźć [tutaj](#). Pozostałe znaki towarowe należą do odpowiednich podmiotów.

75930-81178-C8-PL 11/19 LOC