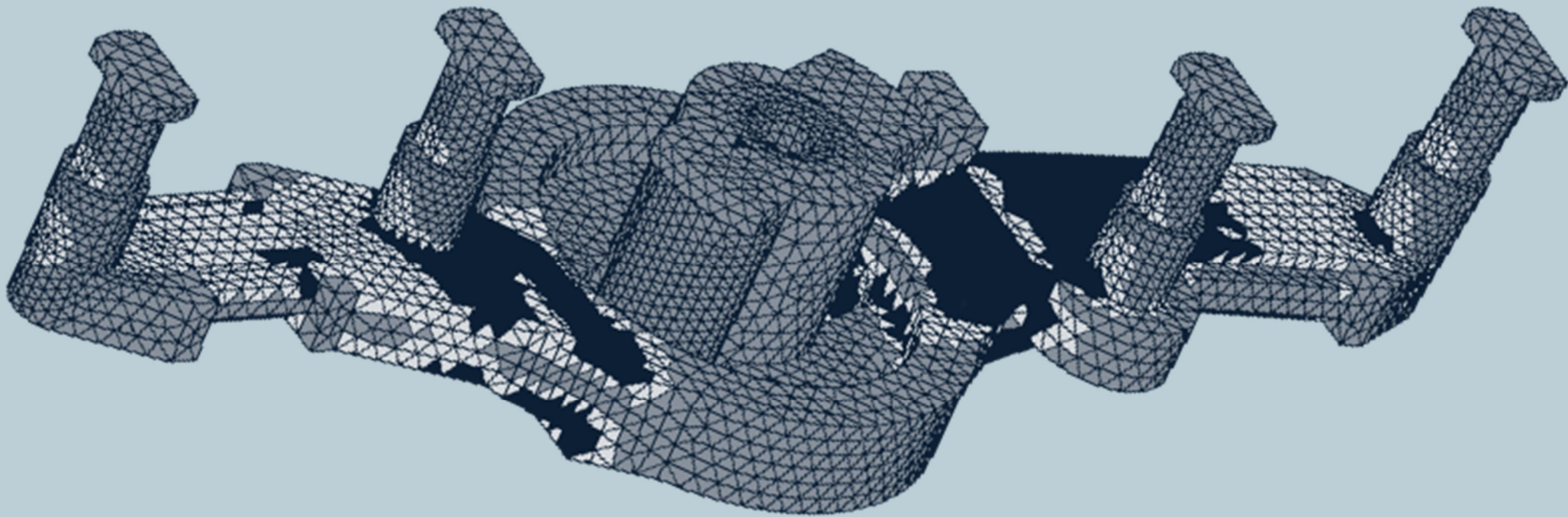


# WDRAŻANIE PROJEKTOWANIA OPARTEGO NA SYMULACJI

EFEKTYWNE WYKORZYSTANIE ZASOBÓW LUDZKICH, PROCESÓW I TECHNOLOGII

LIFECYCLE

INSIGHTS



# JAK SKUTECZNIE WDROŻYĆ PROJEKTOWANIE OPARTE NA SYMULACJI?

*Zarządzanie wydajnością produktu jest kluczowym aspektem każdego procesu rozwoju produktu.*

W dzisiejszych czasach zdecydowana większość przedstawicieli branży inżynierskiej zgodziłaby się z tym stwierdzeniem. Jeśli prototypy nie zaliczą testów, może to w katastrofalny sposób wpłynąć na możliwość dostarczenia lub wprowadzenia produktu na rynek. Jeśli produkt ulegnie uszkodzeniu podczas eksploatacji lub użytkowania przez klienta, może to zrujnować reputację producenta, a nawet doprowadzić do anulowania zamówień.

Jeśli chodzi o zarządzanie wydajnością produktu, branża inżynierska ma do wyboru wiele rozwiązań, które często można stosować równolegle. Ważne jest, aby korzystać z odpowiednich metod testowania, które pozwalają skutecznie poradzić sobie z kwestią wymagań. Obecnie ostatnimi fazami projektu zajmują się zespoły profesjonalnych analityków, którzy przeprowadzają weryfikację i walidację projektu w środowisku projektowym, a nie fizycznym. I chociaż procesy weryfikacji i walidacji są kluczowe dla projektowania produktów wysokiej jakości, żaden z nich nie wpływa na udoskonalanie projektu w takim stopniu, jak strategia *projektowania opartego na symulacji*.

*Projektowanie oparte na symulacji* polega na przeprowadzaniu analiz podczas koncepcyjnej i szczegółowej fazy projektowania. Dzięki tym analizom inżynierowie podejmujący decyzje dotyczące projektu mają lepszy wgląd w sam projekt. Dzięki dodatkowym informacjom dotyczącym czynników mających wpływ na wydajność produktu inżynierowie mogą podejmować lepsze decyzje. Mogą projektować bardziej uproszczone i zróżnicowane produkty w sposób szybszy i tańszy.

Sukces każdej strategii zależy oczywiście od użycia odpowiednich procesów i technologii przez osoby odpowiedzialne za projekt. Jeśli analizy zostaną przeprowadzone przez pracowników o

niewystarczających kwalifikacjach, nie przyniesie to wiele pożytku dla przedsiębiorstwa. W przypadku zbyt długiego i żmudnego procesu symulacji wyniki nie będą dostępne na czas, co utrudni wprowadzanie poprawek w dynamicznie zmieniających się projektach. Jeśli wybrane zostanie oprogramowanie, które jest trudne w obsłudze, pracownicy nie będą mogli efektywnie wykonywać swoich zadań. Właśnie dlatego, mimo że wiele osób popiera podstawowe założenia strategii *projektowania opartego na symulacji*, nie każdy potrafi ją skutecznie wdrożyć. Celem tej publikacji jest dostarczenie wskazówek dotyczących realizacji tej strategii.

W pierwszej części e-booka przedstawiono obserwacje z badań dotyczących zależności między niepowodzeniem prototypowania a brakiem możliwości terminowego dostarczenia lub wprowadzenia produktu na rynek. Następnie skupiono się na zadaniach wykonywanych przez profesjonalnych analityków podczas fazy weryfikacji i walidacji. W dalszej części e-booka opisano, w jaki sposób projektanci mogą przeprowadzać własne analizy w fazie projektowej. Kolejnym tematem poruszonym w e-booku jest kwestia użycia odpowiedniej technologii na potrzeby strategii. Na końcu można znaleźć podsumowanie całego e-booka.

Skuteczne rozwijanie produktów zależy od możliwości przewidywania wydajności i zarządzania nią. Strategie *projektowania opartego na symulacji* mogą w znacznym stopniu przyczynić się do sukcesu. Wymaga to jednak zastosowania odpowiednich procesów i technologii oraz wyboru właściwych pracowników.

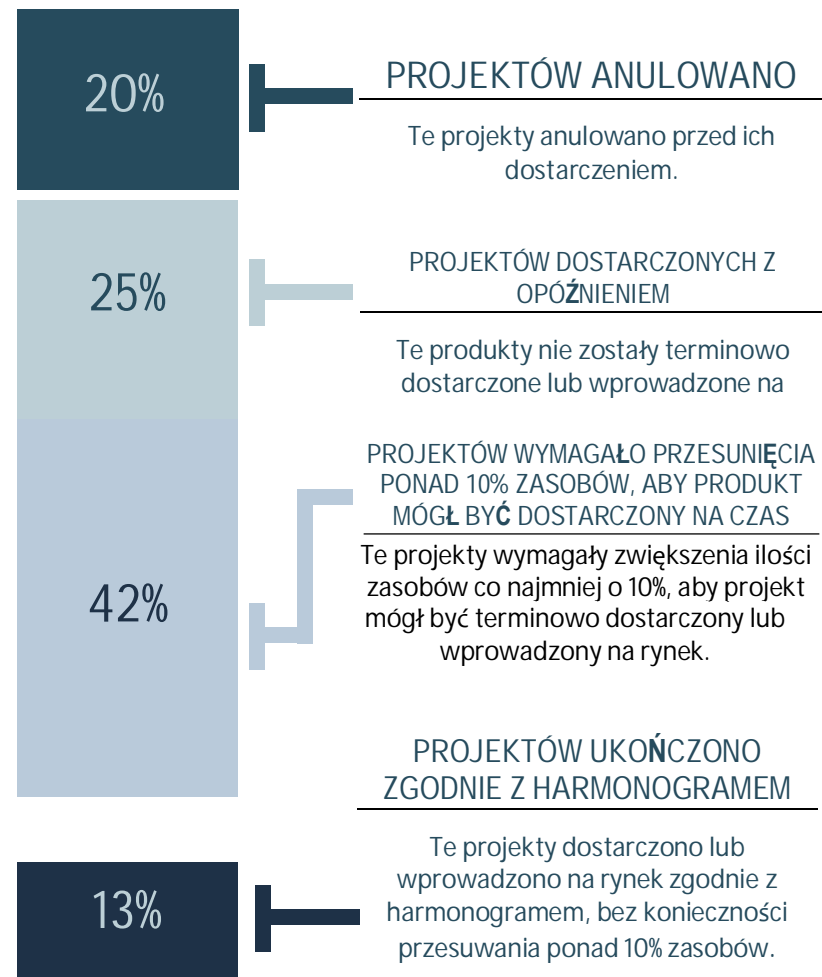
# NIEPOWODZENIE PROTOTYPOWANIA A OPÓŹNIENIE

W styczniu 2015 r. organizacja Lifecycle Insights przeprowadziła badanie pod nazwą „The PLM Study” („Badanie dotyczące zarządzania cyklem życia produktu”), które skupiało się na wydajności procesu rozwoju produktu oraz środowisku IT wykorzystywanym na potrzeby tego procesu. Oto wyniki tego badania:

- 20% wszystkich projektów anulowano.
- Kolejne 25% wszystkich produktów zostało dostarczonych lub wprowadzonych na rynek z opóźnieniem.
- 42% z nich wymagało przesunięcia ponad 10% zasobów w celu uniknięcia opóźnienia, co z kolei zakłóciło proces realizacji innych projektów.
- Tylko 13% projektów dostarczono lub wprowadzono na rynek zgodnie z harmonogramem, bez konieczności przesuwania zasobów.

Większość przedsiębiorstw zmagają się z jednym z dwóch problemów: 1) ciągle muszą anulować projekty lub opóźniać ich dostarczenie/wprowadzenie na rynek, 2) stale pracują w stanie napięcia, ponieważ muszą przesuwać zasoby między projektami, aby przestrzegać harmonogramu.

Krótkie harmonogramy i rosnąca złożoność projektów przyczyniają się oczywiście do niższej wydajności. Jednak opóźniony dostęp do informacji dotyczących wydajności produktu też nie jest tutaj bez znaczenia. Prototypowanie i testowanie odgrywają szczególnie ważną rolę w procesie rozwoju produktu, ponieważ w przypadku wielu współczesnych produktów trzeba spełnić określone wymagania dotyczące funkcjonalności. Brak zrozumienia i wglądu w wydajność produktu przekładają się na dużą liczbę niepowodzeń podczas testowania i prototypowania. Rezultatem są znaczne opóźnienia i większe koszty rozwoju produktu.



Rysunek 1: Odsetek realizacji procesów rozwoju produktu, badanie PLM Study, styczeń 2015 r., liczba respondentów: 760

Kolejną hipotezą badaną w ramach The PLM Study był ścisły związek między niepowodzeniem prototypowania i testowania a słabą wydajnością procesu rozwoju produktu. Aby sprawdzić tę zależność, osoby biorące udział w badaniu The PLM Study zostały zapytane o to, ile projektów (średnio) udało się ukończyć zgodnie z harmonogramem. Zapytano też o to, w przypadku ilu projektów (średnio) prototypy nie przeszły testów na poziomie systemu trzy lub więcej razy. Wniosek (przedstawiony na Rys. 2) jest taki, że istnieje bezpośredni związek między tym dwoma czynnikami. Ciemniejsze obszary na wykresie reprezentują największą grupę respondentów. Chodzi konkretnie o obszar od lewego dolnego do prawego górnego rogu. Tendencja jest wyraźna: im mniejsza liczba projektów z niepowodzeniem prototypowania, tym większa szansa, że zostaną ukończone w terminie. Wniosek? Powodzenie już przy pierwszym prototypowaniu i testowaniu zwiększa szansę ukończenia projektu na czas.

Oczywiście zasadnicze pytanie brzmi: jak skutecznie prototypować i testować produkt? Uzyskiwanie informacji dotyczących wydajności dopiero *podczas fazy prototypowania i testowania* to zły pomysł, ponieważ na tym etapie nie ma już zbyt dużych możliwości wprowadzenia zmian. To właśnie tutaj faza symulacji może przynieść namacalne korzyści. Jeśli symulacja jest wykorzystywana na wczesnych etapach i podczas całego procesu rozwoju produktu, mamy lepszy wgląd w projekt i w razie potrzeby możemy wprowadzić bardziej znaczące zmiany. Symulacja pozwala przejść fazę prototypowania i testowania przy mniejszej liczbie prób. To z kolei oznacza mniejsze opóźnienie i niższe koszty rozwoju produktu.

Najważniejszą kwestią (oraz głównym tematem tego e-booka) jest wdrożenie procesu symulacji wydajności produktu w najlepszy możliwy sposób, aby uniknąć wielokrotnego prototypowania i testowania.

		Średnia liczba projektów (spośród dziesięciu), które zostały ukończone w terminie		
		1 lub mniej	2 lub 3	4 lub więcej
Średnia liczba projektów (spośród dziesięciu), gdzie wystąpiły ponad 3 niepowodzenia prototypowania na poziomie systemu	1 lub mniej	10%	11%	26%
	2 lub 3	13%	24%	27%
	4 lub 5	16%	20%	18%
	6 lub 7	19%	22%	16%
	8 lub 9	42%	23%	12%

*Rysunek 2: Wykres zależności między niepowodzeniem prototypowania a ukończeniem projektu,*



# PROFESJONALNA ANALIZA PODCZAS WERYFIKACJI I WALIDACJI

Bez wątpienia symulacja i analiza są od dawna kluczowymi technologiami w branży inżynierskiej. Technologie te były zazwyczaj wykorzystywane przez profesjonalnych analityków ds. symulacji podczas fazy weryfikacji i walidacji.

## WYSPECJALIZOWANE ZDANIA WYKONYWANE PRZEZ NIEWIELKI ZESPÓŁ

Eksperti, którzy posiadają często wyższe wykształcenie inżynierskie w zakresie metod analizy, przeznaczają dużą część czasu pracy na przeprowadzanie symulacji. Ponieważ są to specjaliści, ich dostępność na rynku pracy jest ograniczona. Przedsiębiorstwa zatrudniające takich analityków ds. symulacji często wcielają ich do zespołów zajmujących się wyspecjalizowanymi usługami, które wspierają różne grupy inżynierów oraz inne działy przedsiębiorstwa.

W kontekście procesu te niewielkie zespoły ekspertów zajmują się projektem dopiero na późnym etapie cyklu, czyli w fazie weryfikacji i walidacji, i wykonują ostateczną kontrolę, zanim dział inżynierski przeznaczy fundusze na zbudowanie i przetestowanie prototypu. Celem jest tutaj wychwycenie wszelkich problemów, które mogłyby spowodować niepowodzenie, a tym samym przyczynić się do straty czasu i pieniędzy.

## PRACA WARTOŚCIOWA, ALE NIE OBEJMUJĄCA WSZYSTKIEGO

Angażowanie analityków ds. symulacji podczas fazy weryfikacji i walidacji jest bardzo ważne. Dzięki nim przedsiębiorstwo może uniknąć poważniejszych problemów, które mogłyby zaburzyć proces rozwoju produktu. Mimo że taka strategia jest korzystna, nie rozwiązuje wszystkich problemów projektowych związanych z prototypowaniem i testowaniem. Ma ona wiele wad, w tym:

- Możliwość przeprowadzenia symulacji dopiero w późnej fazie cyklu rozwoju produktu nie daje dużych możliwości wprowadzenia zmian, ponieważ wiele komponentów, złożeń i systemów jest już całkowicie gotowych.
- Ponieważ analityków ds. symulacji jest niewielu, są mocno obciążeni pracą. Oznacza to, że muszą się skupić na najważniejszych kwestiach, takich jak kluczowe komponenty strukturalne czy złożone systemy, i nie mogą poświęcić zbyt dużo czasu na standardowe projekty.
- Zespoły analityków muszą też zajmować się projektami produktów, które znajdują się już u klienta. Muszą na przykład znaleźć główną przyczynę awarii produktu, który został już dostarczony. Z tego powodu trudno jest im przeznaczyć dodatkowy czas na pracę nad projektem, który nie został jeszcze sfinalizowany.
- W odróżnieniu od porównywania różnych wariantów projektu symulacje przeprowadzone przez profesjonalnych analityków często skupiają się na tym, czy projekt zaliczy testy w zakresie wymogów dotyczących funkcjonalności.

## WNIOSEK

Profesjonalni analitycy przeprowadzający symulacje podczas fazy weryfikacji i walidacji stanowią rzeczywistą i namacalną wartość dla przedsiębiorstwa. Skupiają się oni jednak na innych problemach. Aby rozszerzyć zakres analiz, trzeba wykonać więcej symulacji we wcześniejszej fazie cyklu rozwoju.

# SYMULACJE PRZEPROWADZANE PRZEZ PROJEKTANTÓW W

Głównym sposobem rozszerzenia zakresu pracy profesjonalnych analityków podczas weryfikacji i walidacji jest zastosowanie *projektowania opartego na symulacji*. Dzięki niemu projektanci mogą przeprowadzać symulacje już podczas cyklu projektowania. Zaletą takiej strategii jest możliwość podejmowania lepszych decyzji, ponieważ inżynier projektujący dany komponent ma lepszy wgląd w jego wydajność.

## WIĘKSZA LICZBA SYMULACJI, KTÓRE SĄ PROSTSZE I BARDZIEJ UKIERUNKOWANE

Może się wydawać, że taka strategia polega po prostu na przeprowadzaniu analiz na wcześniejszym etapie projektu, ale w rzeczywistości istnieją pewne zasadnicze różnice, które należy wziąć pod uwagę:

- Tego typu symulacje są z natury ukierunkowane — w przeciwieństwie do symulacji *kończących się powodzeniem lub niepowodzeniem*, które są przeprowadzane podczas weryfikacji i walidacji. Projektant może na przykład sprawdzić, jak zastosowanie trzech żeber zamiast dwóch wpłynie na ugięcie.
- Takie analizy są zwykle mniej *złożone* niż te wykonywane podczas weryfikacji i walidacji. Często skupiają się one na poszczególnych komponentach, a nie złożeniach. Z kolei symulacje przeprowadzane przez ekspertów koncentrują się bardziej na fizyce czy interakcji między systemami.
- Takie analizy są przeprowadzane częściej niż te wykonywane podczas weryfikacji i walidacji. Jeśli zajdzie taka potrzeba, można je przeprowadzać w przypadku każdej decyzji projektowej, co zapewnia lepszy wgląd w projekt.

## WIEDZA I UMIEJĘTNOŚCI

Analizy przeprowadzane podczas *projektowania opartego na symulacji* są mniej złożone, bardziej ukierunkowane i częstsze. Jednak aby projektanci mogli przeprowadzać takie symulacje, trzeba wziąć pod uwagę pewne kwestie. Każdy, kto przeprowadza symulację mającą na celu zmianę decyzji projektowej, musi posiadać wiedzę oraz umiejętności w czterech odrębnych dziedzinach:

1. **Wykształcenie inżynierskie:** aby móc symulować wydajność i na tej podstawie podejmować decyzje projektowe, trzeba wiedzieć, co oznaczają wyniki obliczeń. Mogą one obejmować statykę, dynamikę, termodynamikę i wiele innych dziedzin inżynierskich.
2. **Zrozumienie metod obliczeniowych:** aby móc podejmować odpowiednie decyzje na podstawie danych z symulacji, trzeba rozumieć, jak działają metody służące do obliczania wyników. Jeśli nie znamy podstawowych zasad takich obliczeń, nie możemy prawidłowo zinterpretować wyników.
3. **Umiejętność obsługi oprogramowania CAD:** w przypadku projektowania opartego na symulacji jej wyniki powinny mieć odzwierciedlenie w zmianach w projekcie, a także w modelu CAD. Dana geometria modelu tworzona jest z użyciem określonych metod, aby móc oddać założenia projektowe. W rezultacie projekt należy zmodyfikować zgodnie z definicjami utworzonymi w modelu projektu.
4. **Znajomość oprogramowania do symulacji:** przeprowadzanie symulacji obejmuje takie czynności, jak definiowanie obciążeń, relacji, złożonych właściwości materiałowych itp. Wymaga to umiejętności obsługi oprogramowania wykraczającej poza aplikacje CAD.

Mimo że lista wymogów potrzebnych do wdrożenia projektowania opartego na symulacji wydaje się długa, można je spełnić dzięki wykorzystaniu odpowiednich zasobów ludzkich, procesów i technologii. Tak naprawdę istnieje duże prawdopodobieństwo, że osoby o potrzebnej wiedzy i umiejętnościach są zatrudnione w większości przedsiębiorstw z branży inżynierskiej. Aby wykorzystać tę wiedzę i umiejętności w ramach zespołu, można wdrożyć procesy i procedury. Dzięki użyciu odpowiedniej technologii poszczególni inżynierowie mogą pracować wspólnie. Podsumowując, wiele przedsiębiorstw z branży inżynierskiej może znacznie skorzystać na strategii projektowania opartego na symulacji.

## KWESTIE DOTYCZĄCE NAKŁADU PRACY

W teorii każdy plan może wydawać się dobry. Jeśli chodzi o inżynierów, ważnym czynnikiem uwzględnianym w każdej strategii projektowania opartego na symulacji jest czas.

Przeprowadzone przez Lifecycle Insights badanie [Hardware Design Engineer](#) (Projektanci sprzętu) przeprowadzone w sierpniu 2015 r. pozwoliło ustalić, na co inżynierowie przeznaczają czas pracy. W ramach tego badania przeprowadzono ankietę zawierającą pytania na temat liczby obowiązków każdego inżyniera. Badanie wykazało, że inżynierowie odpowiadali średnio za 4,4 aspektu dotyczącego projektu, w tym za opracowywanie dokumentacji technicznej, zarządzanie wymogami, podejmowanie decyzji projektowych czy przewidywanie wydajności produktu. Wykazano też, że inżynierowie odpowiadali średnio za 2,9 bardziej zaawansowanego aspektu dotyczącego projektu, w tym za zarządzanie projektem, relacje z klientami czy zarządzanie dostawcami. Nie trzeba chyba dodawać, że współcześni inżynierowie są mocno obciążeni pracą.

Jest to kolejna kwestia, którą trzeba wziąć pod uwagę podczas planowania strategii projektowania opartego na symulacji. Ma to wpływ na sposób interakcji między poszczególnymi rolami, a także na rodzaj technologii, której trzeba użyć.

## WNIOSEK

Wdrożenie strategii projektowania opartego na symulacji, w ramach której inżynierowie przeprowadzają własne analizy, aby móc podejmować lepsze i bardziej świadome decyzje, to naturalne uzupełnienie symulacji przeprowadzanych podczas weryfikacji i walidacji. Jeśli taka strategia jest realizowana z uwzględnieniem odpowiednio dobranych zasobów ludzkich, procesów i technologii, może się wiązać ze znacznymi korzyściami dla przedsiębiorstwa.

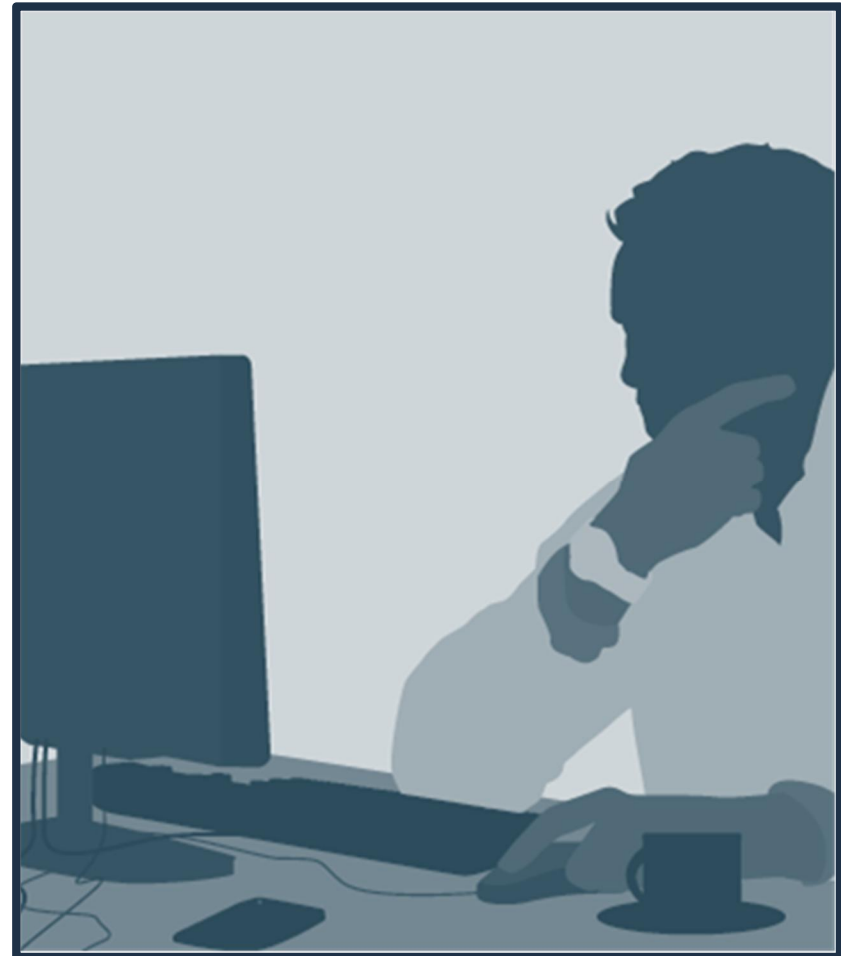


## WYBÓR ODPOWIEDNICH ROZWIĄZAŃ SYMULACJI DLA

Strategia projektowania opartego na symulacji może mieć bardzo duży, pozytywny wpływ na przedsiębiorstwo. Jednak skuteczne wdrożenie takiej strategii wymaga odpowiedniego planowania w zakresie zasobów ludzkich, procesów i technologii. W kontekście technologii dowolne rozwiązanie symulacji, które może odciążyć zapracowanych inżynierów, musi mieć poniższe cechy.

- Integracja z aplikacjami CAD: inżynierowie mogą poznać alternatywne rozwiązania projektowe w aplikacjach CAD. Procedura przenoszenia geometrii projektu z aplikacji CAD do aplikacji CAE musi być prosta. Co więcej, w przypadku modyfikacji geometrii projektu w aplikacji CAD zmiany muszą zostać zsynchronizowane w aplikacji CAE.
- Łatwa nauka: ponieważ inżynierowie nie mogą przeznaczyć zbyt wiele czasu na symulacje, wykorzystywane przez nich rozwiązania CAE muszą być łatwe w obsłudze. Oznacza to, że powinny mieć uproszczony interfejs, który nie przytłacza użytkownika ogromem funkcji dostępnych w zaawansowanych aplikacjach CAE. Wiąże się to również z zastosowaniem interfejsów znanych z innych aplikacji, co pozwala szybko rozpocząć pracę.
- Zautomatyzowane tworzenie siatek wysokiej jakości: aby inżynierowie nie musieli samodzielnie zajmować się zaawansowaną analizą, każde wykorzystywane rozwiązanie symulacji musi mieć funkcję automatycznego tworzenia siatek wysokiej jakości, która generuje dokładne wyniki.

W tym przypadku kluczowy jest wybór odpowiedniej technologii. Jak wspomniano wcześniej, w dzisiejszych czasach inżynierowie są obciążeni wieloma obowiązkami, a przeprowadzanie symulacji wymaga dużej wiedzy oraz szeregu umiejętności. Zastosowanie odpowiedniej technologii może mieć tutaj duże znaczenie.



## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Zarządzanie wydajnością produktu jest kluczowym aspektem każdego procesu rozwoju produktu. Dzięki symulacji można uzyskać wgląd w wydajność produktu na wielu etapach rozwoju. Strategie projektowania opartego na symulacji pozwalają uzyskać lepszy wgląd w wydajność, dzięki czemu inżynierowie mogą podejmować lepsze decyzje projektowe.

### BADANIE: NAJWAŻNIEJSZE KWESTIE POZWALAJĄCE TRZYMAĆ SIĘ HARMONOGRAMU

Dwie obserwacje płynące z badania PLM Study przeprowadzonego przez Lifecycle Insights przedstawiają zależność między niepowodzeniem prototypowania a możliwością terminowego dostarczenia lub wprowadzenia produktu na rynek.

- Tylko 13% wszystkich rozwijanych produktów zostało dostarczonych lub wprowadzonych na rynek zgodnie z harmonogramem. Zdumiewa odsetek projektów, w których w celu spełnienia wymogów harmonogramu konieczne było przesunięcie ponad 10% zasobów — takich projektów było aż 43%.
- Obserwacje wykazują korelację liniową między projektami z co najmniej trzema niepowodzeniami prototypowania na poziomie systemu a mniejszą szansą na ukończenie projektu na czas. Z kolei w przypadku projektów, w których wystąpiło maksymalnie jedno niepowodzenie prototypowania na poziomie systemu, istnieje o wiele większa szansa na ukończenie w terminie.

Patrząc z perspektywy procesu rozwoju, wiele firm ma kłopot z dostarczaniem produktów na czas. Przedsiębiorstwa, które dążą do zminimalizowania liczby niepowodzeń prototypowania, mają o wiele większą szansę na terminowe dostarczenie lub wprowadzenie produktu na rynek.

### WDRAŻANIE STRATEGII PROJEKTOWANIA OPARTEGO NA SYMULACJI

Profesjonalni analitycy są bardzo przydatni podczas procesu rozwoju, ponieważ weryfikują wydajność, zanim jeszcze zostaną zbudowane prototypy. Takich ekspertów jest jednak niewielu i skupiają się oni na wyspecjalizowanych i bardziej złożonych symulacjach. Ponadto zaczynają pracę już na bardzo późnym etapie projektowania, kiedy nie można już wprowadzić zbyt wielu zmian.

Z drugiej strony inżynierowie mogą przeprowadzać prostsze i bardziej ukierunkowane analizy w fazie szczegółowego projektowania, a wyniki tych analiz można wykorzystać do podejmowania lepszych decyzji. Umożliwienie inżynierom przeprowadzania tego typu symulacji oznacza, że przedsiębiorstwo musi poradzić sobie z wyzwaniami związanymi z zaangażowaniem zasobów z odpowiednimi umiejętnościami i wiedzą oraz zaplanowaniem nakładu pracy. Technologie, dzięki którym inżynierowie mogą sami przeprowadzać symulacje, wymagają integracji z aplikacjami CAD, muszą być łatwe w obsłudze, a także oferować funkcję automatycznego tworzenia siatek wysokiej jakości.

Strategia projektowania opartego na symulacji to duża korzyść dla przedsiębiorstwa. Aby osiągnąć sukces, firmy muszą zatrudnić odpowiednie osoby oraz wdrożyć odpowiednie procesy i technologie.

© 2016 LC-Insights LLC



Chad Jackson to analityk, researcher i blogger w [Lifecycle Insights](#), który interesuje się technologiami wykorzystywanymi w inżynierii, w tym CAD, CAE, PDM i PLM. [chad.jackson@lifecycleinsights.com](mailto:chad.jackson@lifecycleinsights.com)

# STATYSTYKI W BADANIU THE PLM STUDY

## THE PLM STUDY

Badanie [The PLM Study](#) skupiało się na zakresie wykorzystania rozwiązań do zarządzania cyklem życia produktu (PLM), a także ich wpływem na poprawę wydajności pracy.

W pierwszych dwóch tygodniach stycznia 2015 r. organizacja Lifecycle Insights przeprowadziła ankietę wśród 760 respondentów dotyczącą wydajności pracy oraz wykorzystania technologii związanych z PLM, w tym zarządzania danymi, automatyzacji projektowania i procesów, udostępniania danych i współpracy oraz tworzenia raportów i wychwytywania błędów.

Całkowita liczba respondentów wyniosła 760. Wnioski z tego badania zostały wyciągnięte na podstawie odpowiedzi podgrupy respondentów, czyli 459 osób, które były bezpośrednio związane z łańcuchem dostaw w ramach rozwoju produktu. Nie uwzględniono odpowiedzi udzielonych przez dostawców oprogramowania i usług oraz podmiotów zajmujących się integracją systemów.

Respondenci, którzy wzięli udział w ankiecie, byli związani z różnymi branżami, w tym: 29% — maszyny przemysłowe, 28% — przemysł lotniczy i obronny, 22% — motoryzacja, 17% — medycyna i branża biologiczna, 16% — technologia/elektronika. Respondenci nie byli jednak związani tylko z jedną branżą. 35% osób zaznaczyło, że jest związana z więcej niż jedną branżą.

Wyniki ankiet na potrzeby tego badania pochodzą z następujących obszarów geograficznych: 69% — Ameryka Północna, 13% — Azja, 12% — Europa oraz 4% — Australia i Nowa Zelandia, Ameryka Południowa, Afryka i Bliski Wschód.

## BADANIE HARDWARE DESIGN ENGINEER'S STUDY

Badanie [Hardware Design Engineer's Study](#) miało na celu analizę zależności między cechami i charakterystyką inżyniera a wynagrodzeniem i wykorzystaniem technologii.

W dniach 7–12 sierpnia 2015 r. organizacja Lifecycle Insights przeprowadziła ankietę wśród 354 respondentów dotyczącą zależności między najważniejszymi cechami i charakterystyką inżynierów, które są najbardziej związane z wykorzystaniem technologii oraz wyższym wynagrodzeniem.

Całkowita liczba respondentów to 354. Wnioski z tego badania zostały wyciągnięte na podstawie odpowiedzi podgrupy respondentów, czyli 251 osób, z wykluczeniem dostawców oprogramowania i usług oraz podmiotów zajmujących się integracją systemów.

Respondenci byli związani z różnymi branżami. Wśród respondentów biorących udział w badaniu największy odsetek stanowiły osoby z następujących branż: 33% — maszyny przemysłowe, 31% — usługi inżynieryjne, 28% — przemysł lotniczy i obronny, 25% — motoryzacja, 21% — produkty konsumenckie. Respondenci nie byli jednak związani tylko z jedną branżą. 42% osób zaznaczyło, że jest związana z więcej niż jedną branżą.

Respondenci biorący udział w badaniu są zatrudnieni w przedsiębiorstwach osiągających wysokie przychody, w tym: 57% — firmy z przychodami mniejszymi niż 100 milionów USD, 23% — firmy z przychodami od 100 milionów do 1 miliarda USD oraz 20% — firmy z przychodami większymi niż 1 miliard USD.