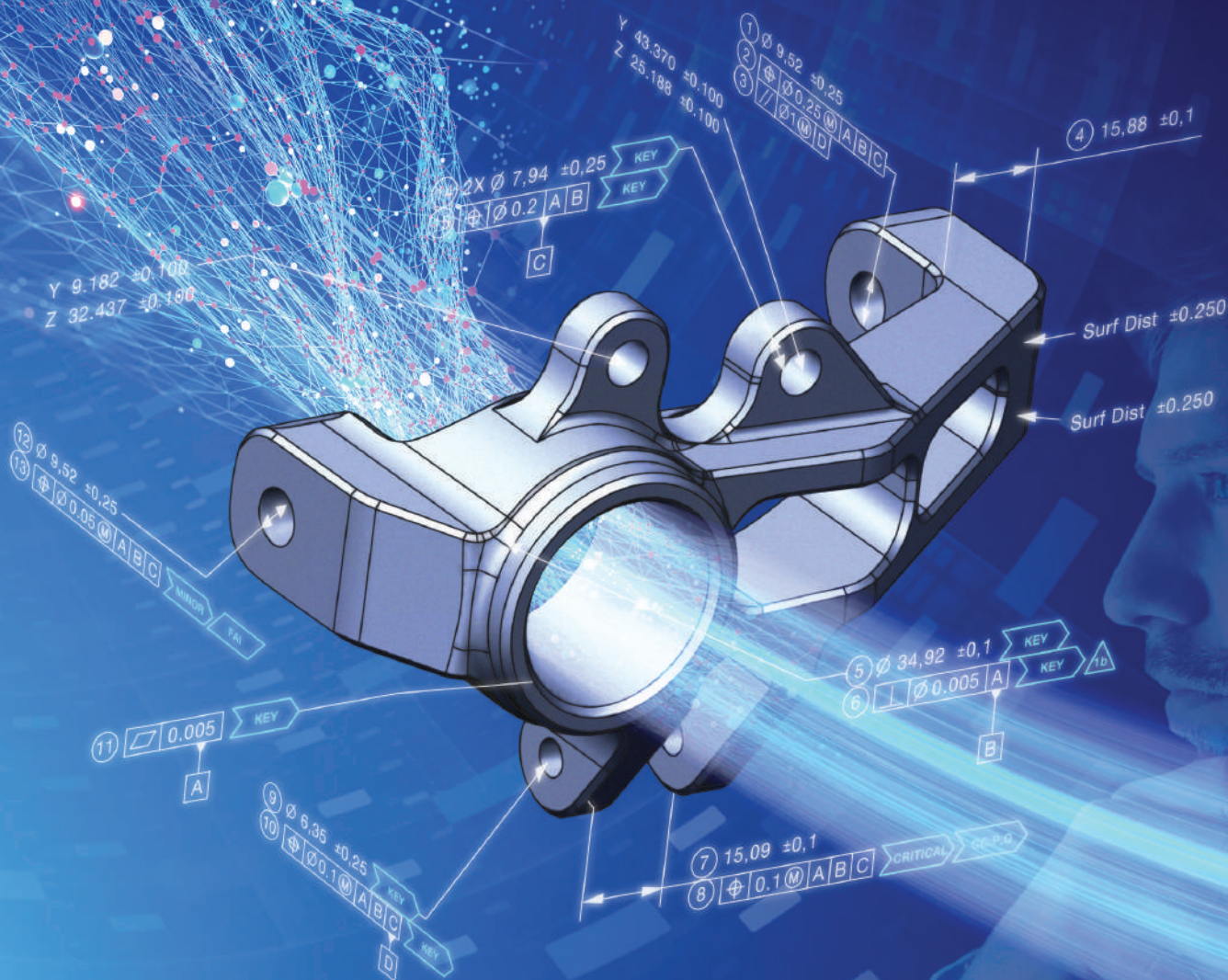




BROSZURA INFORMACYJNA

Cyfryzacja wymagań wymiarowych dla inteligentniejszej produkcji





Wprowadzenie

Tworzenie nowego produktu to coś więcej niż tylko definiowanie jego trójwymiarowego kształtu. Ponieważ rzeczywistość nigdy nie pokrywa się dokładnie z zamierzeniami, **zespół projektowy** musi dostarczać specyfikacje wymiarowe do modeli 3D dla zespołów późniejszych etapów produkcji. **Zespół produkcyjny** potrzebuje dokładnych geometrii 3D i charakterystyk, aby określić procesy wytwarzania i zdefiniować ich specyfikacje. Z kolei **zespół kontroli jakości** potrzebuje odniesień do mierzenia wyprodukowanych elementów i ustalenia, czy spełniają one wymagania projektowe i produkcyjne. Dokładna informacja zwrotna od zespołu kontroli jakości na temat wadliwych części pomaga zespołowi produkcyjnemu dokonać niezbędnych korekt. Oczywiście, **sprawny przepływ informacji** do i z działu kontroli jakości jest kluczowym czynnikiem w utrzymaniu jakości produktu.

Każda firma ma własną metodę dzielenia się wymaganiami wymiarowymi poprzez zawieranie ich w modelach CAD, informacjach o wytwarzaniu produktu (PMI), plikach z wartościami rozdzielonymi przecinkami (CSV), rysunkach 2D, list cech do pomiaru i wielu innych. Po ich otrzymaniu, zespół kontroli jakości poświęca cenny czas na wyszukiwanie potrzebnych informacji, tłumaczenie i dostosowywanie zamierzeń projektowych do swoich procesów i platform oprogramowania, starając się **unikać błędów transkrypcji i interpretacji**. Gdy wprowadzane są zmiany projektu, należy wdrożyć nadzwyczajne wysiłki, aby **prawidłowo zaktualizować procesy kontroli jakości oraz dokumentację**, w tym programy CNC CMM i sekwencje inspekcji. Bez efektywnego i niezawodnego systemu wymiany informacji, błędy i koszty z pewnością wzrosną.



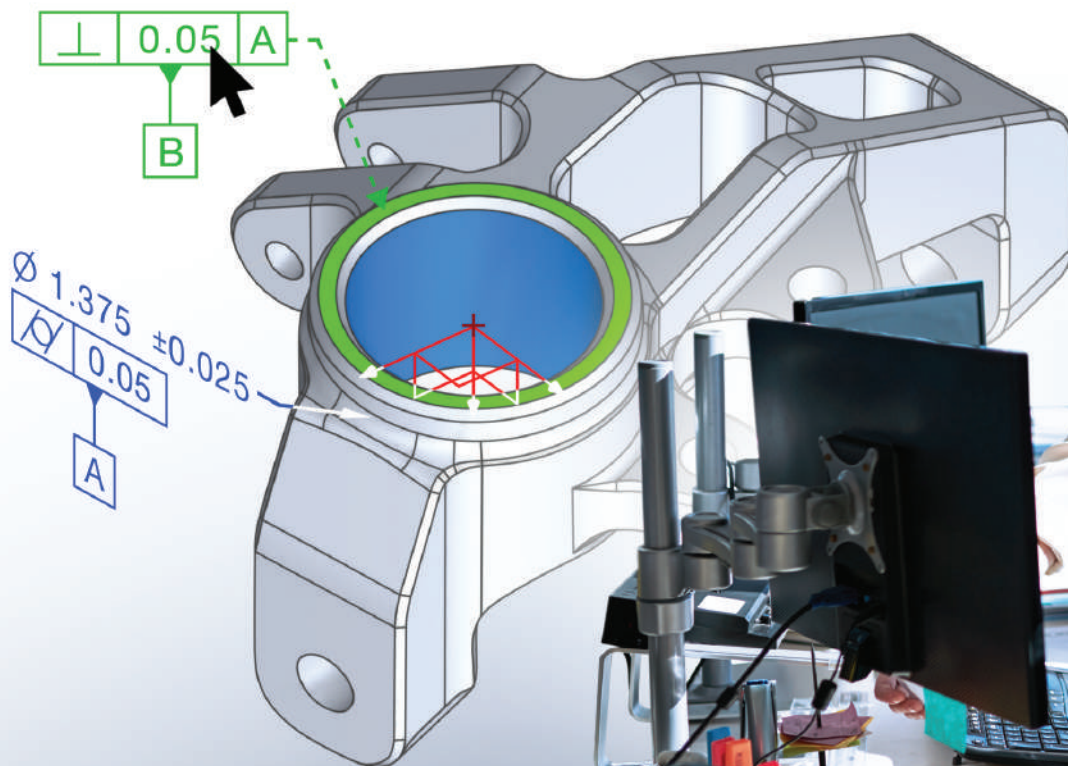
Niniejsza broszura przygląda się dwóm głównym metodom stosowanym obecnie przez organizacje do dzielenia się wymaganiami wymiarowymi i produkcyjnymi z zespołami kontroli jakości. Podkreśla również mocne strony, problemy i ograniczenia tych podejść. Wyjaśnia, jak cyfryzacja tego procesu rozwiązuje istniejące niedociągnięcia, znacząco poprawiając efektywność oraz przekształcając to kluczowe zadanie z obciążenia w korzyść.



Podstawy planowania pomiarów 3D

Przede wszystkim, przyjrzyjmy się sprawie z szerszej perspektywy. Do **przekazywania wymagań wymiarowych** z zespołów projektowych i produkcyjnych do zespołu pomiarów 3D, organizacje produkcyjne używają narzędzia komunikacyjnego zwanego planem inspekcji wymiarowej, czyli planem pomiarów 3D. Ten plan określa, **co należy zmierzyć i w jaki sposób powinno to być zmierzone**. Typowy plan pomiarów 3D zawiera zazwyczaj:

- Wymagania projektowe, takie jak geometryczne tolerancje wymiarowe (GD&T), standardowe wymiary oraz niestandardowe kontrolki;
- Wymagania produkcyjne, obejmujące lokalizację cech, odchyłki powierzchni i krawędzi;
- Odniesienia do geometrii 3D lub wyraźne definicje obiektów pomiarowych;
- Dodatkowe atrybuty wspierające procesy wewnętrzne, takie jak numeracja wymiarów, klasyfikacja krytyczności oraz informacje o wprowadzanych zmianach projektowych.

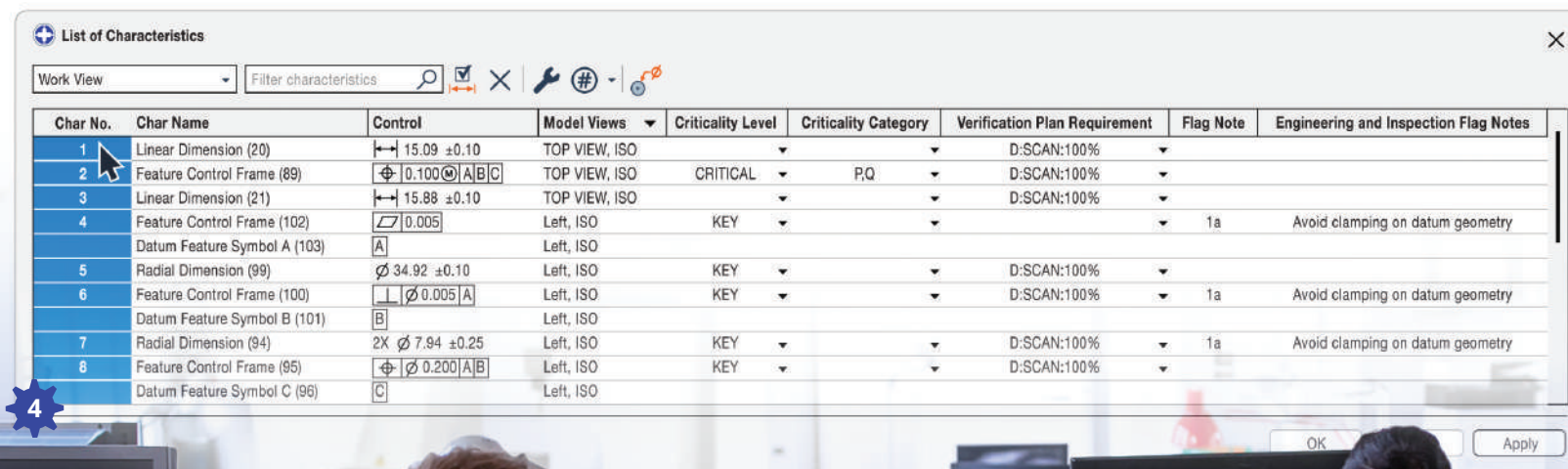


W celu zapewnienia identyfikowalności i ułatwienia komunikacji, do każdej kluczowej informacji często przypisywany jest niepowtarzalny identyfikator liczbowy w postaci znaczników.

To, co różni jedną organizację od drugiej, to **sposób, w jaki tworzony jest plan pomiarów 3D**, oraz jego poziom **przyjazności dla użytkownika oraz zespołów późniejszych etapów produkcji**.

Dodatkowo, czas i wysiłek wymagany od zespołów produkcyjnych i kontroli jakości na **integrację, komunikację i zastosowanie nowej zmiany projektowej** mogą znacznie różnić się między poszczególnymi przedsiębiorstwami.

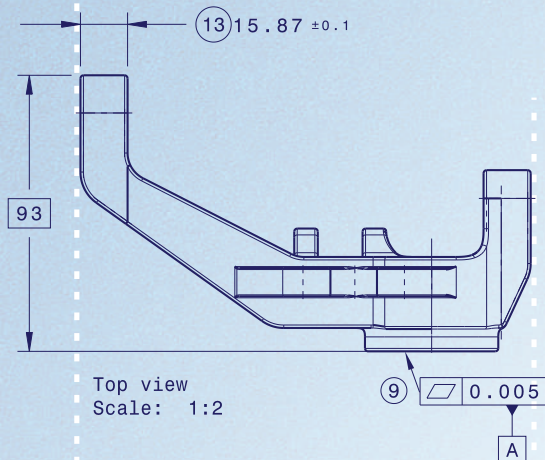
4



Char No.	Char Name	Control	Model Views	Criticality Level	Criticality Category	Verification Plan Requirement	Flag Note	Engineering and Inspection Flag Notes
1	Linear Dimension (20)	15.09 ± 0.10	TOP VIEW, ISO			D:SCAN:100%		
2	Feature Control Frame (89)	$\phi 0.100 \text{ A B C}$	TOP VIEW, ISO	CRITICAL	P,Q	D:SCAN:100%		
3	Linear Dimension (21)	15.88 ± 0.10	TOP VIEW, ISO			D:SCAN:100%		
4	Feature Control Frame (102)	$\square 0.005$	Left, ISO	KEY			1a	Avoid clamping on datum geometry
	Datum Feature Symbol A (103)	A	Left, ISO					
5	Radial Dimension (99)	$\phi 34.92 \pm 0.10$	Left, ISO	KEY		D:SCAN:100%		
6	Feature Control Frame (100)	$\perp \phi 0.005 \text{ A}$	Left, ISO	KEY		D:SCAN:100%	1a	Avoid clamping on datum geometry
	Datum Feature Symbol B (101)	B	Left, ISO					
7	Radial Dimension (94)	$2X \phi 7.94 \pm 0.25$	Left, ISO	KEY		D:SCAN:100%	1a	Avoid clamping on datum geometry
8	Feature Control Frame (95)	$\phi \phi 0.200 \text{ A B}$	Left, ISO	KEY		D:SCAN:100%		
	Datum Feature Symbol C (96)	C	Left, ISO					

Planowanie pomiarów 3D z wykorzystaniem rysunków 2D

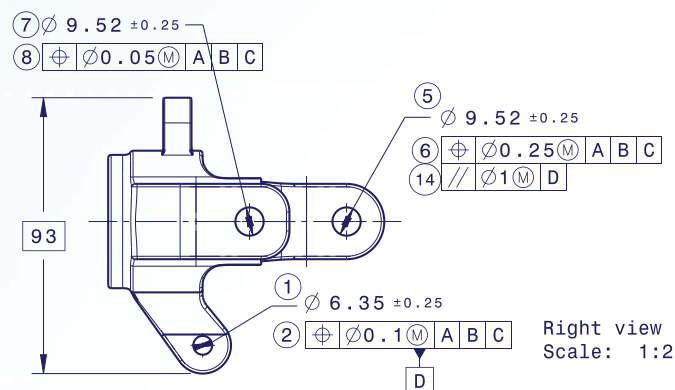
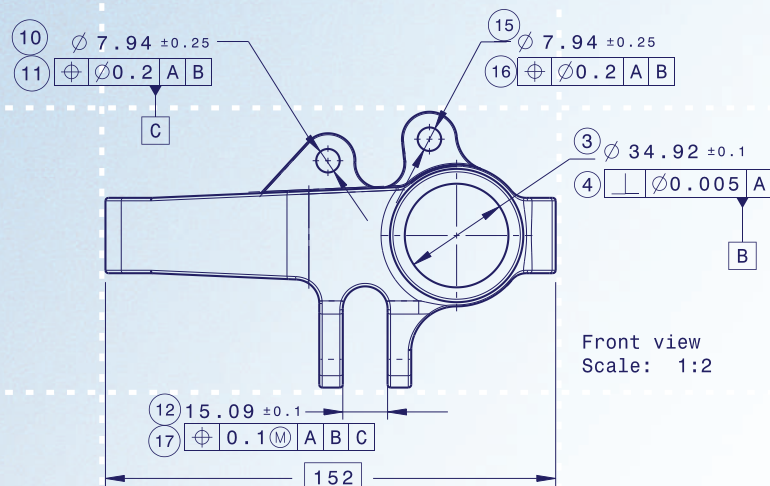
Kompletny opis wymagań projektowych i produkcyjnych z czasów, gdy procesy cyfrowe nie były jeszcze dostępne.



Wiele organizacji produkcyjnych używa rysunków 2D do komunikowania **trójwymiarowych wymagań** swoim zespołom inspekcji pomiarów 3D. Rysunki 2D są również często wykorzystywane do tworzenia dokumentacji legalizacyjnej. Składają się z wielu widoków 2D, utworzonych z trójwymiarowego modelu części, i zawierają wymagania wymiarowe detalu na każdym z widoków.

Na tych rysunkach 2D, **wymagania projektowe**, takie jak GD&T i wymiary, są reprezentowane za pomocą elementów graficznych, takich jak tekst, symbole, odległości i kąty. Te elementy graficzne są dołączane do lokalizacji na rysunku, aby wskazać, gdzie należy dokonać pomiarów. Dodatkowe atrybuty są często dołączane w formie uwag.

Rysunki 2D zawierają również **wymagania produkcyjne**. Na przykład, symbole X, Y, Z dostarczają współrzędnych dla indywidualnych wymagań kontrolowanych charakterystyk. Tabele zawierające listy współrzędnych 3D mogą być również używane do wskazania kluczowych miejsc, które mogą wymagać korekt.

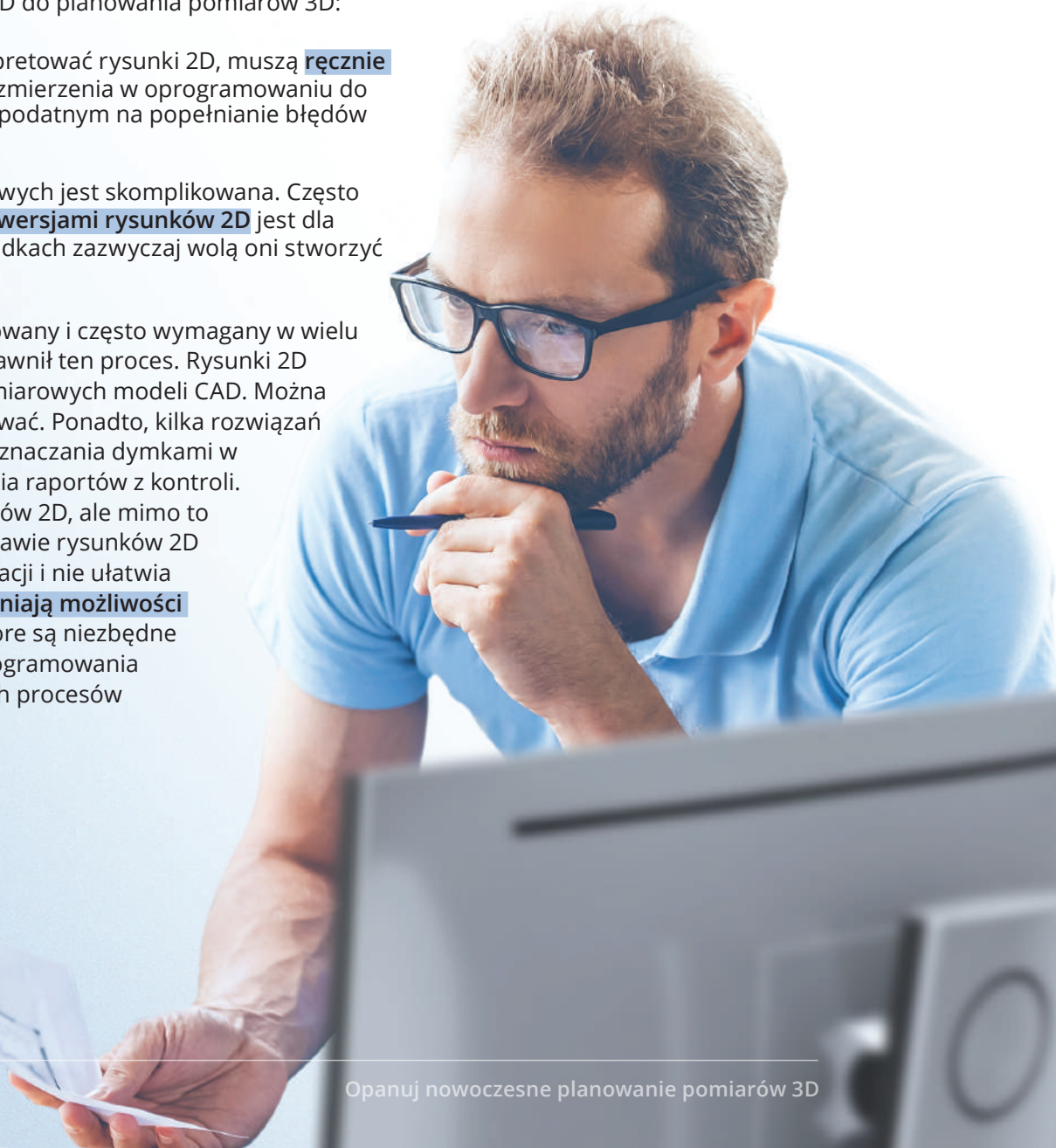


Gdy zespoły pomiarów 3D otrzymują rysunki 2D, otwierają swoje oprogramowanie do inspekcji 3D, **czytają i interpretują każdy rysunek 2D**, a następnie tworzą obiekty i wymiary, które muszą zostać zmierzone. W początkach rysunków 2D były one drukowane na dużych arkuszach papieru, często w skali 1:1. Specjaliści ds. pomiarów używali pieczętek kontrolnych do tworzenia oznaczeń mierzonych charakterystyk i ręcznego przypisywania numerów każdemu zmierzonemu wymiarowi.

Istnieją dwie główne wady stosowania rysunków 2D do planowania pomiarów 3D:

- Specjaliści od pomiarów 3D, którzy muszą interpretować rysunki 2D, muszą **ręcznie określić i stworzyć** geometrię oraz wymiary do zmierzenia w oprogramowaniu do inspekcji 3D, co jest procesem czasochłonnym i podatnym na popełnianie błędów oraz pomyłek interpretacyjnych.
- Ponadto, integracja koniecznych zmian projektowych jest skomplikowana. Często **identyfikacja różnic między nowymi a starymi wersjami rysunków 2D** jest dla zespołów pomiarów 3D trudna. W takich przypadkach zazwyczaj wolą oni stworzyć swój projekt inspekcji 3D od nowa.

Proces rysowania 2D jest nadal powszechnie stosowany i często wymagany w wielu branżach.. Oczywiście rozwój technologiczny usprawnił ten proces. Rysunki 2D mogą być teraz tworzone automatycznie z trójwymiarowych modeli CAD. Można je również zapisywać w plikach PDF zamiast drukować. Ponadto, kilka rozwiązań programowych wprowadziło proces wirtualnego oznaczania dymkami w celu cyfrowego numerowania wymiarów i tworzenia raportów z kontroli. Te zmiany usprawniły proces wykonywania rysunków 2D, ale mimo to przygotowywanie projektów inspekcji 3D na podstawie rysunków 2D nadal wymaga interpretacji, a także ręcznych operacji i nie ułatwia zarządzania rewizjami CAD. **Rysunki 2D nie zapewniają możliwości cyfrowego dokumentowania i współdziałania**, które są niezbędne do przekazywania informacji technicznych do oprogramowania do inspekcji 3D i wdrażania skutecznych, cyfrowych procesów planowania pomiarów 3D.





Definicja Oparta na Modelu (MBD) to nowatorskie podejście do tworzenia trójwymiarowych modeli CAD, tak aby kompleksowo zawierały one wszystkie dane techniczne potrzebne do określenia kształtu, dopasowania i funkcji produktu na przestrzeni całego jego cyklu życia. Rdzeń MBD to **cyfrowo opisany model CAD w 3D**, stworzony w oprogramowaniu CAD, który obejmuje geometrię 3D, informacje o produkcji detalu, metadane i inne dane projektowe lub produkcyjne. W podejściu MBD, trójwymiarowy model CAD staje się **jedynym źródłem wiarygodnych informacji** dla wszystkich zainteresowanych stron, co eliminuje potrzebę stosowania rysunków 2D w tym procesie.

Znaczącą zaletą technologii MBD jest to, że gdy **specyfikacje produktu są powiązane z geometrią CAD**, mogą być one **automatycznie aktualizowane** w momencie modyfikacji modelu CAD. Oznacza to, że cała treść planu pomiarowego 3D będzie zawsze zsynchronizowana z danymi CAD w oprogramowaniu CAD, a wykorzystanie planów pomiarowych 3D przez oprogramowanie do kontroli 3D może być zautomatyzowane, co oszczędza czas i eliminuje błędy ludzkie. Choć podejście to wygląda bardzo obiecująco, posiada pewne wady.

Informacje dotyczące wytwarzania produktu (PMI) to natywna technologia oprogramowania CAD wykorzystywana w ramach podejścia MBD do przekazywania wymagań projektowych zespołowi produkcyjnemu w celu wytworzenia komponentów i podzespołów produktu. Dzięki PMI, inżynierowie mogą tworzyć wymagania projektowe, takie jak trójwymiarowe wymiary, GD&T, określić wytyczne dotyczące wykończenia powierzchni, określić wymagania materiałowe i zawrzeć inne uwagi oraz korelować te wymagania z odpowiednią geometrią trójwymiarową CAD.



Dzięki bezpośredniemu powiązaniu między wymaganiami wymiarowymi a geometrią modelu 3D, która cyfrowo odwzorowuje pewne możliwości rysunków 2D, technologia PMI umożliwia oprogramowaniu do kontroli 3D **importowanie modeli części opartych na CAD i automatyzację tworzenia obiektów i wymiarów** wymagających zmierzenia, zmniejszając liczbę wymaganych operacji ręcznych i eliminując potrzebę interpretowania rysunków 2D.



Ponieważ jednak technologia **PMI nie została stworzona po to, aby spełniać wszystkie wymagania** aplikacji pomiarowych 3D, można zidentyfikować trzy główne ograniczenia związane z planowaniem pomiarów:

→ Wiele rodzajów wymagań potrzebnych zwykle do analizy wymiarowej w produkcji, nie można zdefiniować za pomocą natywnego zestawu narzędzi do wymiarowania PMI i muszą być one tworzone w oprogramowaniu do kontroli 3D. Przykłady:

- odchyłki powierzchni i krawędzi w kluczowych miejscach,
- wymiary specjalistyczne, na przykład profile aerodynamiczne,
- konstrukcyjne wymiary geometryczne, tj. z geometrycznymi zależnościami pomiarowymi,
- wymiary powiązane z określonymi układami współrzędnych.

8

→ Chociaż PMI pomaga w cyfryzacji tworzenia początkowych planów pomiarów 3D, zarządzanie zmianami pozostaje niewydajne. PMI aktualizuje się automatycznie w oprogramowaniu CAD, gdy zmienia się geometria modelu CAD. Jednak oprogramowanie do kontroli 3D nie jest w stanie automatycznie ustalić, jakie zmiany zaszyły podczas importowania nowej wersji modelu CAD. To sprawia, że wielu metrologów decyduje się na tworzenie swojego projektu inspekcji 3D od podstaw.

→ PMI zawierające wymagania procesowe, reguły i inne dodatkowe dane nie może być łatwo interpretowane przez oprogramowanie do inspekcji 3D i wymaga ręcznych poprawek, aby zostało wdrożone zgodnie z intencją.

Z powodu tych ograniczeń, oprogramowanie do inspekcji 3D może uzyskać tylko **częściowe plany pomiarów 3D z obecnych modeli CAD MBD**, co wymaga dalszej, ręcznej analizy przez zespół kontroli jakości, co jest żmudnym zadaniem, tożsamym z implementacją pomiarów z rysunków 2D.

Automatyzacja wykorzystania wymagań projektowych dzięki technologii **PMI w oprogramowaniu CAD przyspiesza tworzenie pierwszej wersji projektu** inspekcji 3D. Wciąż jednak brakuje kluczowych rozwiązań, które pozwoliłyby na stworzenie cyfrowego procesu planowania pomiarów 3D, który mógłby w pełni zastąpić metody oparte na rysunkach 2D.

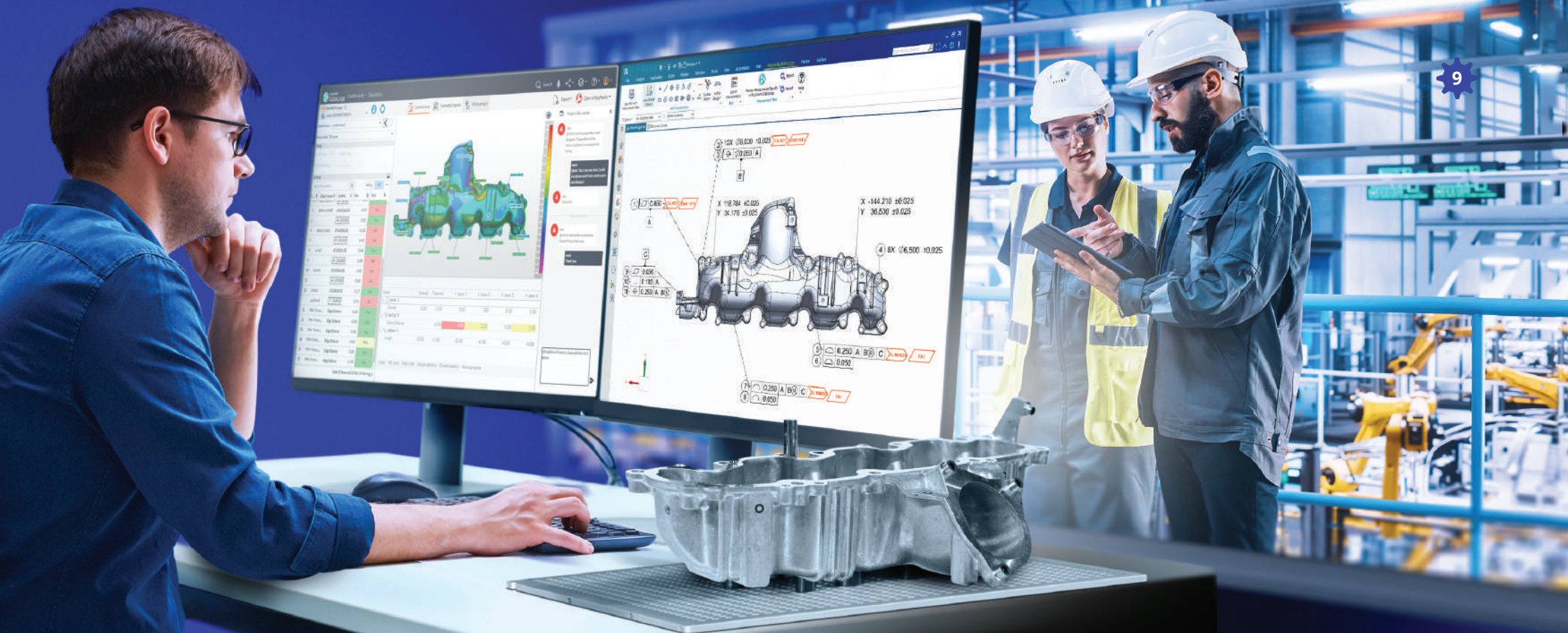
Skoro MBD niesie ze sobą duże nadzieje związane z dostarczaniem rozbudowanych modeli 3D do całej organizacji, uwzględniając rosnącą złożoność systemów z semantyczną interoperacyjnością, czy można przezwyciężyć jego obecne ograniczenia?



Rozwiązanie definicji opartej na modelu dostosowane do planowania pomiarów 3D

Nowoczesne rozwiązanie do definiowania wszystkich wymagań projektowych, produkcyjnych i wewnętrznych procesów inspekcji 3D bezpośrednio w oprogramowaniu CAD, z kompleksową cyfrową dokumentacją procesu

Firma InnovMetric zaprojektowała rozwiązanie **PolyWorks® MBD**, które zapewnia technologie wymagane do cyfryzacji całego procesu planowania pomiarów 3D: od tworzenia planów pomiarów 3D opartych na CAD, które **integrują wszystkie wymagania wymiarowe**, po **automatyzację wykorzystania modeli CAD MBD** wraz z ich powiązаныmi planami pomiarów 3D w oprogramowaniu do kontroli 3D.





Wychodząc naprzeciw niedoskonałościom natywnej technologii PMI i ograniczeniom cyfrowej dokumentacji w podejściu MBD, InnovMetric oferuje **rozszerzenia PolyWorks dla platform CAD** do definiowania **kompletnych planów pomiarowych 3D powiązanych z geometrią CAD i poszerzania modeli CAD o cyfrową dokumentację procesu**, dzięki czemu użytkownicy mogą:



- Ustawić specjalistyczne wymagania wymiarowe i powiązać je z różnymi układami współrzędnych;
- Definiować PMI dla konstrukcji geometrycznych;
- Przejrzeć, uporządkować i uzupełnić zestawienia cech o wymagania procesowe i inspekcyjne;
- Aktualizować plany pomiarów 3D automatycznie w oprogramowaniu do inspekcji 3D.

Wdrożenie **cyfrowego procesu planowania pomiarów 3D** opartego na PolyWorks MBD przez zespoły projektowe, produkcyjne i jakościowe ma kilka godnych uwagi aspektów:

- Ponieważ **wszystkie wymagania zdefiniowane przez rozwiązanie PolyWorks MBD są tworzone przy użyciu natywnej technologii CAD PMI**, plany pomiarowe 3D mogą być analizowane w dowolnej przeglądarce CAD/PLM, udostępniane w neutralnych formatach plików i przetwarzane cyfrowo przez kolejne aplikacje oparte na CAD/CAM.
- Cyfrowa dokumentacja procesu jest osadzona w wymaganiach wymiarowych i modelu CAD, zapewniając **możliwość aktualizacji planów pomiarowych 3D w oprogramowaniu do kontroli 3D**, umożliwiając śledzenie projektów kontroli 3D zbudowanych na podstawie danego modelu CAD i planu pomiarowego 3D.
- Użytkownicy CAD i PLM mogą teraz jednym kliknięciem **uzyskać dostęp do danych pomiarowych 3D i cyfrowych bliźniaków mierzonych detali**, wraz z wynikami kontroli wymiarowej dowolnej części – taka pętla informacyjna generuje nowy i niesamowicie wydajny proces udoskonalania produktu.

Bądź częścią tej cyfrowej rewolucji

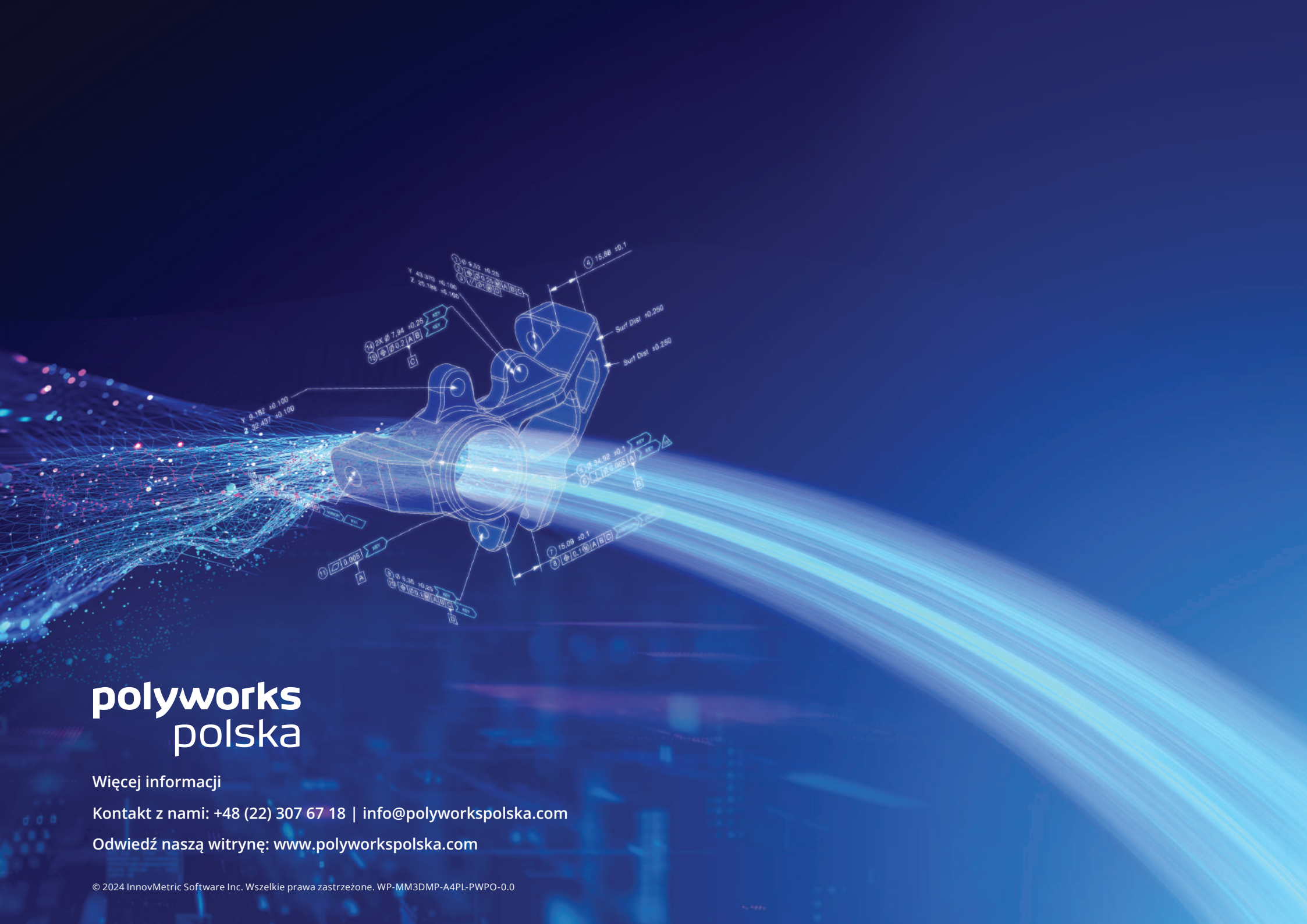
Opanowanie nowoczesnego planowania pomiarów 3D i uzyskanie kompleksowego cyfrowego planu pomiarów 3D są kluczowymi atutami w poprawie produktywności i **cyfrowej współpracy między zespołami inżynieryjnymi, produkcyjnymi i jakościowymi**.

W InnovMetric wierzymy, że wdrożenie cyfrowego procesu planowania pomiarów 3D powinno być częścią planu cyfrowej transformacji każdego przedsiębiorstwa produkcyjnego. Zrezygnuj z częściowo zautomatyzowanego, a częściowo ręcznego podejścia na rzecz w pełni zintegrowanego cyfrowego planu pomiarów 3D, **który eliminuje straty czasu i zapewnia spójny, szeroki dostęp do bezcennych danych pomiarowych**. Z cyfrowym planowaniem pomiarów 3D PolyWorks MBD, rozpoczęła się nowa era **cyfrowej współpracy między oprogramowaniem CAD a oprogramowaniem do inspekcji 3D**. Potencjalne słabe ogniwa są eliminowane u ich źródła, co stanowi podstawę do zwiększenia produktywności i dokładności.

Zapewnienie efektywności planowania pomiarów 3D i wyników nie jest już sprawą skomplikowaną ani obciążeniem.

Kompleksowe cyfrowe planowanie pomiarów 3D jest teraz dostępne dla wiodących platform CAD. Skorzystaj z tego nowatorskiego, przyszłościowego podejścia już dziś i **wyprzedź konkurencję** kontaktując się z **PolyWorks Polska już dziś**.





polyworks polska

Więcej informacji

Kontakt z nami: +48 (22) 307 67 18 | info@polyworkspolska.com

Odwiedź naszą witrynę: www.polyworkspolska.com