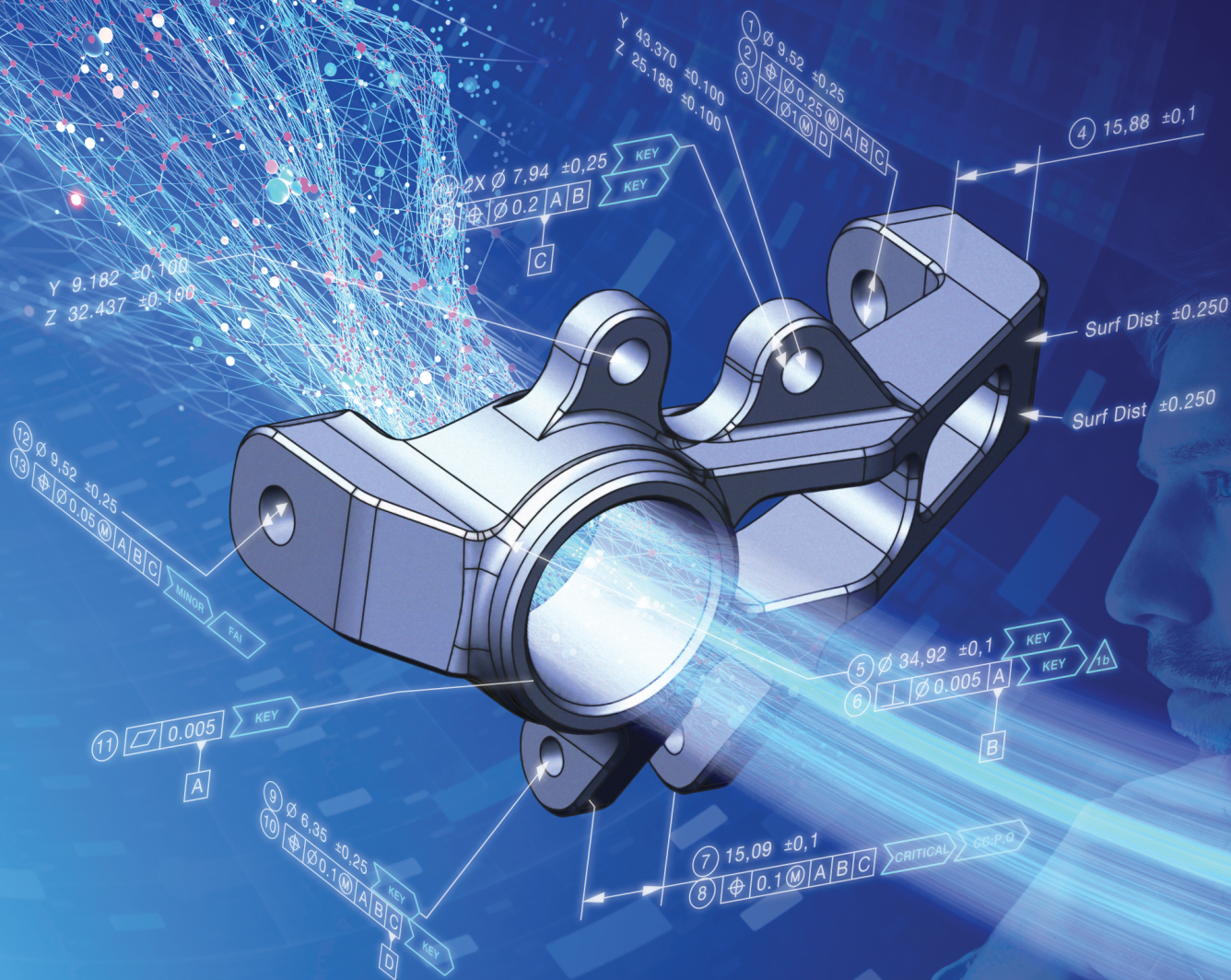


polyworks
europa
PŘÍRUČKA

MODERNÍ PLÁNOVÁNÍ 3D MĚŘENÍ

Digitalizace rozměrových požadavků
pro chytřejší výrobu





Úvod

Vytvoření nového dílu vyžaduje více než pouhé definování jeho trojrozměrného tvaru. Protože realita nikdy přesně neodpovídá původnímu záměru, je nutné, aby **konstrukční tým** spolu s 3D modely poskytoval i rozměrové specifikace. **Výrobní tým** vyžaduje přesné 3D geometrie a rozměrové požadavky, aby mohl nastavit výrobní procesy a jejich specifikace. **Tým kontroly kvality** pak potřebuje získat reference, aby mohl provádět měření vyrobených kusů a určit, zda splňují požadavky na design a výrobu. Přesná zpětná vazba od týmu kontroly kvality o nevyhovujících dílech pomáhá výrobnímu týmu provádět nezbytné úpravy. Je zřejmé, že **efektivní tok informací** k týmu kontroly kvality a směrem od něj je klíčovým faktorem pro udržení kvality.

Každý podnik má svůj vlastní recept na sdílení rozměrových požadavků. Integruje je do CAD modelů, informací pro výrobu (PMI), souborů s hodnotami oddělenými čárkami (CSV), 2D výkresů, dokumentů s parametry a dalších. Na začátku projektu tráví tým kontroly kvality drahocenný čas hledáním potřebných informací, překladem a přizpůsobením záměrů designu a konstrukce svým procesům a softwarovým platformám, **přičemž se snaží vyhnout chybám, které vznikají při přenášení a interpretaci**. Když je provedena revize tvaru, je třeba vynaložit mimořádné úsilí **na správnou aktualizaci procesů kontroly kvality a dokumentace**, včetně programů CNC CMM a kontrolních sekvencí. Bez účinného a spolehlivého systému pro sdílení informací je téměř jisté, že dojde k chybám a zvýšeným nákladům.

2



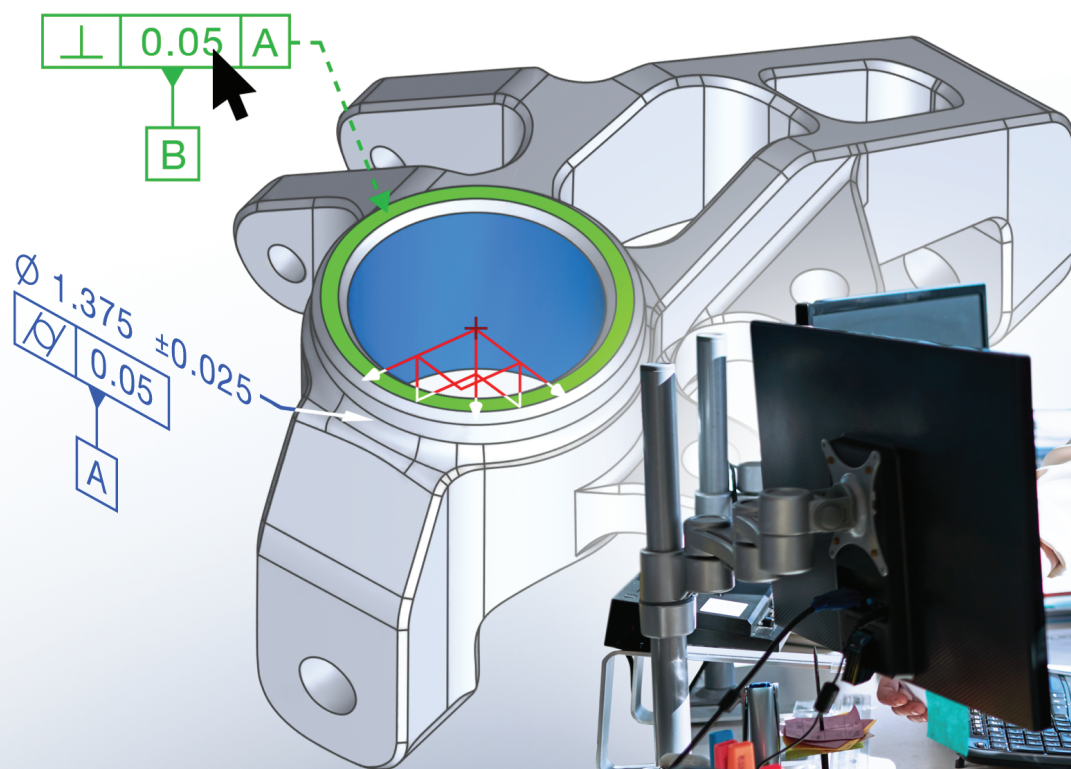
Tato příručka se zabývá dvěma hlavními přístupy, které dnes organizace používají ke sdílení rozměrových požadavků s týmy kontroly kvality při návrhu a výrobě dílů. Uvádí i jejich silné stránky, problémy a omezení. Vysvětluje, jak digitalizace tohoto procesu řeší stávající nedostatky s cílem výrazně zlepšit efektivitu, a jak jej podniky mohou přeměnit na hodnotné aktivum.



Základy plánování 3D měření

Nejprve se podívejme na celkový obrázek. Konstrukční a výrobní týmy ve výrobních podnicích, používají k předávání svých rozměrových požadavků na oddělení 3D měření nástroj zvaný plán rozměrové kontroly, tzv. plán 3D měření. Tento plán specifikuje, co je třeba měřit a jak by se to mělo měřit. Zpravidla zahrnuje:

- Standardní rozměry, požadavky na tvar, jako jsou geometrické tolerance tvaru a polohy (GD&T) a vlastní rozměrové požadavky;
- Výrobní požadavky, včetně pozic prvků a odchylek povrchů a hran;
- Referenční 3D geometrie nebo jednoznačné definice měřených objektů;
- Další atributy podle interních procesů, jako je číslování rozměrů, klasifikace kritičnosti a informace o sledovatelnosti.



Podniky často používají číslování kót, které slouží k přiřazení jedinečného číselného identifikátoru každé klíčové informaci, aby byla zajištěna její sledovatelnost a aby se usnadnila komunikace.

To, v čem se jednotlivé organizace liší, je způsob sestavování plánu 3D měření a úroveň jeho uživatelské přívětivosti pro týmy z navazujících operací.

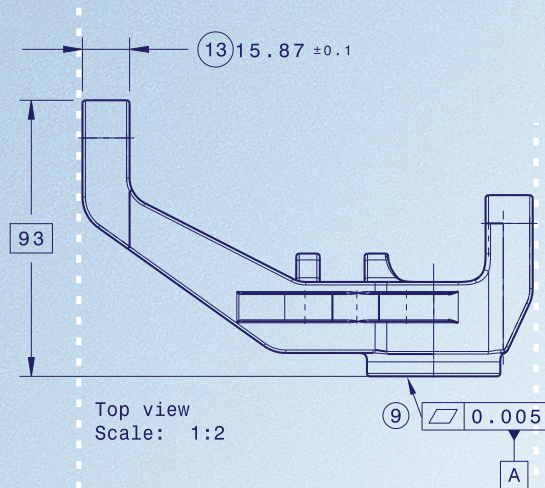
Stejně tak se může zásadně lišit čas a úsilí, které výrobní týmy a týmy kontroly kvality potřebují k integraci, komunikaci a implementaci nových revizí produktu.

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)	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)	0.005 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)	$\phi 0.200 \text{ A B}$	Left, ISO	KEY		D:SCAN:100%		
	Datum Feature Symbol C (96)	C	Left, ISO					

Plánování 3D měření s 2D výkresy

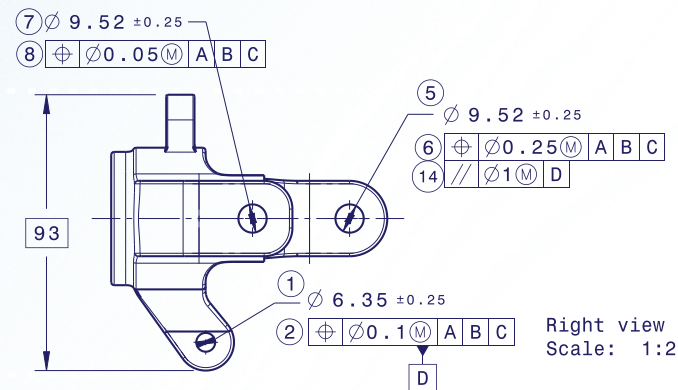
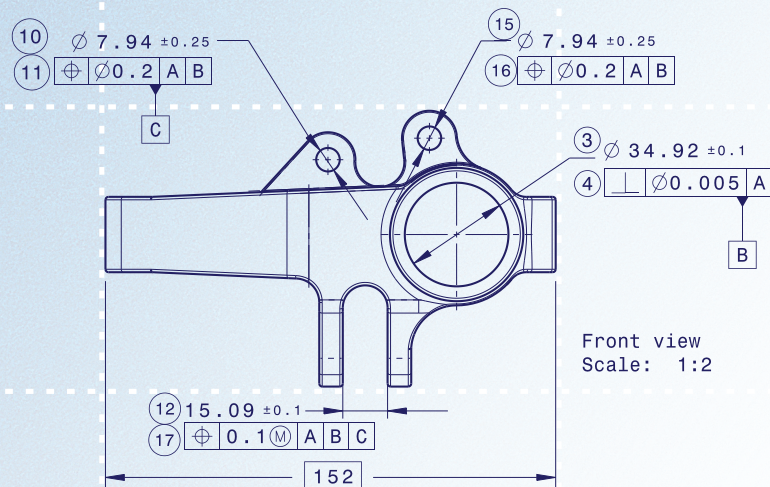
Kompletní popis designových a výrobních požadavků v době, kdy ještě nebyly dostupné digitální procesy



Mnohé výrobní organizace používají 2D výkresy ke sdělování **trojrozměrných požadavků** svým kontrolním týmům, které provádějí 3D měření. 2D výkresy se také často používají k vyhotovení konečné, oficiální dokumentace. Skládají se z řady 2D pohledů vytvořených z 3D modelu dílu a v každém pohledu obsahují jeho rozměrové požadavky.

U těchto 2D výkresů jsou **požadavky na návrh**, jako jsou GD&T a kóty, znázorněny pomocí grafických prvků, jako je text, symboly, vzdálenosti a úhly. Tyto grafické prvky odkazují na umístění na modelu dílu, a tím určují, kde by měla být provedena měření. Další důležité atributy jsou uvedeny jako textové poznámky.

2D výkresy také obsahují **výrobní požadavky**. Například symboly X, Y, Z představují požadavky na souřadnice jednotlivých prvků. Tabulky obsahující seznamy 3D souřadnic lze také použít k označení míst, kde je nutné měřit povrchové odchylky k provedení korekcí.



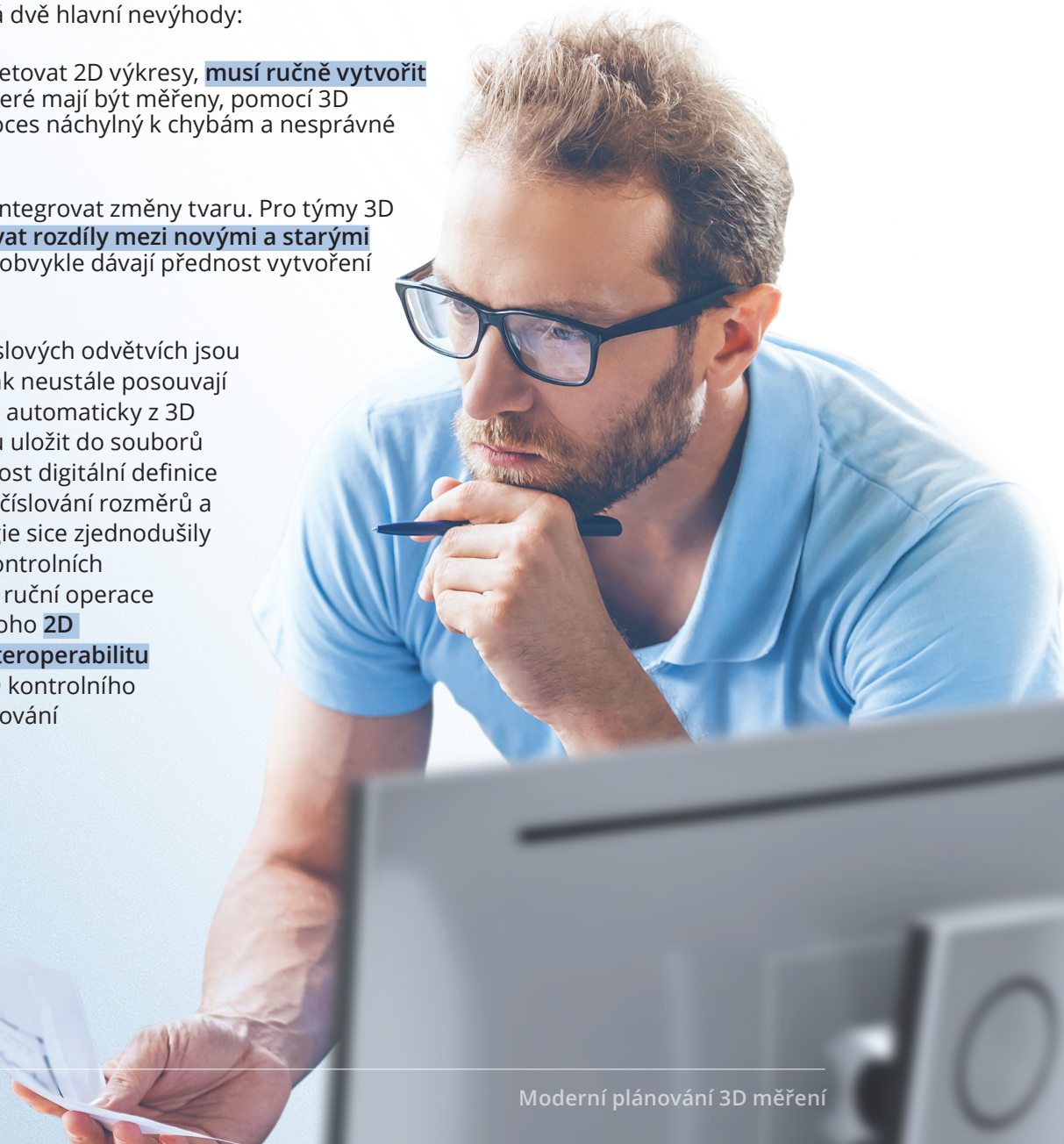
Jakmile týmy 3D měření obdrží 2D výkresy, vloží je do svého 3D kontrolního softwaru, **interpretují je** a poté vytvoří objekty a rozměry, které je třeba změřit. V minulosti se 2D výkresy tiskly na velké formáty papíru, v mnoha případech v měřítku 1:1. Specialisté na měření pak pomocí razítek označovali pozice a ručně očíslovali každý naměřený rozměr.

Používání 2D výkresů pro plánování 3D měření má dvě hlavní nevýhody:

→ Specialisté na 3D měření, kteří potřebují interpretovat 2D výkresy, **musí ručně vytvořit** geometrie a definovat rozměrové požadavky, které mají být měřeny, pomocí 3D kontrolního softwaru, což je časově náročný proces náchylný k chybám a nesprávné interpretaci podkladů.

→ Kromě toho je při používání 2D výkresů složité integrovat změny tvaru. Pro týmy 3D měření je často velmi **problematické identifikovat rozdíly mezi novými a starými** revizemi 2D výkresů. V takových případech pak obvykle dávají přednost vytvoření zcela nového 3D kontrolního projektu.

2D výkresy se používají dodnes a v mnoha průmyslových odvětvích jsou vyžadovány právními předpisy. Technologie se však neustále posouvají dopředu, a tak je dnes možné 2D výkresy vytvářet automaticky z 3D modelů CAD. Lze je také namísto okamžitého tisku uložit do souborů PDF. Některá softwarová řešení navíc nabízí možnost digitální definice charakteristických znaků, které umožňují digitální číslování rozměrů a vytváření měřicích protokolů. Tyto nové technologie sice zjednodušily proces vytváření 2D výkresů, avšak příprava 3D kontrolních projektů z 2D výkresů stále zahrnuje interpretaci i ruční operace a nenabízí výhody pro řízení revizí v CAD. Kromě toho **2D výkresy neumožňují digitální sledovatelnost a interoperabilitu** potřebnou k přenosu technických informací do 3D kontrolního softwaru a implementaci robustních procesů plánování digitálního 3D měření.





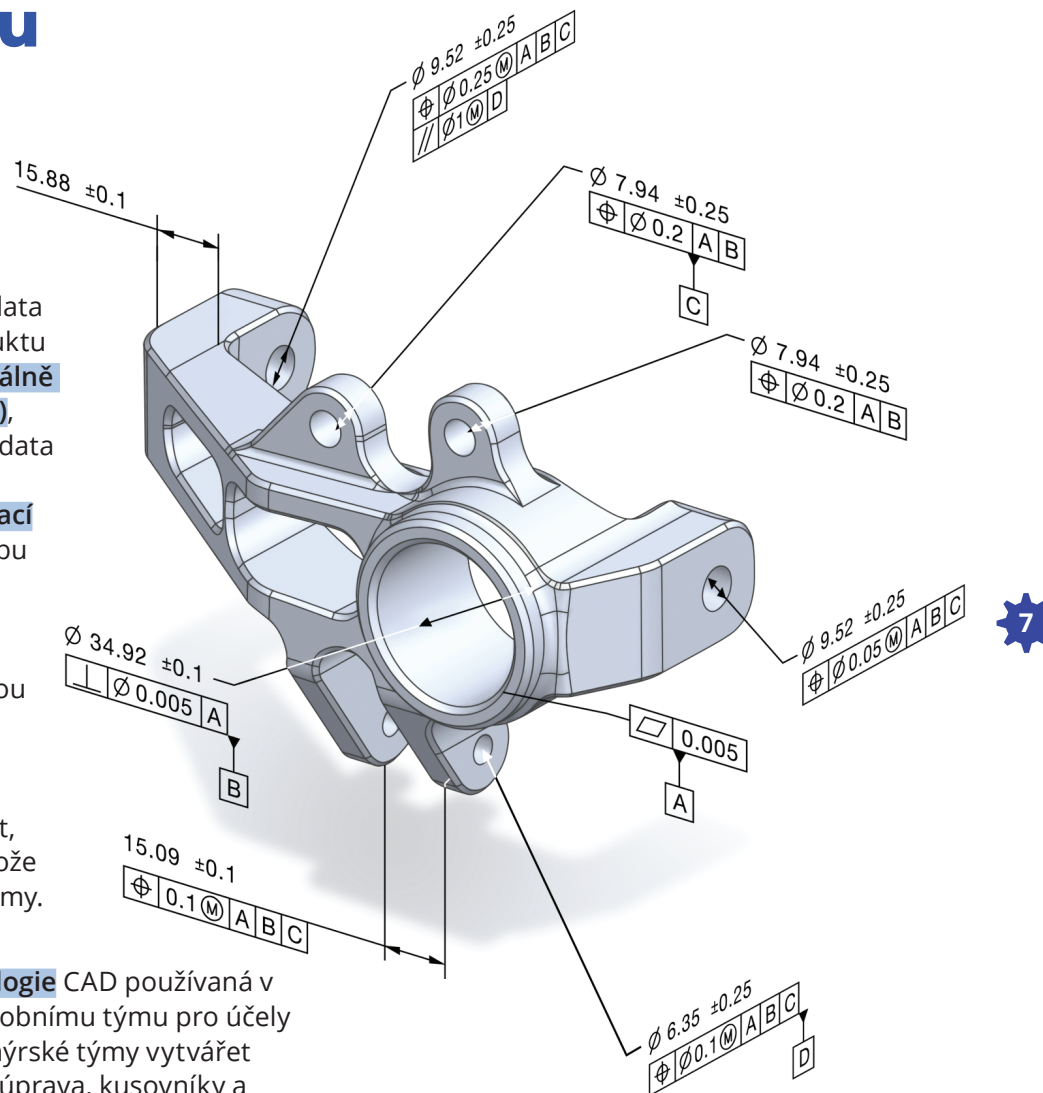
Plánování 3D měření s definicemi založenými na modelu

Krok vpřed směrem k plně digitálnímu pracovnímu postupu

Model-Based Definition (MBD), tedy definice založené na modelu, je nově vznikající přístup k vytváření 3D CAD modelů tak, aby efektivně zahrnovaly všechna technická data potřebná k definování formy, přizpůsobení a funkce produktu během jeho životního cyklu. Jádrem přístupu MBD je **digitálně anotovaný 3D CAD model (nativně v rámci CAD softwaru)**, který obsahuje 3D geometrii, informace pro výrobu, metadata a další informace o návrhu nebo výrobě. Díky MBD se 3D CAD model stává jediným **autoritativním zdrojem informací** pro všechny zapojené týmy ve firmě, čímž eliminuje potřebu používání 2D výkresů pro přenos technických dat.

Významnou výhodou přístupu MBD je také to, že jakmile jsou **specifikace produktu spojeny s geometrií CAD**, mohou být **automaticky aktualizovány** při úpravě modelu CAD. To znamená, že veškerý obsah plánu 3D měření je vždy synchronizován s daty v softwaru CAD a využití plánů 3D měření pomocí 3D kontrolního softwaru lze automatizovat, což šetří čas a odstraňuje riziko lidského pochybení. Přestože je tento přístup velmi slibný, potýká se s některými problémy.

Informace pro výrobu (**PMI je nativní softwarová technologie** CAD používaná v rámci přístupu MBD k **předávání požadavků na návrh** výrobnímu týmu pro účely výroby dílů a sestav produktů. S pomocí PMI mohou inženýrské týmy vytvářet požadavky na design, jako jsou 3D kóty, GD&T, povrchová úprava, kusovníky a další poznámky, a tyto přidružit k příslušné geometrii 3D CAD.



Díky přímému spojení mezi rozměrovými požadavky a geometrií 3D modelu, která digitálně emuluje určité schopnosti 2D výkresů, umožňuje technologie PMI 3D kontrolnímu softwaru **importovat CAD modely dílů a automatizovat vytváření objektů a rozměrů** určených k měření, čímž se snižuje potřeba ručních operací a zcela eliminuje nutnost interpretace 2D výkresů.



Vzhledem k tomu, že technologie **PMI není navržena tak, aby splňovala všechny požadavky** pro aplikace 3D měření, lze v jejím použití pro plánování měření spatřovat tři hlavní omezení:

→ Mnoho typů požadavků, běžně potřebných pro rozměrovou analýzu ve výrobě, nelze definovat pomocí nativní sady nástrojů pro kótování PMI, a musí tak být vytvořeny v rámci 3D inspekčního softwaru. Příklady:

- Bodové odchylky povrchů a hran na konkrétních místech;
- Speciální rozměry, například profily lopatek;
- Rozměry na konstruovaných geometriích, tj. prvky se závislými objekty měření;
- Rozměry vázané ke konkrétním souřadnicovým systémům.

8

→ Přestože PMI pomohly digitalizovat vytvoření počátečního plánu 3D měření, proces řízení změn zůstává neefektivní. PMI se automaticky aktualizují v softwaru CAD při změně geometrie modelu CAD. 3D kontrolní software však nedokáže automaticky zjistit, co se změnilo při importu nové revize modelu CAD. To vede mnohé zákazníky k tomu, že musí svůj 3D inspekční projekt vytvořit zcela znovu.

→ PMI reprezentující požadavky, pravidla a další dodatečná data v procesu nelze snadno interpretovat 3D kontrolním softwarem a vyžadují ruční zásahy, aby mohly být správně převedeny.

Kvůli těmto omezením dokáže 3D kontrolní software ze současných **MBD CAD modelů získat plány 3D měření pouze částečně**, což vyžaduje další ruční zpracování týmem kontroly kvality, což je únavná práce, která prodlužuje procesy plánování měření založené na 2D výkresech.

Automatizací využití požadavků na návrh zvyšuje technologie **PMI CAD softwaru rychlost vytváření první revize** 3D kontrolního projektu. Stále však chybí klíčové technologické prvky, které by umožňovali planě nahradit použití 2D výkresů v procesu plánování digitálního 3D měření.

Vzhledem k tomu, že přístup MBD je při vytváření komplexních 3D modelů pro podniky velkým příslibem a řeší rostoucí složitost systémů se sémantickou interoperabilitou, lze tedy překonat jeho současná omezení?

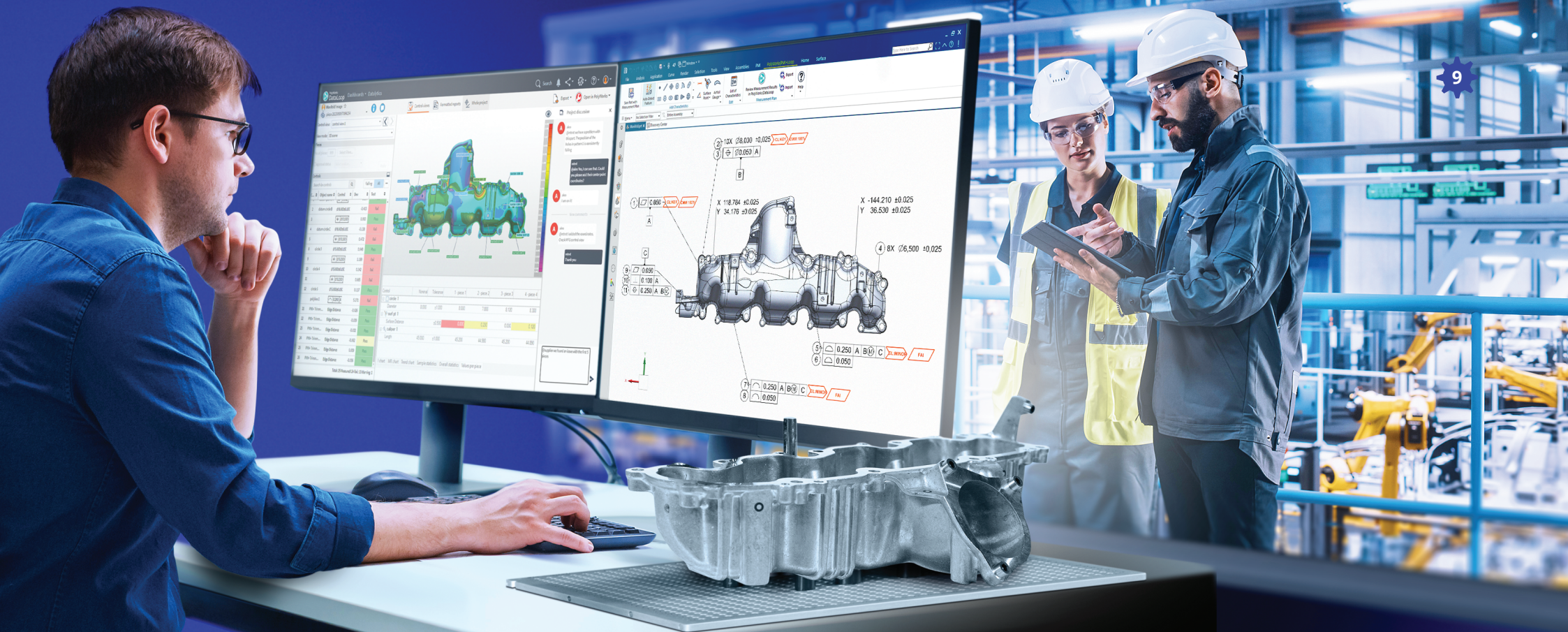


Řešení MBD přizpůsobené pro plánování 3D měření

Moderní řešení pro definování všech požadavků na design, výrobu a průběžnou 3D kontrolu nativně v rámci CAD softwaru, s komplexní digitální sledovatelností

Společnost InnovMetric navrhla řešení PolyWorks® MBD, aby svým zákazníkům poskytovalo technologie potřebné k digitalizaci celého procesu plánování 3D měření: od vytváření plánů 3D měření založených na

CAD datech, které integrují všechny rozměrové požadavky, až po automatizaci využití MBD CAD modelů společně s přidruženými plány 3D měření pomocí 3D kontrolního softwaru.





S cílem odstranit nedostatky nativní technologie PMI a omezení digitální sledovatelnosti přístupu MBD, nabízí InnovMetric **doplňky řešení PolyWorks pro platformy CAD**, které definují **kompletní plány 3D měření s geometrií CAD** a **obohacují modely CAD o digitální sledovatelnost**, což uživatelům umožňuje:



- Nastavit specializované rozměrové požadavky a spojit je s různými souřadnicovými systémy;
- Definovat PMI informace na konstruovaných geometriích;
- Kontrolovat, třídít a doplňovat soupisy charakteristik o požadavky na výrobu a měření;
- Aktualizovat 3D plány měření automaticky v rámci 3D inspekčního softwaru.

Využití pracovního postupu **plánování digitálního 3D měření** s pomocí řešení MBD, nabízí PolyWorks hned několik skvělých přínosů pro vaše konstrukční a výrobní týmy i týmy kontroly kvality:

- Vzhledem k tomu, **že všechny požadavky definované řešením PolyWorks MBD jsou vytvořeny pomocí nativní technologie CAD PMI**, lze plány 3D měření prohlížet v libovolném prohlížeči CAD/PLM, sdílet je pomocí neutrálních formátů souborů a digitálně je zpracovávat v dalších aplikacích CAD/CAM.
- Digitální sledovatelnost je zabudována již do rozměrových požadavků a CAD modelu, čímž je zajištěna **aktualizovatelnost plánů 3D měření v rámci 3D inspekčního softwaru**, a umožňuje sledování 3D kontrolních projektů vytvořených z daného CAD modelu a plánu 3D měření.
- Uživatelé softwaru CAD a PLM mohou nyní jediným kliknutím **přístupovat k datům 3D měření a digitálnímu dvojčeti** společně s výsledky rozměrové kontroly libovolné součásti; tato smyčka zpětné vazby vytváří nový a produktivní výchozí bod pro následné konstrukční činnosti.

Vstupte do nové éry

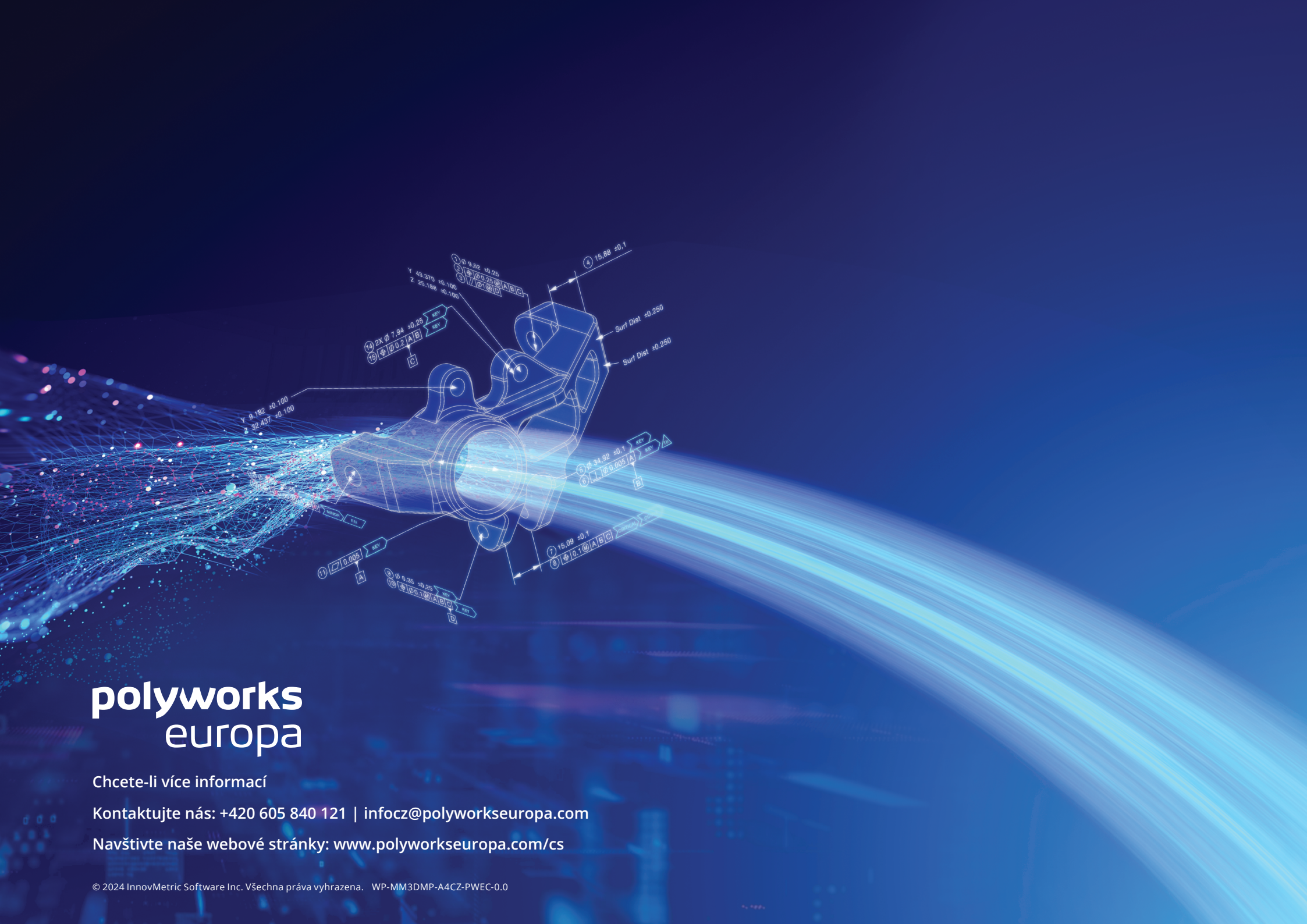
Využití moderního plánování 3D měření a získání komplexního plánu digitálního 3D měření jsou klíčovými aktivy při zlepšování produktivity a **digitální interoperability mezi vašimi inženýrskými a výrobními týmy a týmy kontroly kvality.**

Ve společnosti InnovMetric věříme, že nasazení pracovního postupu plánování digitálního 3D měření by mělo být součástí plánu digitální transformace každé výrobní organizace. Přejděte od napůl automatizovaného a napůl manuálního přístupu k plně integrovanému plánu digitálního 3D měření, který **odstraňuje plýtvání časem a nepřesnosti při manuální definici nominálních dat.** S plánováním digitálního 3D měření pomocí řešení PolyWorks MBD započala nová éra **digitální interoperability mezi CAD softwarem a 3D inspekčním softwarem.** Již od začátku nevznikají žádná datová sila, což pokládá základ pro zvýšenou produktivitu a přesnost.

Zajištění efektivity plánování a výsledků 3D měření již není jen zbožným přáním ani přítěží.

Kompletní plánování digitálního 3D měření je již nyní k dispozici pro přední mainstreamové CAD software. Využijte tento nový přístup a **zvyšte produktivitu** celé vaší organizace. **Kontaktujte společnost InnovMetric ještě dnes.**





polyworks europa

Chcete-li více informací

Kontaktujte nás: +420 605 840 121 | infocz@polyworkseuropa.com

Navštivte naše webové stránky: www.polyworkseuropa.com/cs