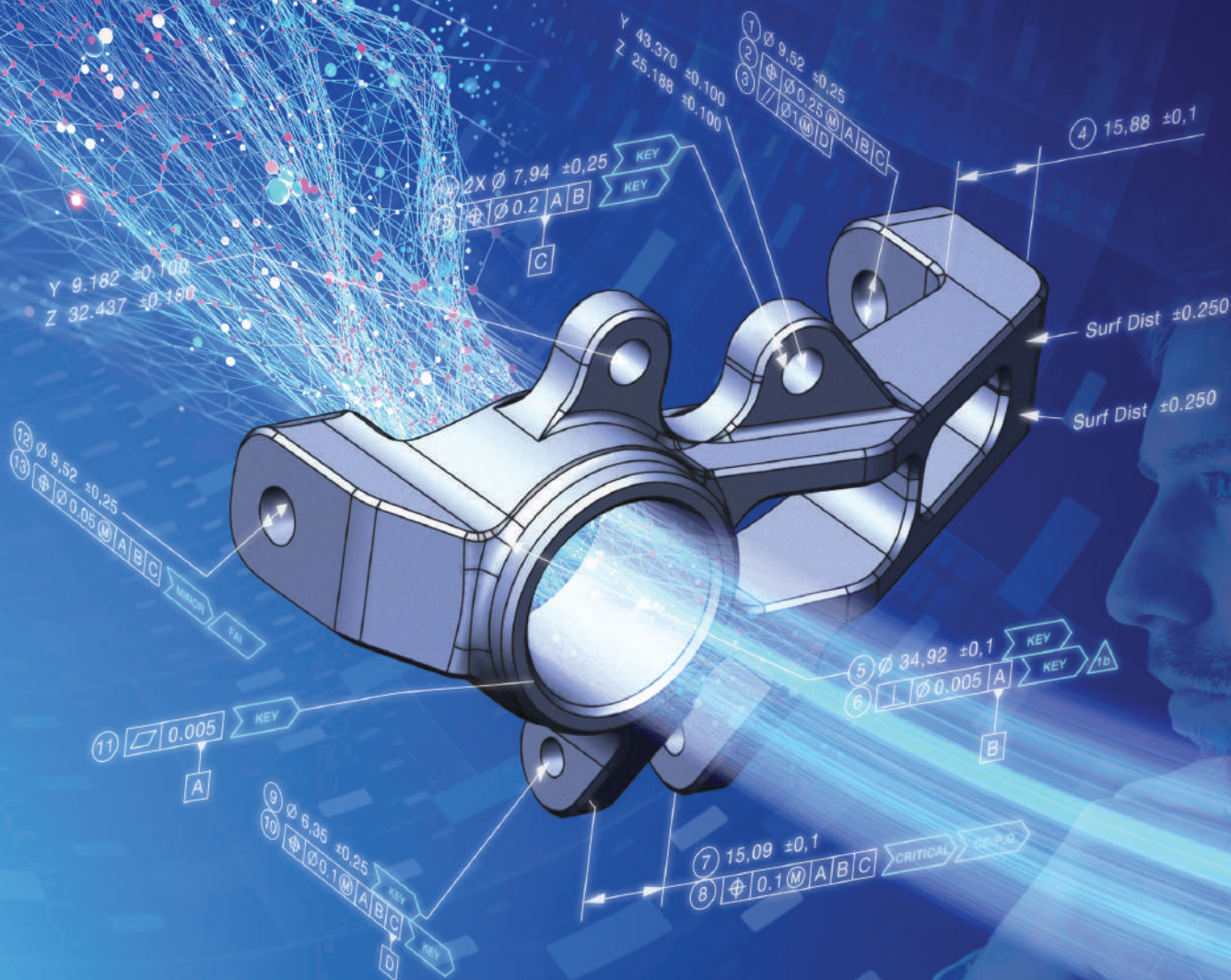


MODERNE 3D MEETPLANNING BEHEERSEN

Dimensionele vereisten digitaliseren voor
slimmere productie





Inleiding

Er komt meer kijken bij het maken van een nieuw onderdeel dan alleen het definiëren van de driedimensionale vorm. Omdat de werkelijkheid nooit precies overeenkomt met de bedoeling, moet het **ontwerpteam** ook dimensionale specificaties samen met hun 3D-modellen leveren aan downstream teams. Het **productieteam** heeft exacte 3D-geometrieën en -kenmerken nodig om de fabricageprocessen te bepalen en hun specificaties te definiëren. En het **kwaliteitscontroleteam** heeft referenties nodig om gefabriceerde stukken te meten en te bepalen of ze voldoen aan de ontwerp- en fabricagevereisten. Precieze feedback van het kwaliteitscontroleteam over slechte onderdelen helpt het productieteam om de nodige aanpassingen door te voeren. Het is duidelijk dat de **efficiënte informatiestroom** van en naar de kwaliteitscontrole een sleutelfactor is voor het handhaven van de productkwaliteit.

Elk bedrijf heeft zijn eigen manier voor het delen van dimensionale vereisten door deze te coderen in CADmodellen, productinformatie (PMI) en CSV-bestanden (bestanden met kommagescheiden waarden), 2D tekeningen, stuklijsten en nog veel meer. Bij ontvangst besteedt het kwaliteitscontroleteam kostbare tijd aan het vinden van de informatie die ze nodig hebben, het vertalen en aanpassen van de ontwerpintentie aan hun processen en softwareplatforms terwijl ze **fouten in transcriptie en interpretatie proberen te voorkomen**. Wanneer een ontwerp wordt gewijzigd, moeten er buitengewone inspanningen worden geleverd **om de kwaliteitscontroleprocessen en documentatie correct bij te werken**, inclusief CNC CMM-programma's en inspectievolgordes. Zonder een efficiënt en betrouwbaar systeem voor het delen van informatie worden fouten en kosten gegarandeerd verveelvoudigd.

2



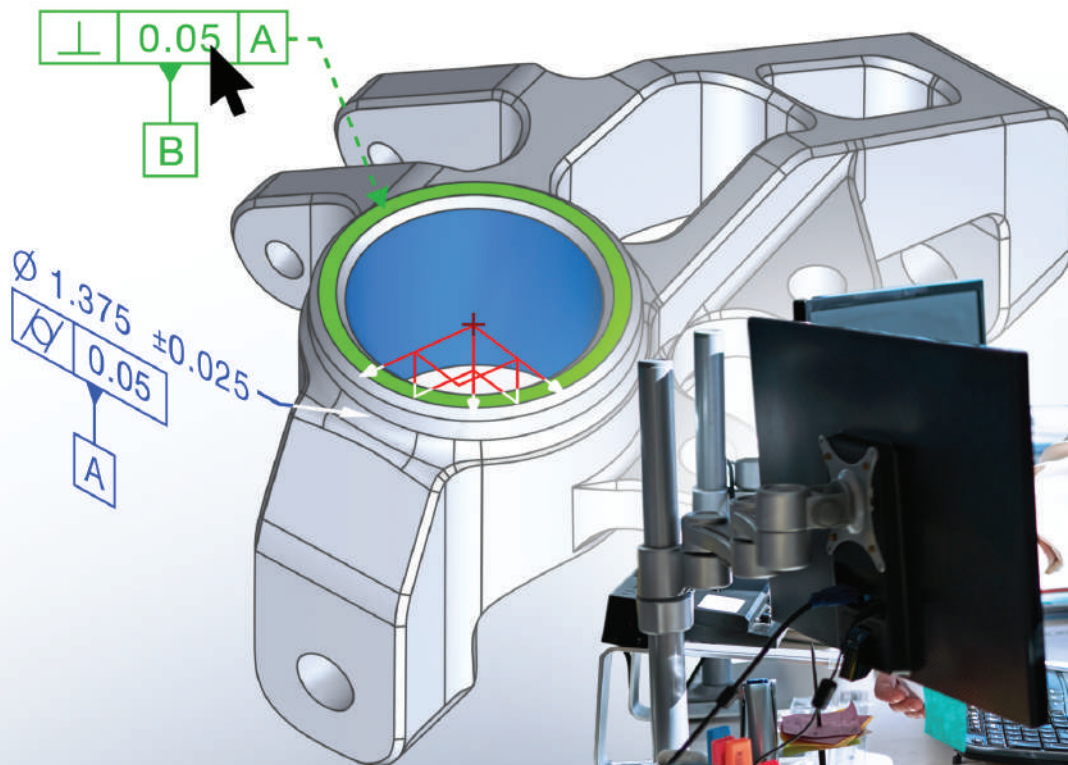
In deze whitepaper wordt gekeken naar de twee belangrijkste benaderingen die organisaties tegenwoordig gebruiken om dimensionale vereisten voor ontwerp en productie te delen met kwaliteitscontroleteams. Het belicht ook de sterke punten, problemen en beperkingen van de benaderingen. Er wordt uitgelegd hoe de digitalisering van dit proces bestaande tekortkomingen aanpakt om de efficiëntie aanzienlijk te verbeteren, waardoor deze essentiële functie van een last in een pluspunt verandert.



Hoofdzaken 3D-meetplan

Laten we eerst de grote lijnen bekijken. Om de **dimensionale vereisten** van de ontwerp- en productieteams **over te brengen** naar het 3D-meetteam, gebruiken productieorganisaties een communicatiemiddel dat het dimensionale inspectieplan, oftewel het 3D-meetplan, wordt genoemd. Dit plan **specificeert wat er gemeten moet worden** en hoe het gemeten moet worden. Dit bevat doorgaans:

- Ontwerpvereisten, zoals geometrische dimensionering en toleranties (GD&T), standaardafmetingen en aangepaste afmetingen;
- Productievereisten, waaronder de locaties van elementen en afwijkingen van oppervlakken en randen;
- Verwijzingen naar 3D-geometrieën of expliciete meetobjectdefinities;
- Extra attributen om interne processen te ondersteunen, zoals maatnummering, cruciale classificaties en traceerbaarheidsinformatie.

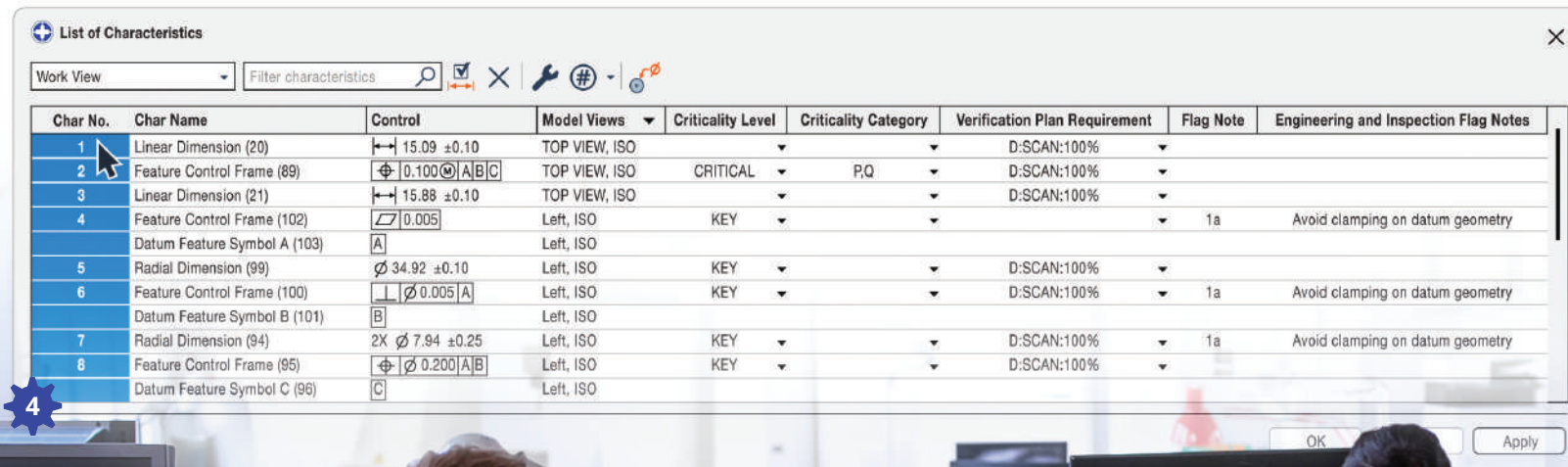


Ballonnen worden vaak gebruikt om een unieke numerieke identificatie toe te kennen aan elk belangrijk stukje informatie om de traceerbaarheid te garanderen en de communicatie te faciliteren.

Wat van organisatie tot organisatie verschilt, is de manier **waarop het 3D-meetplan is samengesteld, plus de gebruiksvriendelijkheid ervan voor de downstream teams.**

Bovendien kunnen de tijd en moeite die de productie- en kwaliteitscontroleteams nodig hebben om een **nieuwe ontwerpwijziging te integreren, communiceren en toe te passen**, aanzienlijk verschillen van bedrijf tot bedrijf.

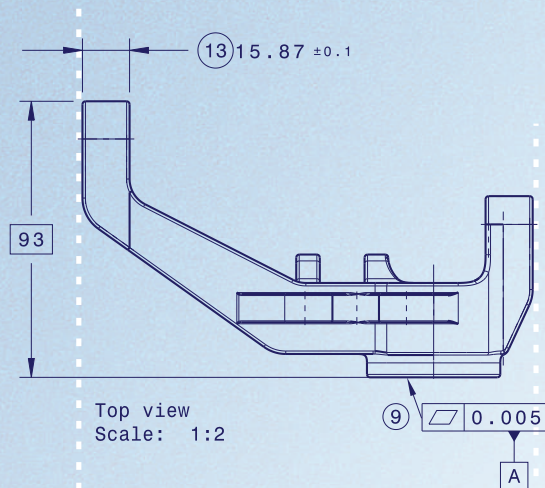
4



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					

Planning van 3D-metingen met 2D-tekeningen

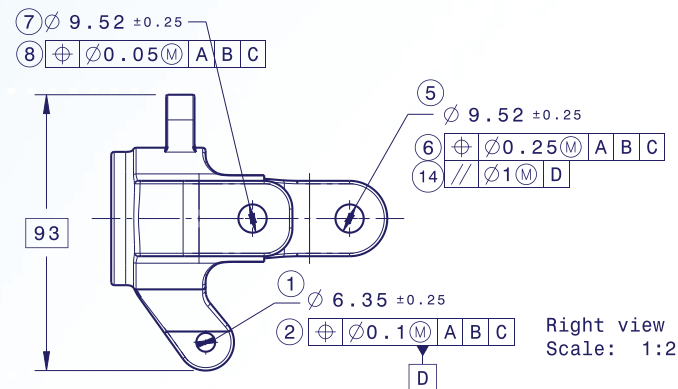
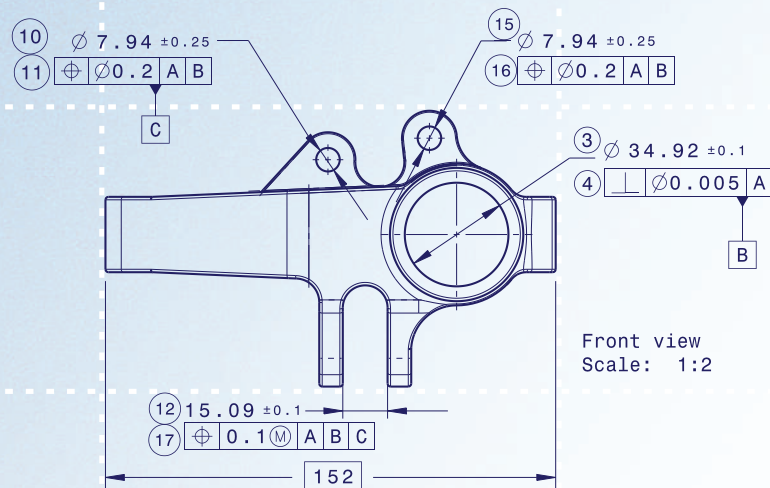
Volledige beschrijving van ontwerp- en productievereisten op een moment dat digitale processen nog niet beschikbaar waren



Veel productieorganisaties gebruiken 2D-tekeningen om **driedimensionale vereisten** door te geven aan hun 3D-meetinspectieteams. 2D-tekeningen worden ook vaak gebruikt om juridische documentatie te produceren. Ze bestaan uit een aantal 2D-aanzichten die zijn gemaakt van het 3D-model van een onderdeel en bevatten op elk aanzicht de vereiste afmetingen van het onderdeel.

Met deze 2D-tekeningen worden **ontwerpvereisten**, zoals GD&T en afmetingen, weergegeven met grafische elementen zoals tekst, symbolen, afstanden en hoeken. Deze grafische elementen worden bevestigd aan locaties op het model van het onderdeel om aan te geven waar metingen moeten worden uitgevoerd. Extra attributen worden vaak opgenomen als opmerkingen.

2D-tekeningen bevatten ook **productievereisten**. X-, Y- en Z-symbolen geven bijvoorbeeld coördinaten voor afzonderlijke vereisten. Tabellen met lijsten van 3D-coördinaten kunnen ook worden gebruikt om aan te geven waar puntafwijkingen nodig zijn om correcties aan te brengen.



Zodra 3D-meetteams 2D-tekeningen ontvangen, openen ze hun 3D-inspectiesoftware, **lezen en interpreteren ze elke 2D-tekening** en maken ze vervolgens de objecten en afmetingen die moeten worden gemeten. In de begindagen van 2D-tekeningen werden deze afgedrukt op grote vellen papier, in veel gevallen op een schaal van 1:1. Meetspecialisten gebruikten inspectiestempels om ballonnen te maken en nummerden elke gemeten afmeting handmatig.

Er zijn twee grote nadelen bij het gebruik van 2D-tekeningen voor 3D-meetplanning:

- 3D-meetspecialisten die de 2D-tekeningen moeten interpreteren, moeten de geometrie en de te meten afmetingen **handmatig bepalen en creëren** in 3D-inspectiesoftware, wat een tijdrovend proces is dat vatbaar is voor het maken van fouten en interpretatiefouten.
- Bovendien is de integratie van een noodzakelijke ontwerpwijziging pijnlijk. Vaak is het voor 3D-meetteams moeilijk om de **verschillen tussen de nieuwe en oude revisies** van 2D-tekeningen te identificeren. In dergelijke gevallen geven ze er meestal de voorkeur aan om hun 3D-inspectieproject helemaal opnieuw te maken.

Het 2D-tekenproces wordt vandaag de dag nog steeds gebruikt en is in veel sectoren wettelijk verplicht. Uiteraard is de technologie geëvolueerd. 2D-tekeningen kunnen nu automatisch gemaakt worden vanuit 3D CAD-modellen. Ze kunnen ook worden opgeslagen als PDF-bestand in plaats van te worden afgedrukt. Bovendien bieden verschillende softwareoplossingen een virtueel ballonproces om afmetingen digitaal te nummeren en inspectierapporten te maken. Deze technologische evoluties hebben het 2D-tekenproces gestroomlijnd, maar desondanks brengt het voorbereiden van 3D-inspectieprojecten op basis van 2D-tekeningen nog steeds interpretatie en handmatige handelingen met zich mee en biedt het geen soelaas voor het beheer van CAD-revisies. Bovendien **missen 2D-tekeningen de digitale traceerbaarheid en interoperabiliteit** die nodig zijn om technische informatie over te brengen naar 3D-inspectiesoftware en om robuuste digitale 3D-meetplanningsprocessen te implementeren.



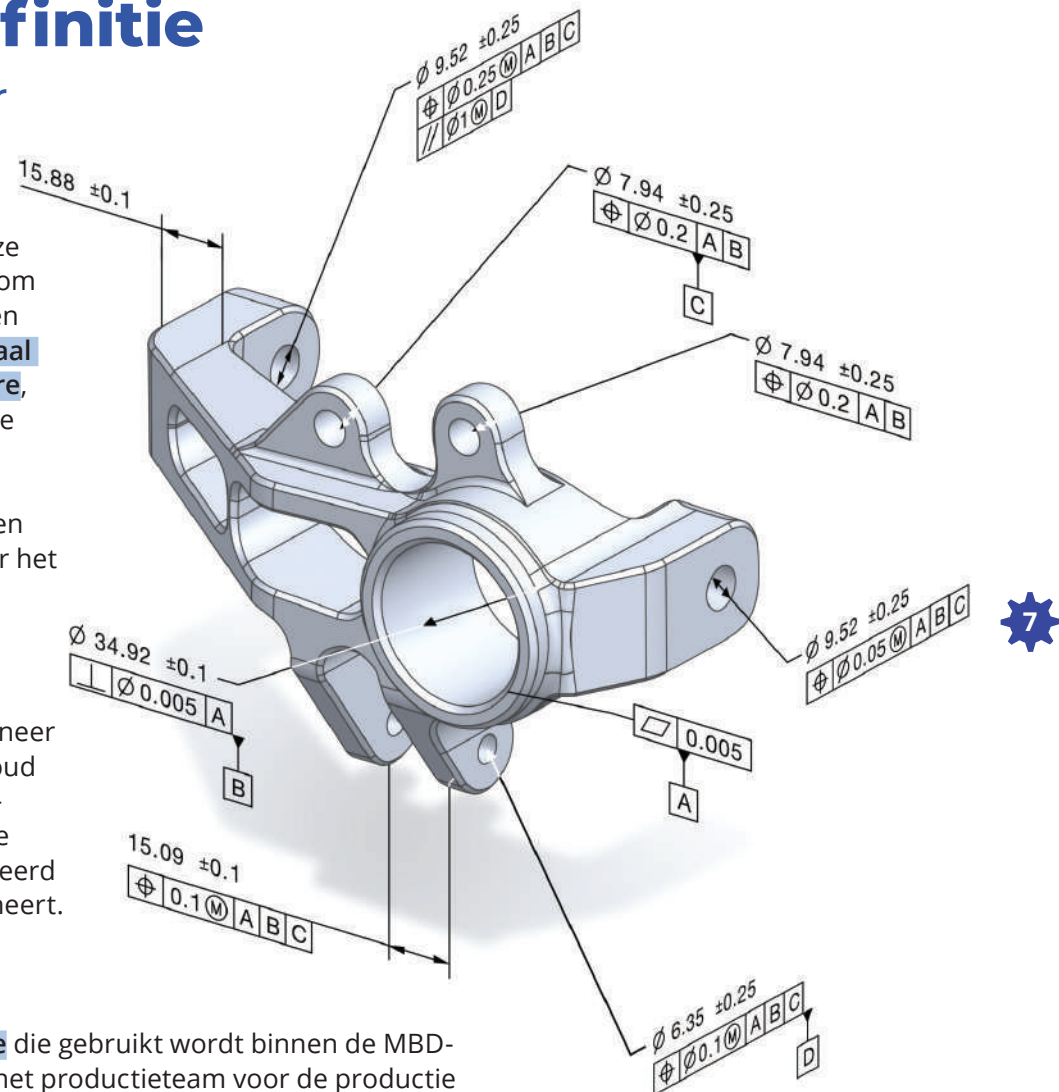
Planning van 3D-metingen met modelgebaseerde definitie

Een stap-voor-stap oplossing naar een volledig digitale workflow

Modelgebaseerde definitie (MBD) is een opkomende benadering voor het maken van 3D CAD-modellen zodat ze effectief alle technische gegevens bevatten die nodig zijn om de vorm, pasvorm en functie van een product te definiëren gedurende de levenscyclus. De kern van MBD is een **digitaal geannoteerd 3D CAD-model, ingebouwd in CAD-software**, dat 3D-geometrie, productinformatie, metadata en andere ontwerp- of productie-informatie bevat. Met MBD wordt het 3D CAD-model **de enige bron van autoriteit** voor alle belanghebbenden binnen de organisatie, waardoor er geen 2D-tekeningen meer nodig zijn als bron van autoriteit voor het overbrengen van technische gegevens.

Het grote voordeel van MBD-technologie is dat **productspecificaties**, zodra ze **gekoppeld zijn aan CAD-geometrie, automatisch bijgewerkt** kunnen worden wanneer het CAD-model gewijzigd wordt. Dit betekent dat alle inhoud van een 3D-meetplan altijd gesynchroniseerd is met CAD-gegevens binnen CAD-software en dat het verbruik van de 3D-meetplannen door 3D-inspectiesoftware geautomatiseerd kan worden, wat tijd bespaart en menselijke fouten elimineert. Hoewel deze aanpak veelbelovend is, zijn er een paar struikelblokken.

Productinformatie (PMI) is een CAD-softwaretechnologie die gebruikt wordt binnen de MBD-benadering om **ontwerpvereisten over te brengen** naar het productieteam voor de productie van productonderdelen en samenstellingen. Met PMI kan engineering ontwerpvereisten zoals 3D-afmetingen, GD&T, oppervlakteafwerking, stuklijsten en andere annotaties creëren en deze eisen koppelen aan de juiste 3D CAD-geometrie.



Dankzij de directe koppeling tussen dimensionale vereisten en 3D-modelgeometrie die digitaal bepaalde mogelijkheden van 2D-tekeningen nabootst, kan 3D-inspectiesoftware met PMI-technologie CAD-gebaseerde onderdeelmodellen **importeren en de creatie van te meten objecten en afmetingen automatiseren**, waardoor minder handmatige handelingen nodig zijn en 2D-tekeningen niet meer geïnterpreteerd hoeven te worden.



Omdat PMI-technologie echter niet ontworpen is om aan alle eisen voor 3D-mettoepassingen te voldoen, zijn er drie belangrijke beperkingen bij het gebruik voor meetplanning:

→ Veel typen vereisten die routinematig nodig zijn voor dimensionale analyse in productie kunnen niet worden gedefinieerd met de PMI-dimensioneringsgereedschappen en moeten worden gecreëerd binnen 3D-inspectiesoftware. Voorbeelden:

- oppervlakte- en randafwijkingen op specifieke locaties;
- gespecialiseerde afmetingen, bijvoorbeeld op aerodynamische vlakken;
- afmetingen op constructiegeometrie, dus met geometrische afhankelijkheden;
- afmetingen gebonden aan specifieke coördinatenstelsels.



→ Hoewel PMI helpt bij het digitaliseren van het maken van initiële 3D-metplannen, blijft veranderingsbeheer inefficiënt. PMI wordt automatisch bijgewerkt in CAD-software wanneer de geometrie van het CAD-model verandert. 3D-inspectiesoftware kan echter niet automatisch achterhalen wat er veranderd is bij het importeren van een nieuwe revisie van een CAD-model. Dit leidt ertoe dat veel klanten hun 3D-inspectieproject helemaal opnieuw moeten opbouwen.

→ PMI die procesvereisten, regels en andere extra gegevens weergeeft, kan niet eenvoudig worden geïnterpreteerd door 3D-inspectiesoftware en vereist handmatige ingrepen om te worden vertaald zoals bedoeld.

Door deze beperkingen kan 3D-inspectiesoftware alleen **gedeeltelijke 3D-metplannen verkrijgen uit huidige MBD CAD-modellen**, waardoor verdere handmatige verwerking door het kwaliteitscontroleteam nodig is, een vervelende taak die ook meetplanningsprocessen op basis van 2D-tekeningen teistert.

Door het gebruik van ontwerpeisen te automatiseren, **verbetert de PMI-technologie van CAD-software de snelheid waarmee de eerste revisie** van een 3D-inspectieproject wordt gemaakt. Maar er ontbreken nog belangrijke technologische fundamenteën om een digitaal 3D-metplanningsproces aan te bieden dat de opties op basis van 2D-tekeningen kan vervangen.

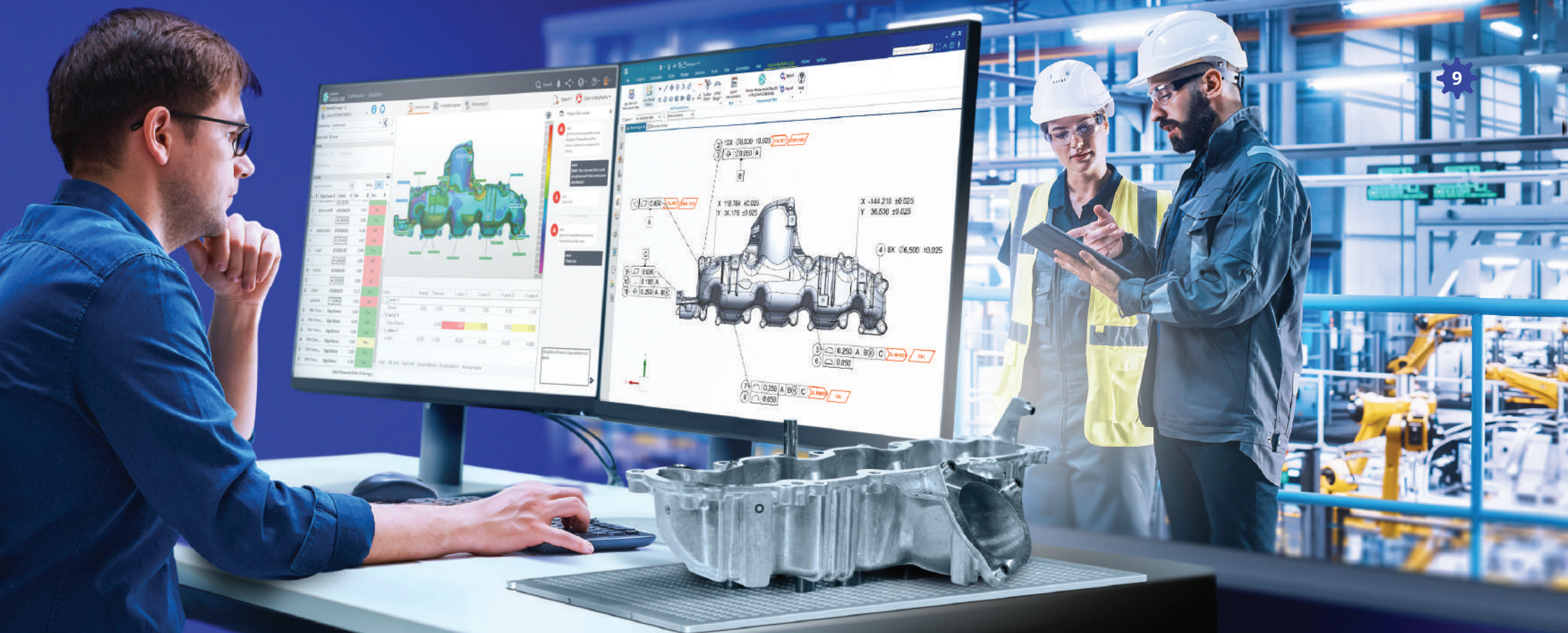
MBD houdt een grote belofte in voor het leveren van rijke 3D-modellen aan de hele organisatie, het aanpakken van de toenemende complexiteit van systemen met semantische interoperabiliteit, maar kunnen de huidige beperkingen overwonnen worden?



Modelgebaseerde definitie-oplossing op maat voor 3D-meetplanning

De moderne oplossing om alle ontwerp-, productie- en in-proces 3D-inspectievereisten te definiëren binnen CAD-software, met volledige digitale traceerbaarheid.

InnovMetric heeft de **PolyWorks® MBD-oplossing** ontworpen om de technologieën te bieden die nodig zijn om het volledige 3D-meetplanningsproces te digitaliseren: van het maken van op CAD gebaseerde 3D-meetplannen die **alle dimensionale vereisten integreren tot het automatiseren van het verbruik van MBD CAD-modellen** met de bijbehorende 3D-meetplannen door 3D-inspectiesoftware.





Om de tekortkomingen van de native PMI-technologie en de beperkingen van digitale traceerbaarheid van de MBD-aanpak aan te pakken, biedt InnovMetric **PolyWorks add-ins voor CAD-platforms** om **complete 3D-meetplannen te definiëren die gekoppeld zijn aan CADgeometrie** en **CAD-modellen te verrijken met digitale traceerbaarheid**, zodat gebruikers:



- Gespecialiseerde maatvereisten opstellen en deze koppelen aan verschillende coördinatensystemen;
- PMI definiëren op constructiegebaseerde geometrie;
- Beoordelen, sorteren en aanvullen van vereisten met proces- en inspectievereisten;
- 3D meetplannen automatisch updaten binnen 3D inspectiesoftware.

De op MBD gebaseerde digitale 3D-meetplanning-workflow van PolyWorks voor uw engineering-, productie- en kwaliteitscontroleteams heeft een aantal opmerkelijke aspecten:

- Omdat **alle vereisten die zijn gedefinieerd door de PolyWorks MBD-oplossing zijn gemaakt met behulp van native CAD PMI-technologie**, kunnen 3D-meetplannen worden bekeken in elke CAD/PLM-viewer, worden gedeeld met behulp van neutrale bestandsformaten en digitaal worden gebruikt door op CAD/CAM-gebaseerde downstream applicaties.
- De digitale traceerbaarheid is ingebouwd in de dimensionale vereisten en het CAD-model, waardoor de **bijwerkbaarheid van 3D-meetplannen binnen 3D-inspectiesoftware** gegarandeerd is en de 3D-inspectieprojecten die gebouwd zijn op basis van een bepaald CADmodel en 3D-meetplan getraceerd kunnen worden.
- Met één klik hebben CAD- en PLM-gebruikers nu **toegang tot de 3D-meetgegevens en digital twin instance**, samen met de dimensionale inspectieresultaten van elk onderdeel; deze feedbacklus genereert een nieuw en productief startpunt voor verdere ontwerpinspanningen.

→ Maak deel uit van het begin van een nieuw tijdperk

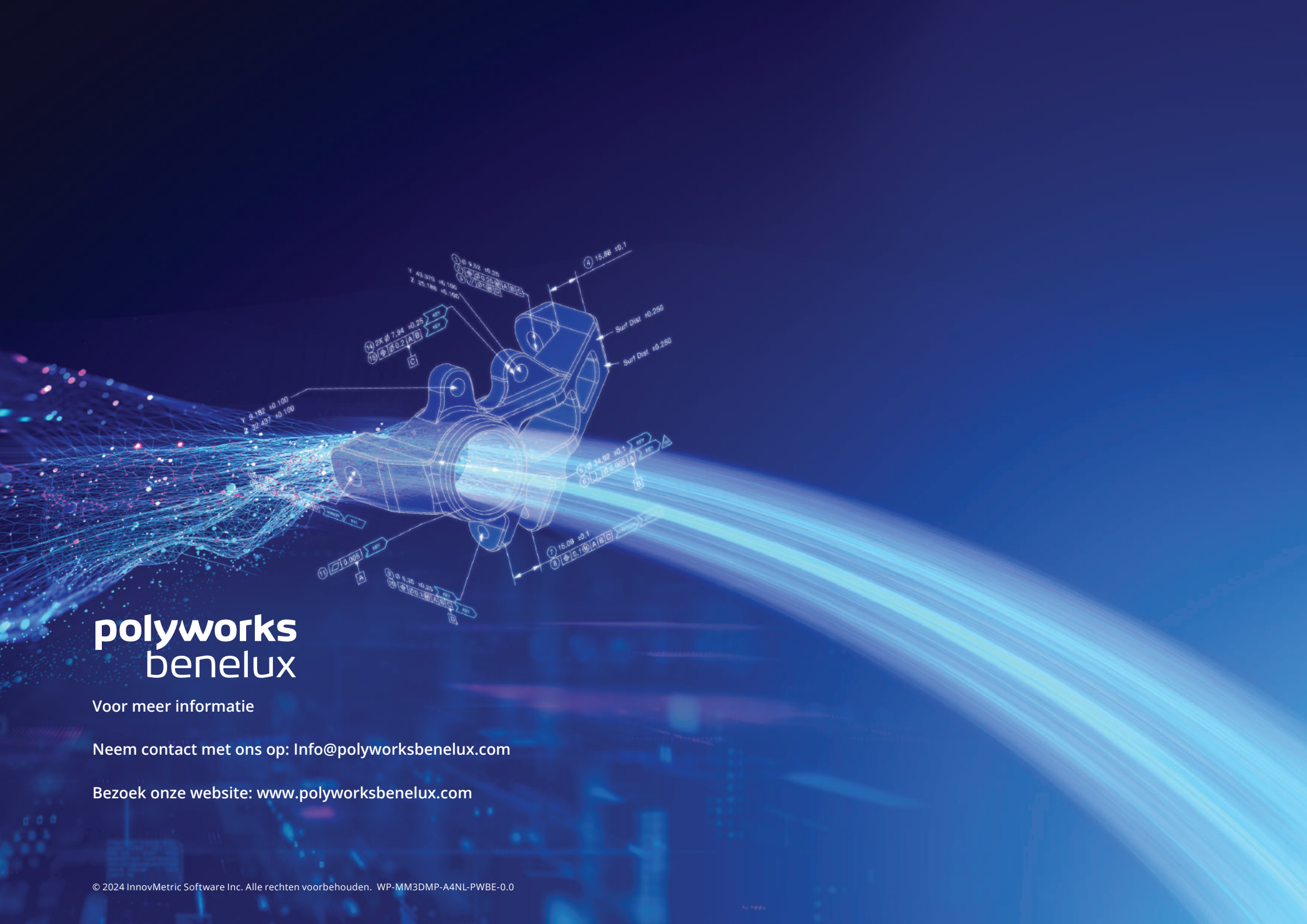
Het beheersen van moderne 3D-meetplanning en het verkrijgen van een uitgebreid digitaal 3D-meetplan zijn van cruciaal belang voor het verbeteren van de productiviteit en **digitale interoperabiliteit tussen uw engineering, productie en kwaliteitscontroleteams**.

Bij InnovMetric geloven we dat het inzetten van een digitale 3D-meetplanningsworkflow deel moet uitmaken van de digitale transformatie roadmap van elke productieorganisatie. Stap over van een half geautomatiseerde, half handmatige aanpak naar een volledig geïntegreerd digitaal 3D-meetplan **dat tijdverspilling en onnauwkeurigheden bij de gegevensoverdracht elimineert**. Met PolyWorks MBD-gebaseerde digitale 3D-meetplanning is een nieuw tijdperk aangebroken van **digitale interoperabiliteit tussen CAD-software en 3D-inspectiesoftware**. Afdelingsisolatie wordt bij de bron geëlimineerd, waardoor de basis wordt gelegd voor een hogere productiviteit en nauwkeurigheid.

Het waarborgen van de efficiëntie en resultaten van 3D-meetplanningen is niet langer een bijkomstigheid of een last.

Complete digitale 3D-meetplanning is nu beschikbaar voor toonaangevende CAD-platforms. Profiteer van deze voorwaartse verschuiving in denken en de **echte productiviteitsvoordelen** die het uw hele organisatie biedt door vandaag nog **contact op te nemen met InnovMetric**.





polyworks benelux

Voor meer informatie

Neem contact met ons op: Info@polyworksbenelux.com

Bezoek onze website: www.polyworksbenelux.com