



ATOS Capsule

Zařízení pro přesné optické 3D měření

Měření 3D souřadnic

Špičkové technologie a parametrická inspekce

Kontrola kvality s nejvyšším rozlišením

Technologie optického 3D měření

Pro průmyslovou kontrolu kvality výroby

Dotykové měřicí systémy, kontrolní přípravky a kalibry jsou v řadě průmyslových odvětví nahrazovány zařízeními s optickým snímáním 3D souřadnic. Získají totiž podrobnější a snadněji interpretovatelné informace o objektu s výrazně kratšími nároky na čas měření.

Zatímco dotykové měřicí systémy zachycují data v bodové formě nebo lineárním způsobem, optické měřicí systémy snímají data celoplošně. Výsledkem jsou odchylky mezi aktuálními 3D souřadnicemi a nominálními CAD daty. Protože takto naměřená data obsahují veškeré informace o objektu, software dokáže také automaticky vyhodnotit detailní informace jako GD&T, ořezové hrany nebo polohu otvorů.





Přesnost zařízení pro optické měření není daná precizní mechanikou, která bývá často náročná na údržbu, ale opírá se spíše o moderní optoelektroniku, inteligentní zpracování obrazu a matematické algoritmy. Přesnost zařízení se určuje na základě několika mezinárodně uznávaných standardů. Během měření je neustále kontrolován stav kalibrace skeneru. V případě potřeby se automaticky provede kalibrace nová. Díky tomu je měření stále přesné a kontrolované. Velkou výhodou tohoto systému jsou nulové ztráty přesnosti i v náročnějších provozních podmínkách. Nejistota měření je stejná jako u dotykových zařízení kontrolovaná pomocí etalonů, v tomto případě na dlouhém etalonu s koulemi umístěnými v přesně definovaných vzdálenostech.

Po celém světě je nainstalováno více než 10 000 měřicích systémů GOM. Podílí se na rozměrové kvalitě dílů nejen pro automobilový průmysl, jako jsou plechové díly, odlitky a vstřikované plastové díly, ale také při kontrole lopatek turbínových kol a ve spoustě dalších oblastí. Ve většině případů se detailní analýzy nepoužívají pro jednoduché posouzení dobrý / špatný díl, ale tvoří podklad pro optimalizaci výroby. Výsledky z měření tak do procesu výroby vkládají přidanou hodnotu.

Prvotní kontrola

V rámci prvotní kontroly dílů se standardně měří velký počet různých typů dílů. Technik vytváří měřicí programy offline v softwaru s prostředím podobným klasickým CAD systémům. Zde také připravuje inspekční projekt a měřicí protokol. Parametričnost softwaru a speciální funkce automatického učení výrazně urychlují programování a zajišťují vysokou spolehlivost celého procesu měření a inspekce. Po provedení aktuálního měření se data zpracují v inspekčním projektu. Zde se vypočítají odchylky od nominálních hodnot a automaticky se vygeneruje výstupní protokol.

Výroba

Robustnost hardwaru, rychlost měření a kompenzace kolísání teplot – to jsou hlavní faktory, které umožňují přesné měření i v náročnějších provozních podmínkách a umožňují použití zařízení i ve výrobě. Díky tomu odpadá komplikovaná přeprava měřených dílů do vzdálené měřicí místnosti. Operátor pracuje se zařízením ve speciálním zjednodušeném rozhraní (tzv. Kiosk mód), kde může zařízení snadno ovládat bez detailních znalostí měřicí technologie.

Skenery od firmy GOM

Technologická špička v průmyslových 3D skenerech

3D skenery ATOS

Hlavním komponentem všech automatizovaných zařízení ATOS ScanBox je 3D skener ATOS, který společnost GOM nabízí již od roku 1995. Skener ATOS je aktuálně k dispozici ve třech různých modelových řadách určených pro široké spektrum aplikací.

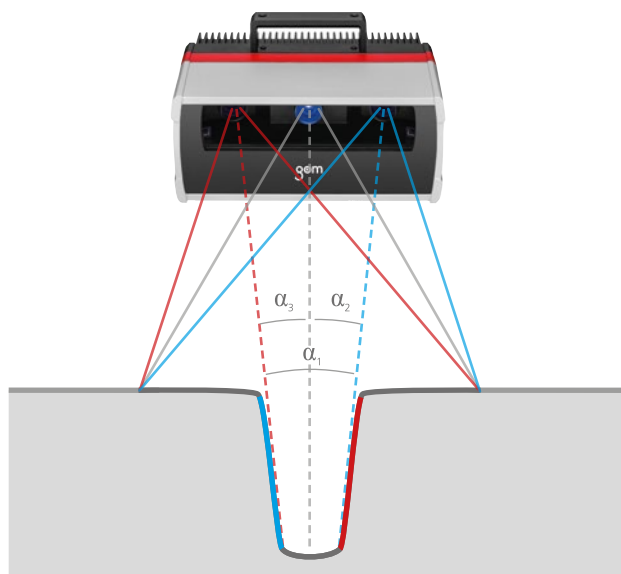


Vysoké rozlišení a rychlost měření – Výsledkem každého měření skeneru ATOS jsou 3D souřadnice rozložené napříč celou plochou. Za 1 až 2 sekundy je zachyceno až 12 milionů nezávislých měřicích bodů. Takto hustě naměřená data poskytují mimořádně detailní informace o měřené ploše a lze tedy na dílu měřit i velmi malé detaily.

ATOS Plus – Skenery ATOS lze v automatizovaných měřicích zařízeních GOM rozšířit o doplňkový modul Plus Box. Jedná se o fotogrammetrický přídavný senzor upevněný přímo na skener ATOS. Referenční body je možné měřit s přesností od 3 μm do 15 μm , a to plně automaticky. Referenční body pak tvoří základ pro celkovou přesnost měření kontrolovaného dílu. Pokud senzor ATOS při následném měření detekuje v záběru tyto referenční body, tak je záběr automaticky transformován do správné pozice ve 3D prostoru. Tímto způsobem je zajištěna vysoká přesnost měření.

Princip vícenásobné perspektivy skenování (Triple Scan)

Na povrch objektu jsou promítány přesné rastrové vzory, které jsou zaznamenávány dvěma kamerami na principu stereo snímání. Z kalibrace skeneru je známá vzájemná pozice obou kamer vůči sobě i vůči projektoru. Na základě toho již lze dopočítat 3D povrchové body pro tyto 3 kombinace perspektiv: levá kamera/projektor, pravá kamera / projektor, levá kamera/pravá kamera. Tento automaticky probíhající princip skládání perspektiv nabízí velkou výhodu při proměřování velmi členitých dílů a lesklých povrchů. Pokud z jedné perspektivy nelze povrch nasnímat, např. kvůli přímému odlesku světla do kamery, tak se data doplní z druhé nebo třetí perspektivy. Výsledkem je kompletně proměřený povrch dílu.



Technologie Blue Light – Projekční technologie GOM pracuje s úzkopásmovým modrým světlem, což znamená, že je možné během skenování odfiltrovat rušivé okolní světlo. Světelné zdroje jsou natolik účinné, že i v případě obtížně zpracovatelných ploch lze dosáhnout krátké doby měření. Navíc mají předpokládanou životnost přesahující 10 000 hodin.

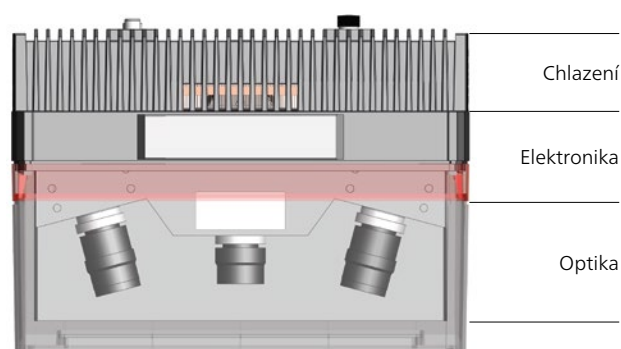
Automatické monitorování – ATOS Capsule při měření automaticky detekuje měnící se okolní světelné podmínky a dokáže se změnám přizpůsobit. Software nepřetržitě monitoruje stav kalibrace, přesnost transformace jednotlivých skenů, změny intenzity okolního světla a pohyb měřeného dílu vůči skeneru. Díky tomu je vždy zajištěna vysoká kvalita naměřených dat.



ATOS Capsule

Zařízení pro přesné optické 3D měření

ATOS Capsule je přesné optické měřicí zařízení pro celoplošnou digitalizaci povrchové geometrie dílů. Měření je založeno na principu projekce pruhů světla na povrch měřeného dílu. Zařízení je určené pro kontrolu kvality malých až středně velkých dílů. Typickým příkladem použití systému ATOS Capsule je prvotní inspekce ozubených kol, lopatek turbíny, turbinových kol, plastových dílů nebo dílů pro zdravotnictví. Díky velkému rozlišení kamer je schopen s vysokou přesností naměřit i velmi malé detaily. Robustní konstrukce skeneru garantuje vysokou stabilitu procesu v automatizovaných aplikacích.



Vnitřní konstrukce skeneru je vyrobena technologií přesného lití hliníku. To garantuje vysokou tuhost mechanických částí skeneru a předurčuje zařízení pro použití v náročných průmyslových podmínkách. Optické a elektronické součásti jsou chráněny před prachem a stříkající vodou. Objektivy kamer a projektoru jsou za krytem ze speciálního antireflexního skla. Elektronické komponenty jsou hermeticky utěsněny a chlazení se provádí přes vnější chladicí žebra umístěná podél těla skeneru. Průmyslové konektory potom zajišťují napájení a bezporuchový přenos dat.

Technické parametry

Zařízení ATOS Capsule je k dispozici ve dvou verzích. Podle rozlišení kamer, a s tím související schopností zachytit velmi malý detail, je možné volit mezi 8MPx nebo 12MPx variantou. Zařízení pak nasnímá buď 8, nebo 12 milionů bodů v jednom záběru. Jednoduchou výměnou objektivů lze nastavovat různé měřicí objemy a přizpůsobit tak velikost záběru měřenému dílu. Rozměry skeneru, jeho hmotnost a krátká měřicí vzdálenost usnadňují jeho použití v praxi.

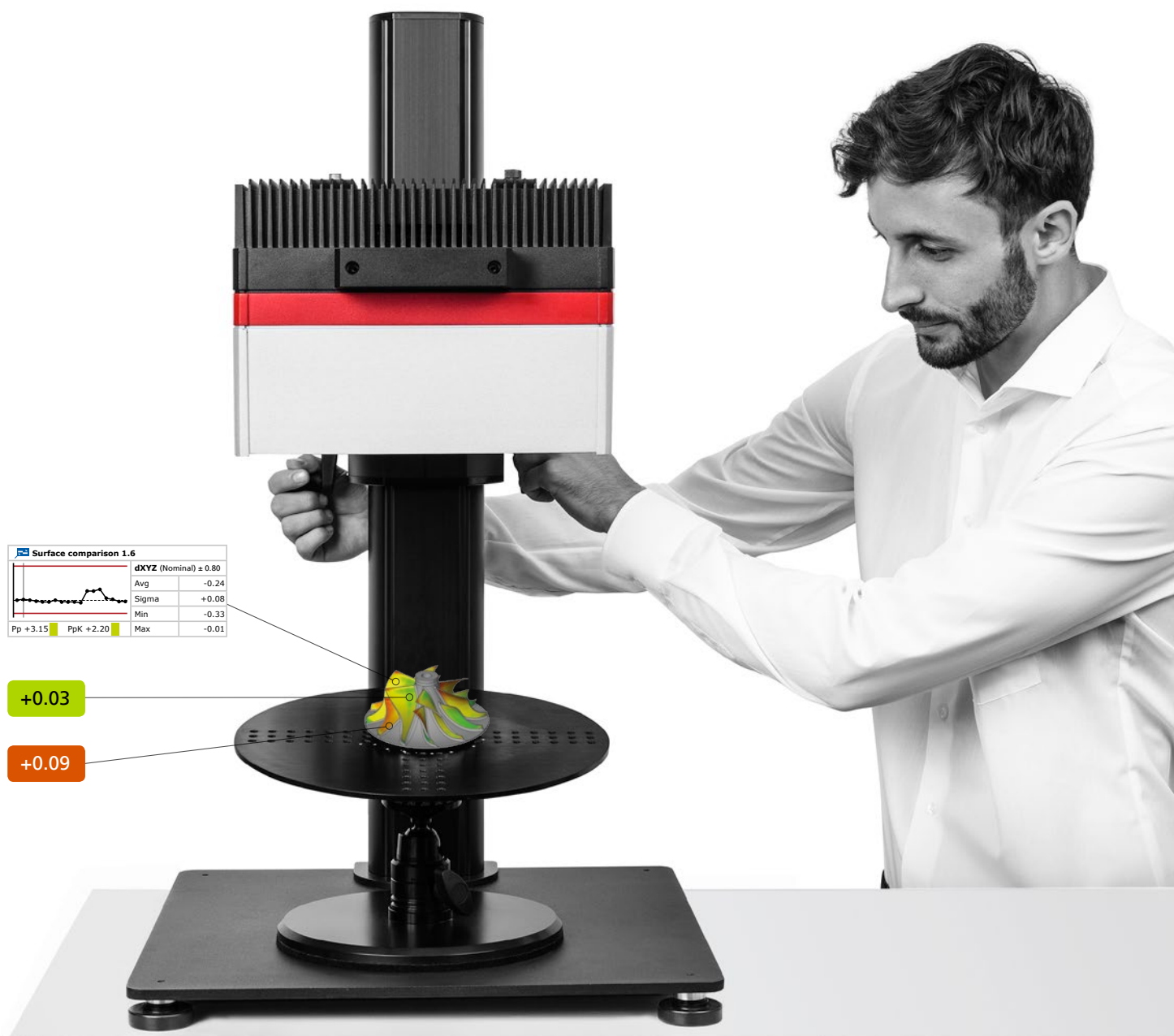
Měřicí objemy	MV 70	MV 120	MV 200	MV 320
Velikost záběru [mm]	70×50	120×80	200×140	320×240
Měřicí vzdálenost [mm]	290	290	290	290
Varianta skeneru	8 nebo 12 milionů bodů na 1 záběr			
Rozměry skeneru [mm]	310 × 220 × 150			
Hmotnost	přibližně 7 kg			
Provozní teplota	+5 °C až +35 °C (bez kondenzace)			
Zakrytování	prachotěsné, odolné proti stříkající vodě			

ATOS Capsule v praxi

Ve standardizovaném měřicím zařízení ATOS ScanBox se skener ATOS Capsule používá k plně automatizovanému měření a inspekci malých až středně velkých dílů. ATOS ScanBox je komplexní optické 3D měřicí zařízení vyvinuté společností GOM pro automatizovanou kontrolu kvality výroby. Je dostupné v několika variantách pro různé velikosti dílů a způsoby použití.

V zařízení ATOS ScanBox série 4 se skener ATOS Capsule stane mobilním a velmi flexibilním měřicím zařízením pro malé díly. Ve variantě ATOS ScanBox série 5 a 6 lze ATOS Capsule doplnit o fotogrammetrický modul Plus Box. Díky tomu lze měřit i větší díly nebo několik dílů současně.

Při manuálním měření se skener ATOS Capsule používá se standem nebo stolním stojanem. Při poloautomatickém měření je zařízení rozšířeno o 3 osou motorizovanou sadu umožňující vertikální polohování skeneru a naklápění/rotaci měřeného dílu.



Pracovní postup

Software ATOS Professional VMR

Měření a inspekce

Ruční aplikace – Skener ATOS se umístí před měřený díl a provede se 1 záběr. Po každém záběru se skener nebo díl posune tak, aby byly postupně proměřeny všechny požadované oblasti. Jednotlivé záběry jsou automaticky transformovány do společného souřadného systému. Výsledkem je komplexní mrak 3D bodů vizualizovaný jako polygonální síť. Software umožňuje na základě 3D CAD modelu a měřicího plánu připravit inspekci už i ve fázi, kdy ještě není fyzický díl naměřený.

Automatické aplikace – Virtuální měřicí místnost (VMR) je speciální softwarové prostředí, ve kterém se připravuje měřicí program a inspekce. Je společné pro všechny typy zařízení ATOS ScanBox. Probíhá v něm simulace reálného měřicího prostředí včetně kinematiky robota. Uživatel tak může vytvářet měřicí programy, aniž by musel mít specifické znalosti v oblasti programování robotů. Všechny pohyby robota jsou nejprve simulovány ve virtuální měřicí místnosti, kde jsou kontrolovány na případné kolize. Pouze takto prověřený program je možné spustit na reálném robotu.



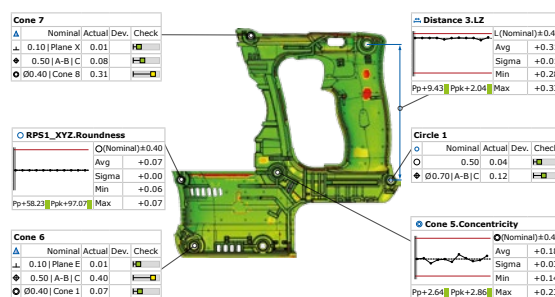
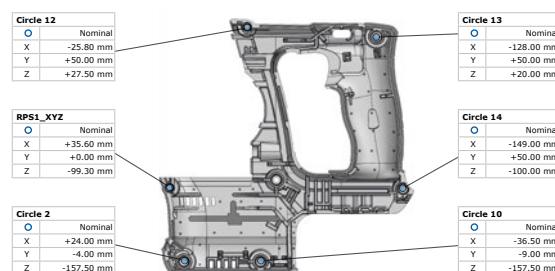
Příprava inspekce – Import 3D CAD modelu a měřicího plánu. Software automaticky zpracuje měřicí plán a vytvoří požadované inspekční elementy. Stejně tak jako tyto elementy, tak i výstupní protokol může být připraven ještě dřív, než jsou naměřena reálná data. Po naměření se doplní všechny aktuální hodnoty a v reportu se zobrazí požadované vyhodnocení.

Programování robota – VMR funkce pro automatické generování poloh vypočítá polohy skeneru pro všechny požadované inspekční elementy a vybrané plochy CAD modelu. Následná optimalizace drah pozmění pořadí těchto poloh z hlediska zkrácení doby měření. Automaticky jsou při tom řešeny případné kolize při přejezdech robota. Díky těmto funkcím vznikají velice stabilní měřicí programy a také se výrazně zkracuje doba přípravy i vlastního měření.

Nastavení parametrů měření – U offline vytvořených měřících programů je potřeba nastavit správné měřicí parametry jako je např. expoziční čas. Ty se nastavují pouze jednou při prvním spuštění programu s reálným robotem. Robot se přesune do požadované měřicí polohy, kde software automaticky zjistí optimální parametry měření podle reálných optických vlastností měřeného povrchu. Kromě expozičního času software také automaticky detekuje odlesky dílu a přizpůsobuje tomu masku projektovaného rastru. Zabrání se tím nežádoucím odleskům, které způsobují nepřesné měření.

Sériové měření – Připravený měřicí program a inspekci lze použít pro vyhodnocení nejen jednoho dílu, ale také opakovaně pro více stejných dílů z dané série. Robot je plně řízen softwarem a postupně se posouvá do jednotlivých měřících poloh. U každého záběru se vždy provádí kontrola, zda měření splňuje kvalitativní kritéria. Při změně 3D CAD modelu nebo měřicího plánu lze projekt rychle aktualizovat díky plně parametrickému softwaru.

Vyhodnocení měření – Po dokončení vlastního měření software vypočítá optimalizovanou polygonální síť reprezentující povrch měřeného dílu. Dále doplní hodnoty do všech aktuálních inspekčních elementů v projektu a tyto porovná s nominálními elementy. Poté se automaticky zaktualizují stránky výstupního protokolu, kde se zobrazí odchylky právě změřeného dílu. Výstupem z měření může být nejen grafický protokol, ale také data pro další zpracování ve statistických softwarech. Celý proces měření, vyhodnocení a exportu výsledků může probíhat plně automaticky bez zásahu obsluhy.



Vyhodnocení a výstupní protokoly

Software ATOS Professional VMR

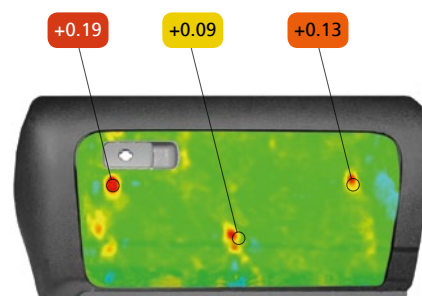
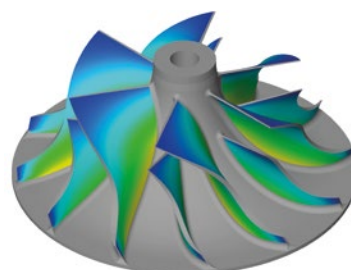
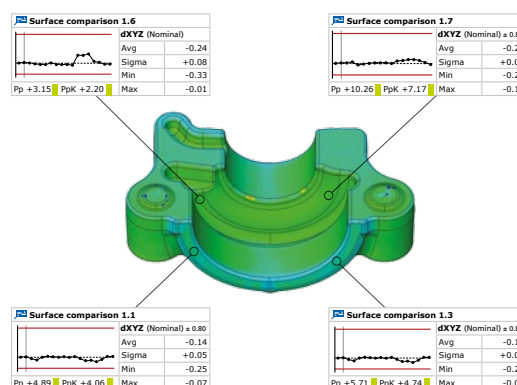
Certifikovaný inspekční software

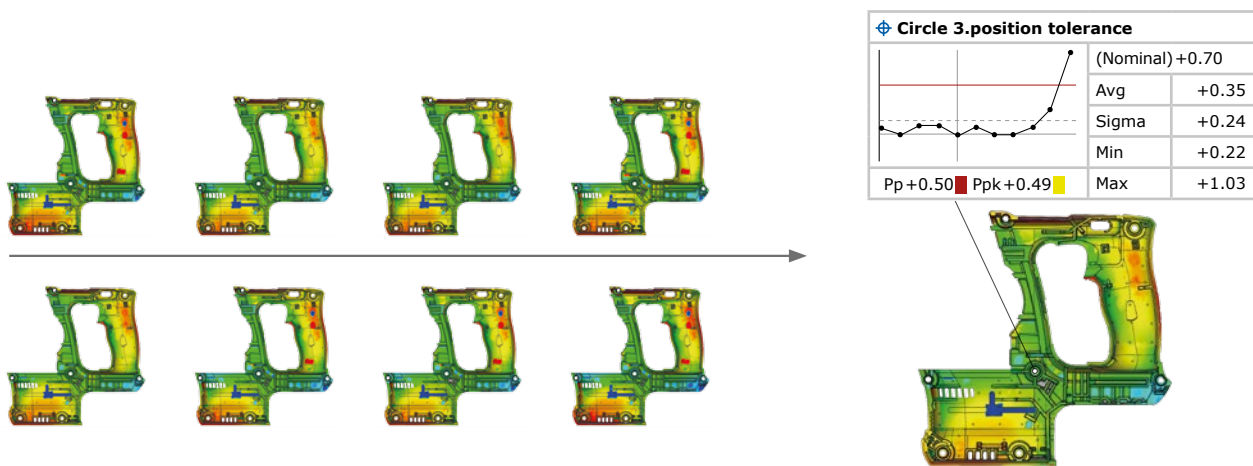
Software GOM byl otestován a následně certifikován instituty PTB a NIST. Tím je garantovaná vysoká stabilita a přesnost softwaru nejen výrobcem, ale také nezávislou institucí. Přesnost inspekčního softwaru byla potvrzena porovnáním naměřených výsledků s výsledky referenčními. Software GOM tak mohl být zařazen do kategorie 1, tedy do nejlepší kategorie vykazující nejmenší odchylky měření.

Porovnání aktuálních a nominálních dat – Vypočítaná polygonální síť přesně popisuje volné tvary i standardní geometrické prvky měřeného dílu. Ze 3D CAD modelu je možné standardní geometrické prvky extrahovat (přímka, rovina, kružnice, válec, kužel) a získat tak nominální hodnoty k porovnání. Naměřená data lze také porovnávat s údaji na výkrese nebo pomocí barevné mapy odchylek přímo s 3D CAD modelem. Software má implementované 2D i 3D inspekční analýzy aplikovatelné na plochy, řezy nebo diskrétní body.

Ustavení – Software GOM disponuje všemi standardními nástroji pro ustavení naměřených dat do požadovaného souřadného systému. Patří sem RPS ustavení, ustavení pomocí geometrických prvků, ustavení do lokálních souřadných systémů, ustavení pomocí referenčních bodů a různé kombinace BestFit ustavení (ať už globální na celý tvar nebo lokální na vybrané plochy). K dispozici jsou také speciální metody ustavení používané u inspekce lopatek turbín (Balanced Beam, Equalized Nested). V případě potřeby se mohou u některých funkcí ustavení definovat i vícenásobné iterace.

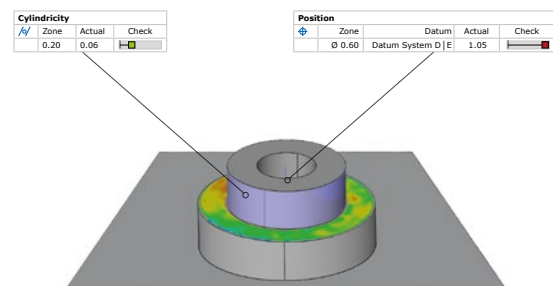
Mapa povrchových defektů – Tato funkce detekuje a vizualizuje velmi malé povrchové defekty, jako jsou důlky, promáčkliny, výstupky, rýhy a další podobné vady povrchu. Barevná mapa povrchových defektů se generuje přímo na naměřené polygonální síti. Nápadně vizualizuje a vyhodnocuje lokální vypoukliny i prohlubně. Porovnáním nominálních ploch CAD modelu a aktuálních naměřených ploch je možné odfiltrovat celkovou deformaci od lokálních vad. Výsledná barevná mapa potom ukazuje pouze lokální vady bez ohledu na rozměrovou nepřesnost celého dílu.



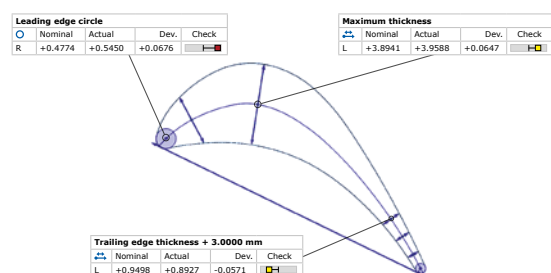


Analýza trendu odchylek, SPC a deformační analýza – Díky parametrickému softwaru GOM je možné provádět jak deformační analýzy měřeného dílu, tak i analýzy trendu odchylek, které jsou klíčové pro statistické řízení procesů (SPC). V jednom projektu lze vyhodnocovat hned několik dílů najednou a získat tak statistické veličiny jako Cp, Cpk, Pp, Ppk, minimum, maximum, průměr nebo sigma. Tyto charakteristiky mohou být zobrazeny pro diskretní body formou grafu nebo pro celý naměřený tvar formou barevné mapy.

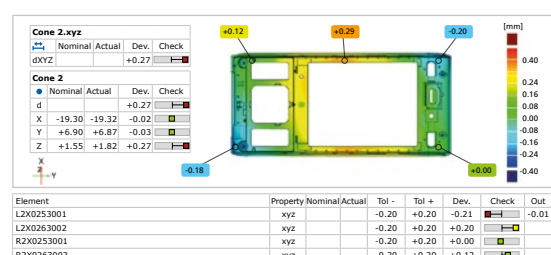
GD&T geometrické tolerance tvaru a polohy – Na rozdíl od základní rozměrové analýzy se GD&T vyhodnocení zaměřuje na funkční aspekty dílu. Charakteristiky GD&T jsou například rovinnost, rovnoběžnost, válcovitost, poloha prvku a další. Podporovaný je jak základní způsob vyhodnocení, tak i s podmínkou maxima / minima materiálu. Polohu prvku lze vyhodnotit k systému základen i k lokálnímu souřadnému systému.



Inspekce turbínových lopatek – Software má integrované speciální funkce pro inspekci turbínových lopatek. V libovolném 2D řezu lze analyzovat střední osu profilu lopatky, těživu, tloušťku materiálu, těžiště profilu, rádius na náběhové i odtokové hraně a také pootočení profilu vůči nominální poloze.



Vytváření protokolů – Softwarový modul pro tvorbu výstupních protokolů umožňuje uživateli vytvářet grafické protokoly obsahující snímky z 3D pracovního okna, obrázky, popisky, tabulky, diagramy, texty a grafy. Stránky protokolu se dají kdykoliv editovat a v případě potřeby lze jejich obsah znovu vyvolat do 3D pracovního okna. Jednou vytvořený protokol může sloužit jako šablona pro další měření stejného dílu, a to díky parametrické provázanosti stránek protokolu s jednotlivými inspekčními elementy v projektu. Finální výstup grafického protokolu je do formátu PDF.



ATOS ScanBox

Kompletní měřicí zařízení od jednoho výrobce

ATOS ScanBox je kompletní zařízení pro automatizované optické 3D měření. Společnost GOM jej vyvinula s cílem zvýšit efektivitu kontroly kvality výroby a výrobních procesů. Volit lze z 9 modelových řad, které se liší podle velikosti měřeného dílu a podle typu aplikace využití. Po celém světě již bylo nainstalováno několik stovek zařízení ATOS ScanBox v nejrůznějších průmyslových odvětvích.

Standardizovaná kvalita – ATOS ScanBox je standardizované měřicí zařízení s certifikací podle směrnice o strojních zařízeních. Na rozdíl od individuálně projektovaných zařízení u ATOS ScanBoxu nevzniká žádné riziko dodatečných nákladů kvůli analýze rizik, ověřování funkčnosti nebo data dodání. Díky standardizaci si lze předem ověřit funkčnost zařízení pro danou úlohu na jakémkoliv jiném již nainstalovaném zařízení ATOS ScanBox.

Zařízení ATOS ScanBox má krátké dodací lhůty. Uvedení do provozu může trvat od několika málo hodin u malých zařízení série 4 až po dva týdny v případě velkých zařízení série 7 a 8. Na rozdíl od klasických měřicích strojů není kinematika postavena na jemné mechanice, ale na robustních tuhých komponentech. Díky tomu zařízení nepodléhá opotřebení a může fungovat přesně a spolehlivě i v náročných provozních podmínkách.

Úspora místa – Všechny modely ATOS ScanBox se vyznačují kompaktní konstrukcí. Modely ATOS ScanBox 4105, 5108 a 5120 nevyžadují ukotvení k podlaze ani speciální měřicí stoly. Lze je tedy ve velmi krátkém čase smontovat a uvést do provozu. Vše, co je potřeba ke zprovoznění zařízení, je elektrická přípojka a případně datová zásuvka pro připojení do lokální sítě

Modelová řada ATOS ScanBox



Série 4

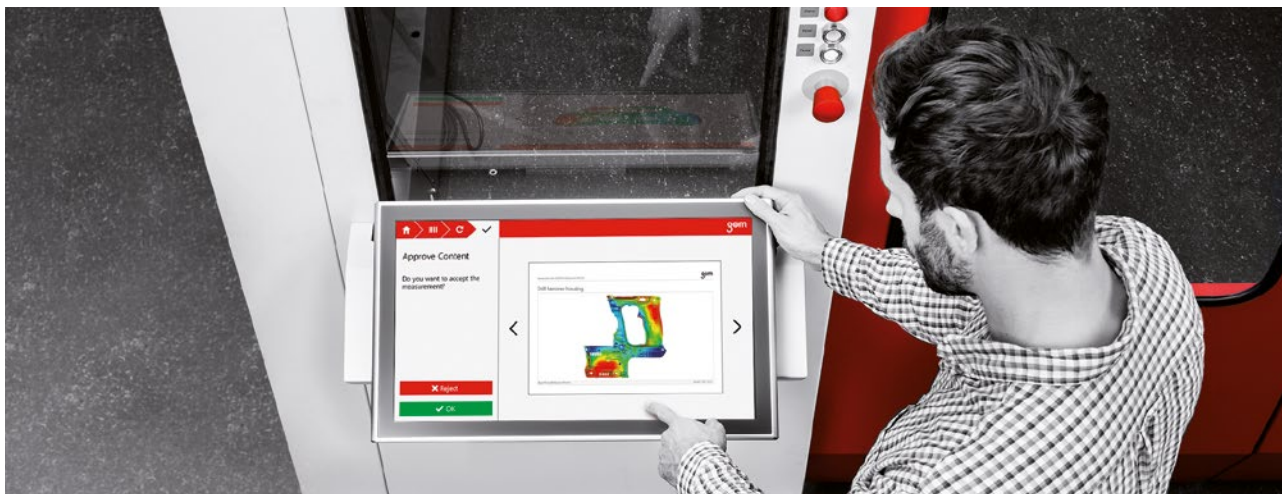


Série 5



Série 6





Jednoduchá obsluha – Rozhraní Kiosk je speciální uživatelské prostředí pro jednodušší obsluhu zařízení ATOS ScanBox. Software po přepnutí do tohoto volitelného režimu automaticky řídí celý proces od měření přes vyhodnocení až po výsledný protokol. Operační systém, data i parametry měření jsou při tom chráněny před nežádoucími zásahy uživatele. Díky tomu je zajištěna vysoká stabilita procesu a zachována stálá přesnost měření.

Vysoká rychlost měření – Při použití zařízení ATOS ScanBox je doba měření dílu včetně vyhodnocení kratší více než o polovinu v porovnání s klasickými dotykovými měřicími stroji.

Online sledování vs. fotogrammetrie – V případě optických měřicích zařízení založených na robotickém polohování skeneru je poloha záběru závislá na přesnosti zastavení robota v požadované pozici. Mechanická přesnost robota však není pro účely měření dostatečná. Aby bylo možné každý záběr skeneru přesně transformovat do společného souřadného systému, musí být polohy skeneru definovány jinou přesnější metodou.

Online sledování – měřicí skener je online sledován dalším měřicím zařízením (tzv. tracker), které neustále zjišťuje absolutní polohu skeneru v prostoru. Tato metoda je citlivá na vibrace od podlahy a relativní pohyby měřeného dílu vůči skeneru. Tyto nestabilní podmínky mají za následek nepřesné měření. V případě měření vnitřních tvarů karoserie je tato metoda nevhodná, protože skener není uvnitř karoserie pro tracker viditelný a nelze tudíž měřit.

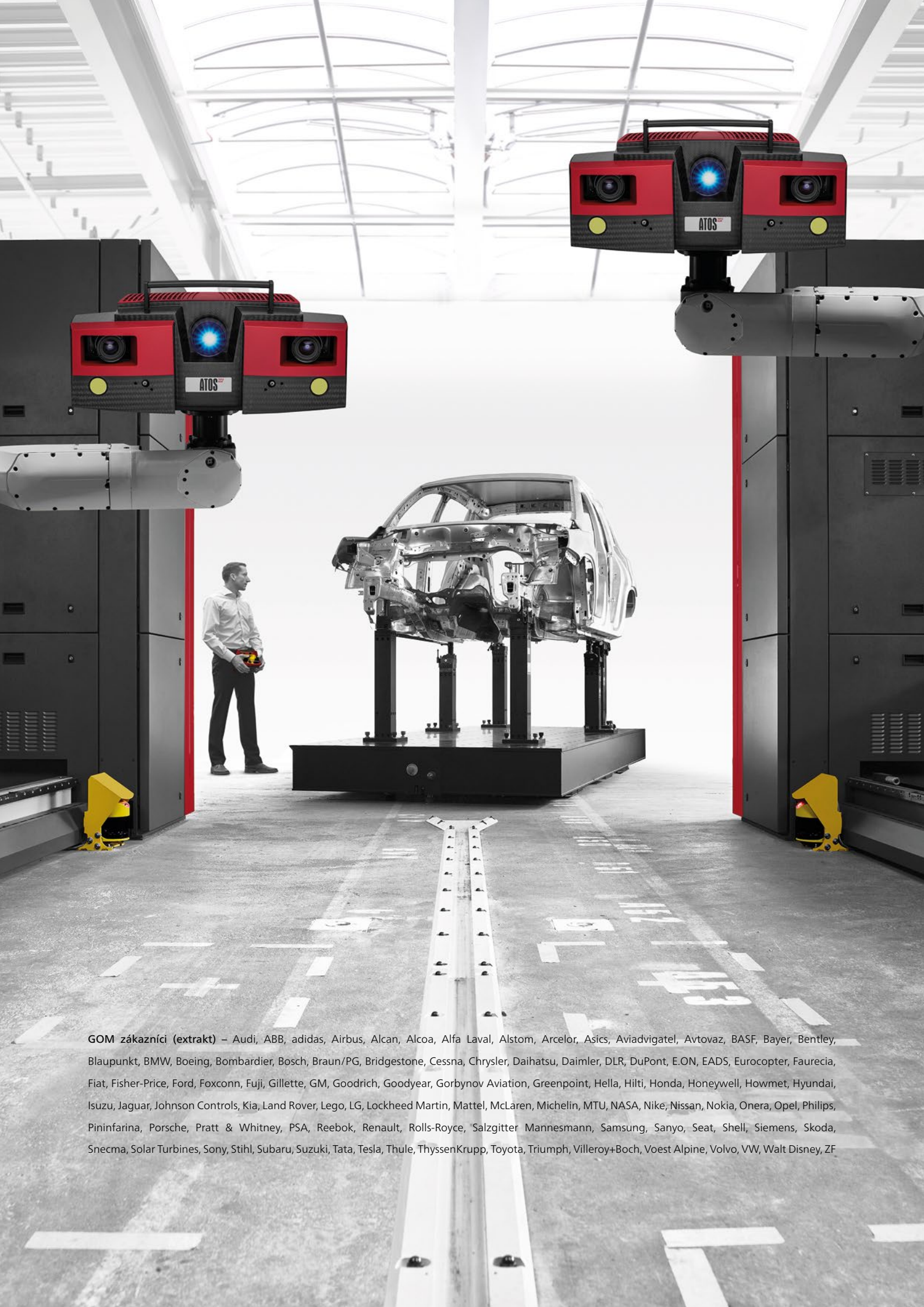
Fotogrammetrie – Skládání jednotlivých záběrů probíhá na základě referenčních značek umístěných na měřeném objektu. Poloha každé značky je přesně proměřena pomocí fotogrammetrie. Při následném měření skenerem zařízení automaticky rozpoznává jednotlivé značky a záběry ihned skládá do společného souřadného systému. Tato metoda je velmi přesná a nezávislá na okolních podmínkách.



Série 7



Série 8



GOM zákazníci (extrakt) – Audi, ABB, adidas, Airbus, Alcan, Alcoa, Alfa Laval, Alstom, Arcelor, Asics, Aviadvigatel, Avtovaz, BASF, Bayer, Bentley, Blaupunkt, BMW, Boeing, Bombardier, Bosch, Braun/PG, Bridgestone, Cessna, Chrysler, Daihatsu, Daimler, DLR, DuPont, E.ON, EADS, Eurocopter, Faurecia, Fiat, Fisher-Price, Ford, Foxconn, Fuji, Gillette, GM, Goodrich, Goodyear, Gorbunov Aviation, Greenpoint, Hella, Hilti, Honda, Honeywell, Howmet, Hyundai, Isuzu, Jaguar, Johnson Controls, Kia, Land Rover, Lego, LG, Lockheed Martin, Mattel, McLaren, Michelin, MTU, NASA, Nike, Nissan, Nokia, Onera, Opel, Philips, Pininfarina, Porsche, Pratt & Whitney, PSA, Reebok, Renault, Rolls-Royce, Salzgitter Mannesmann, Samsung, Sanyo, Seat, Shell, Siemens, Skoda, Snecma, Solar Turbines, Sony, Stihl, Subaru, Suzuki, Tata, Tesla, Thule, ThyssenKrupp, Toyota, Triumph, Villeroy+Boch, Voest Alpine, Volvo, VW, Walt Disney, ZF

GOM

Přesná průmyslová 3D metrologie

Společnost GOM vyvíjí, vyrábí a dodává kompletní měřicí zařízení pro automatizované měření 3D souřadnic a 3D testování komponent. Vývoj a výroba je založena na nejnovějších výsledcích výzkumu a inovativních technologiích.

Společnost GOM úzce spolupracuje s více než 60 distributorskými firmami po celém světě a síť zaměstnanců čítá více než 1 000 specialistů v oboru metrologie. GOM garantuje odborné poradenství, profesionální podporu a servis v místním jazyce uživatele. Společnost GOM také pořádá školení, konference a aplikační semináře, kde předává dál své know-how z optické metrologie.

Společnost GOM vyvíjí měřicí techniku v Braunschweigu již od roku 1990. V odděleních výzkumu a vývoje pracuje více než 100 inženýrů, matematiků a vědců pracujících na současných i budoucích technologiích oboru metrologie.

V tomto okamžiku je po celém světě nainstalováno více než 10 000 GOM zařízení. Zlepšují kvalitu produktů, urychlují jejich vývoj a optimalizují výrobní procesy. Uplatnění mají nejen v mezinárodních společnostech automobilového průmyslu a letectví, ale také v odvětví spotřebního zboží a řadě výzkumných institucí a univerzit.



Sídlo firmy GOM v Braunschweigu, Německo



www.mcae.cz



www.gom.com