

# 3D-scanning

[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

## Inom

### Optisk kvalitetskontroll och mätteknik

Cascade för ut teknik och tillhörande processer inom området optisk 3D-scanning och optisk deformationsmätning till industriföretag och organisationer i Norden





[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

## Exempel på 3D-scanningsmetoder

- CT = Computerized Tomographic scanning (datortomografi)
- Laser-scanning
- CMM = Coordinate Measuring Machine (mätprobe)
- Optisk scanning

[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

**CT**



[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

## Laser scanner



Box



Areascanner



Handhållen

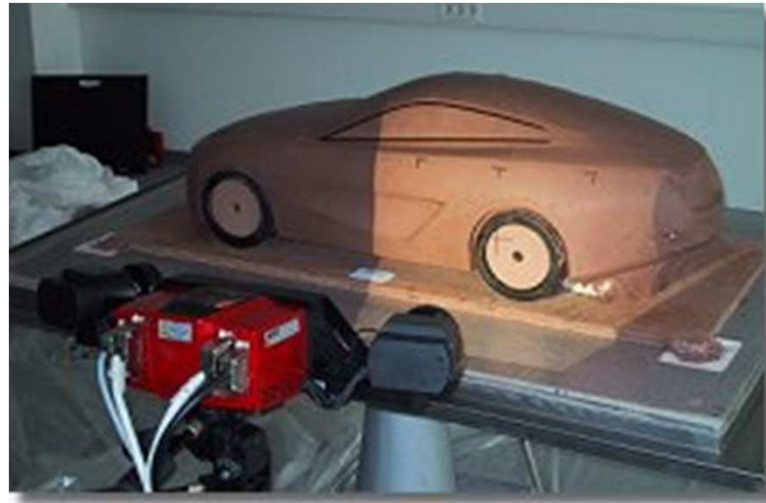
[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

# CMM



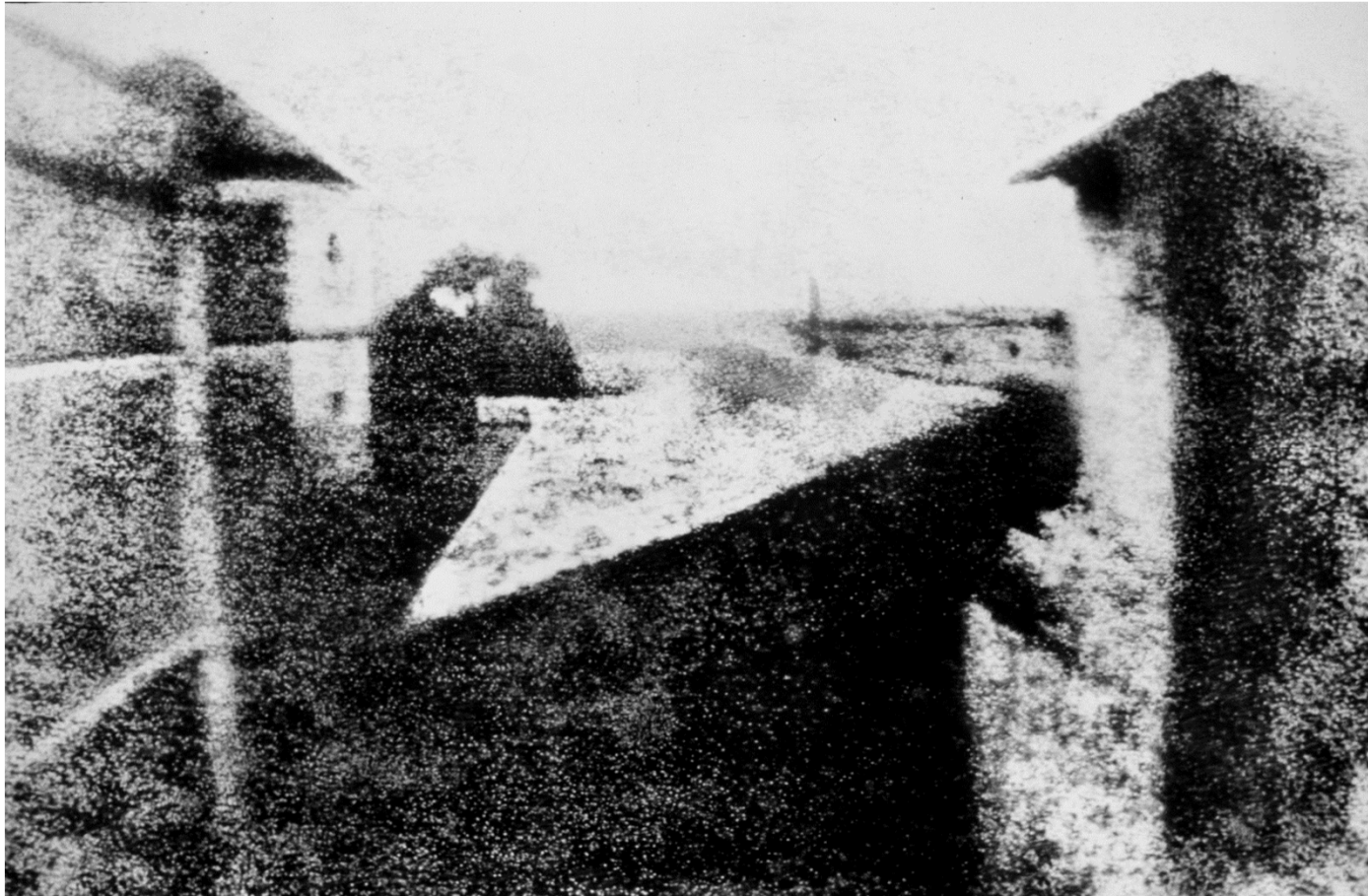
[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

## Optisk 3D scanning



[www.cascade.se](http://www.cascade.se)





Första fotografiet på papper  
(1816 – Niepce)

[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

## 1990 talet: Genombrottet för digital bildhantering

- Digitalkameror
- Hög upplösning, integrerade minnen
- PC hårdvara



Kodak DCS 420

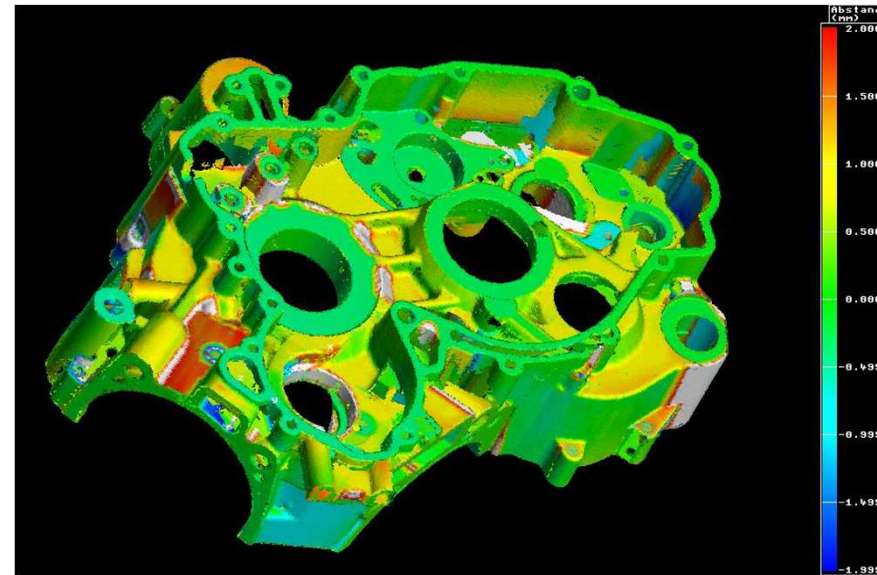
[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

- Mitten av 90-talet, att bara kunna fånga en yta med en 3D-scanner gick men...
- Vanligt att större designstudios började att använda 3D-scanning för att gå från fysisk modell till digital modell.



[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

- År 2000, 3D-scanning finns inom verktygsavdelningar och för kvalitetskontroll.



[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

- 3D-scanning vid halvaautomatiska lösningar för kvalitetskontroll.



[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

- Idag har 3D-scanning börjat att användas vid helautomatisk kvalitetskontroll med hjälp av robotlösningar.



**Eller inlinelösning**

[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

## 3D-scanning

- Fångar ytor och hela modeller för överföring till CAD.

Fysisk modell → Scanning →  
Ytberedning → CAD

- Design
- Modifiering av befintlig produkt
- Reverse engineering



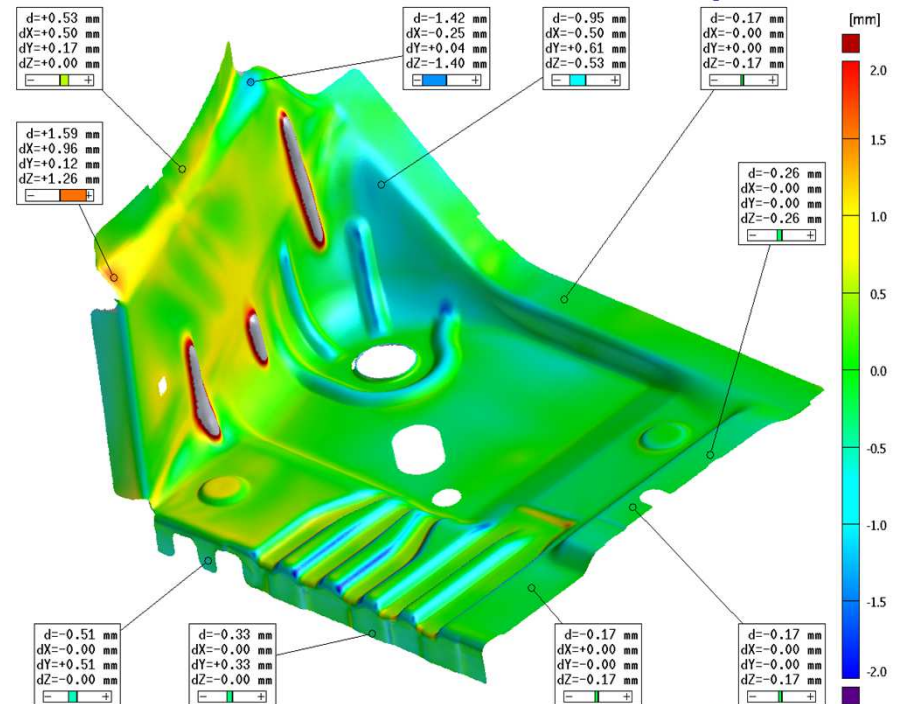
[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

## 3D-scanning

- Kvalitetskontroll mellan inscannad geometri och CAD-geometri

Scanna detaljen → Jämför med CAD-Modell → Rapport

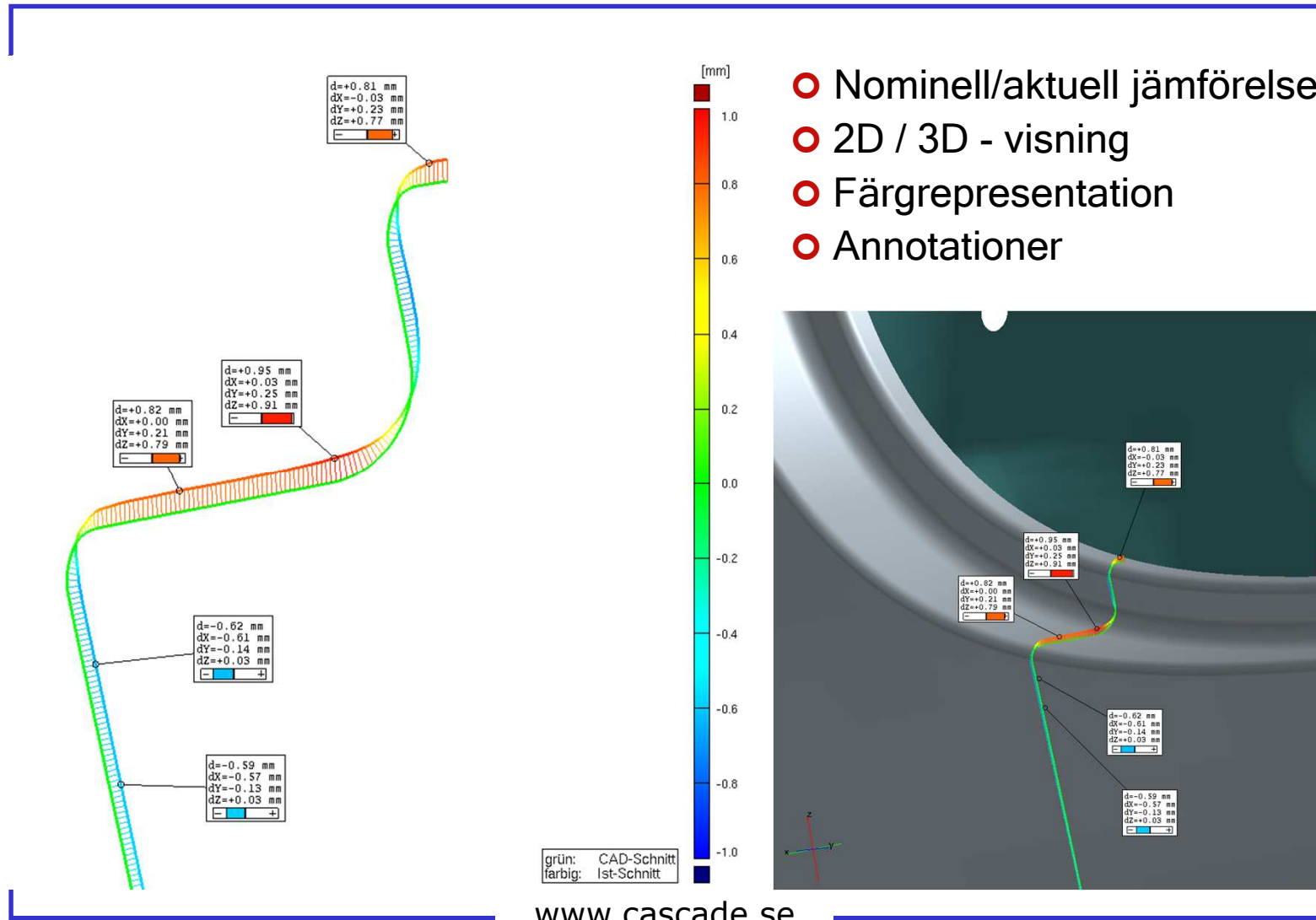
- Kvalitetskontroll i olika former
- Jämförelse mellan detaljer



[www.cascade.se](http://www.cascade.se)



# Analys av sektion

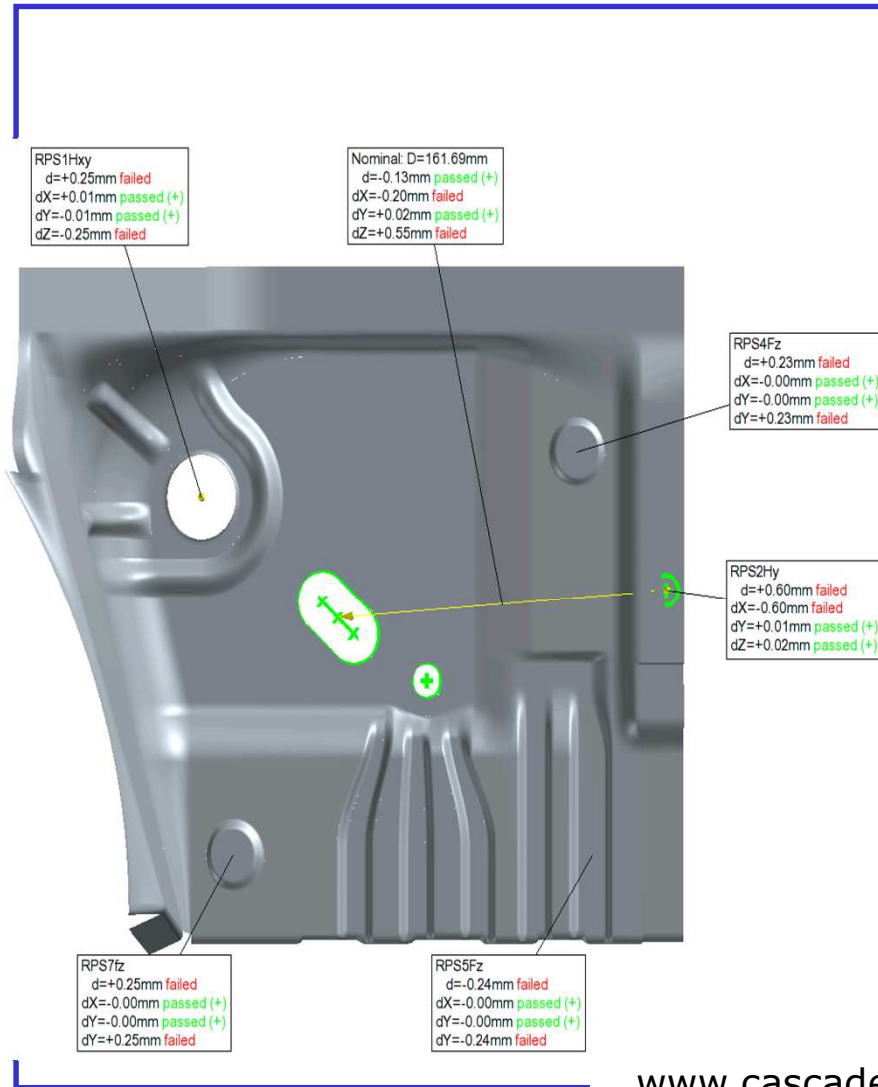


- Nominell/aktuell jämförelse
- 2D / 3D - visning
- Färgrepresentation
- Annotationer



# CMM funktionalitet

- Punktanalys
- Aktuell/nominell jämförelse
- Kontroll av toleranser
- Olika exportformat



Surface Control						
Name	Nominal Coordinate [mm]	Measured Coordinate [mm]	Tolerance - [mm]	Tolerance + [mm]	Difference [mm]	Tolerance Verify
<b>RPS4Fz</b>						
General			-0.20	+0.20	0.23	failed
X	568.00	568.00	-0.20	+0.20	-0.00	passed (+)
Y	-520.00	-520.00	-0.20	+0.20	-0.00	passed (+)
Z	-43.00	-42.78	-0.20	+0.20	+0.23	failed
<b>RPS5Fz</b>						
General			-0.20	+0.20	-0.24	failed
X	575.00	575.00	-0.20	+0.20	-0.00	passed (+)
Y	-680.00	-680.00	-0.20	+0.20	-0.00	passed (+)
Z	-49.00	-49.24	-0.20	+0.20	-0.24	failed
<b>RPS7fz</b>						
General			-0.20	+0.20	0.25	failed
X	399.99	399.99	-0.20	+0.20	-0.00	passed (+)
Y	-680.00	-680.00	-0.20	+0.20	-0.00	passed (+)
Z	-41.99	-41.74	-0.20	+0.20	+0.25	failed
<b>Point 1</b>						
General			-0.20	+0.20	0.41	failed
X	361.69	362.08	-0.20	+0.20	+0.39	failed
Y	-669.93	-669.82	-0.20	+0.20	+0.12	passed (+)

www.cascade.se

## 3D-scanning

- Verifiering av verktyg

Scanning → STL-fil →  
Ev CAM beredning

- För framtiden
- Renovering
- Kopiering



[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

## 3D-scanning

- Automatisering

Automatiserad scanning →  
Macrostyrd kvalitetskontroll →  
Macrostyrd rapportering

- Produktionsnära kontroll
- Snabbare scanning
- Även halvautomatiska lösningar

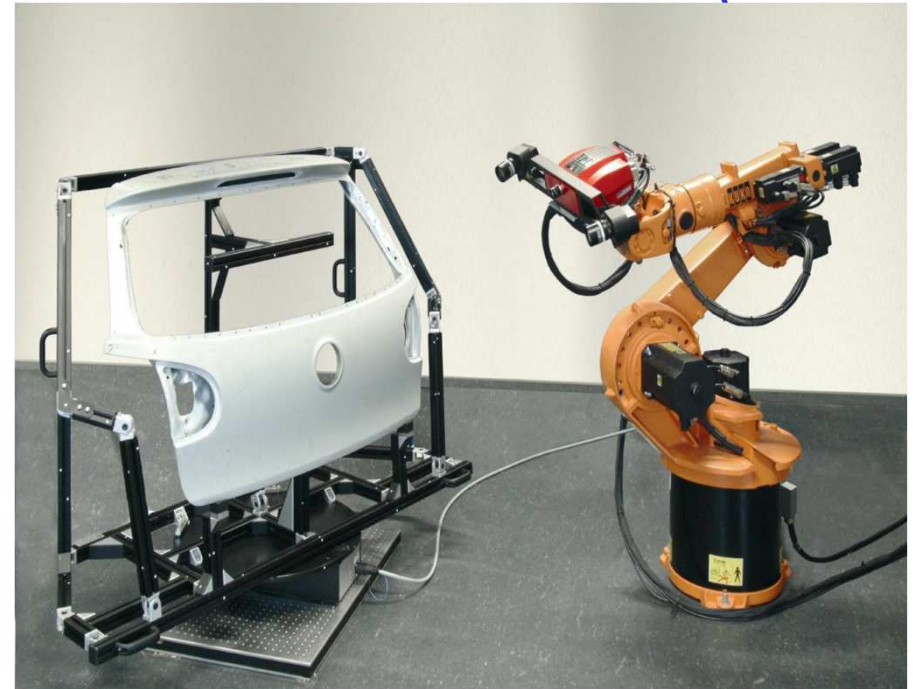
[www.cascade.se](http://www.cascade.se)



# Automation Test-Setup

## Bakdörr

- Enkel fixtur
- En robot hanterar en ATOS III scanner (1000 x 1000 x1000 mm mätvolym)
- Fixturen med bakdörren står på ett rotationsbord
- Flexibel positioning med kombinationen av robot och rotationsbord.



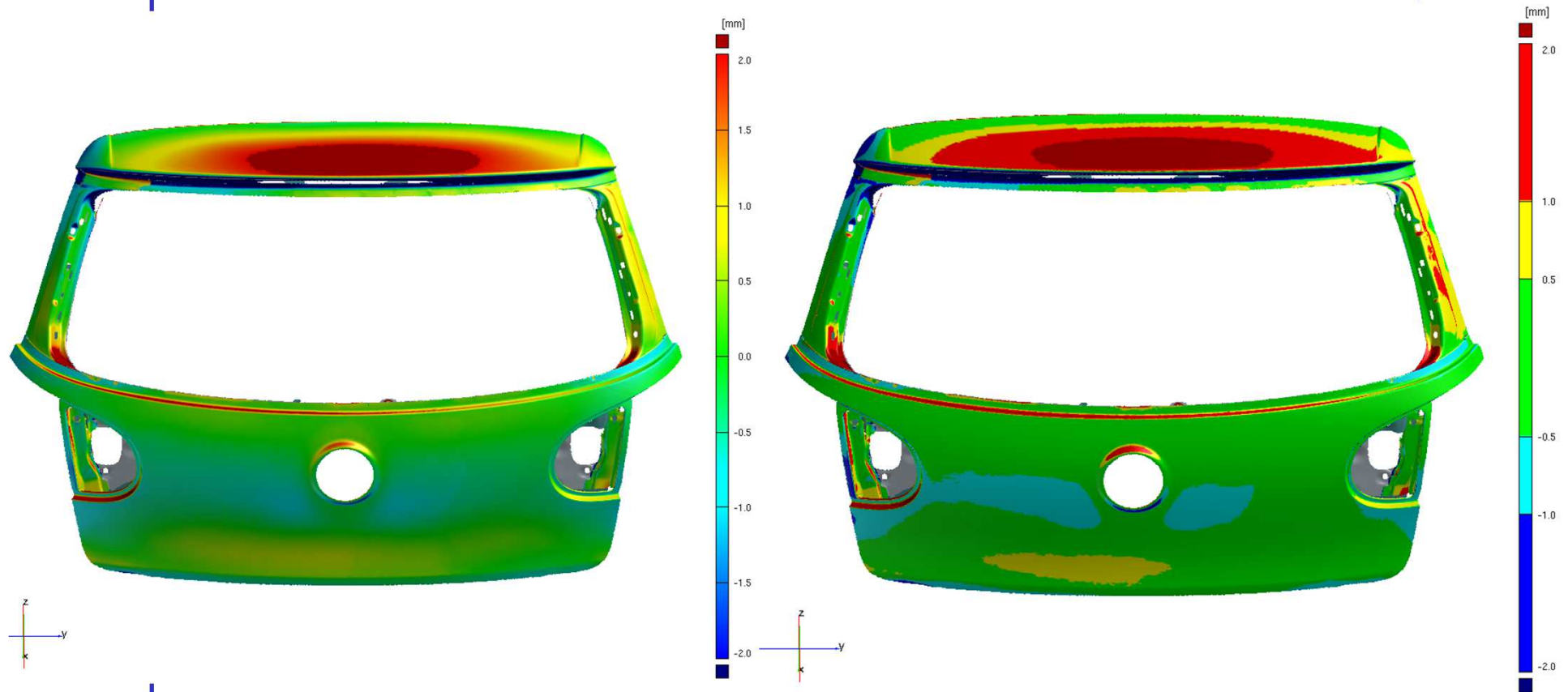
[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

# Mätning av bakdörr

- Scanningtid (båda sidor): ca 10 min
- Utvärderingstid: ca 5 min
- Resultat
  - Miljontals mätpunkter
  - Toleransanalys av mätpunkter (scanningsdata) mot CAD-fil
  - Toleransanalys via sektioner

[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

# Toleransavvikelse med hjälp av färgplottning

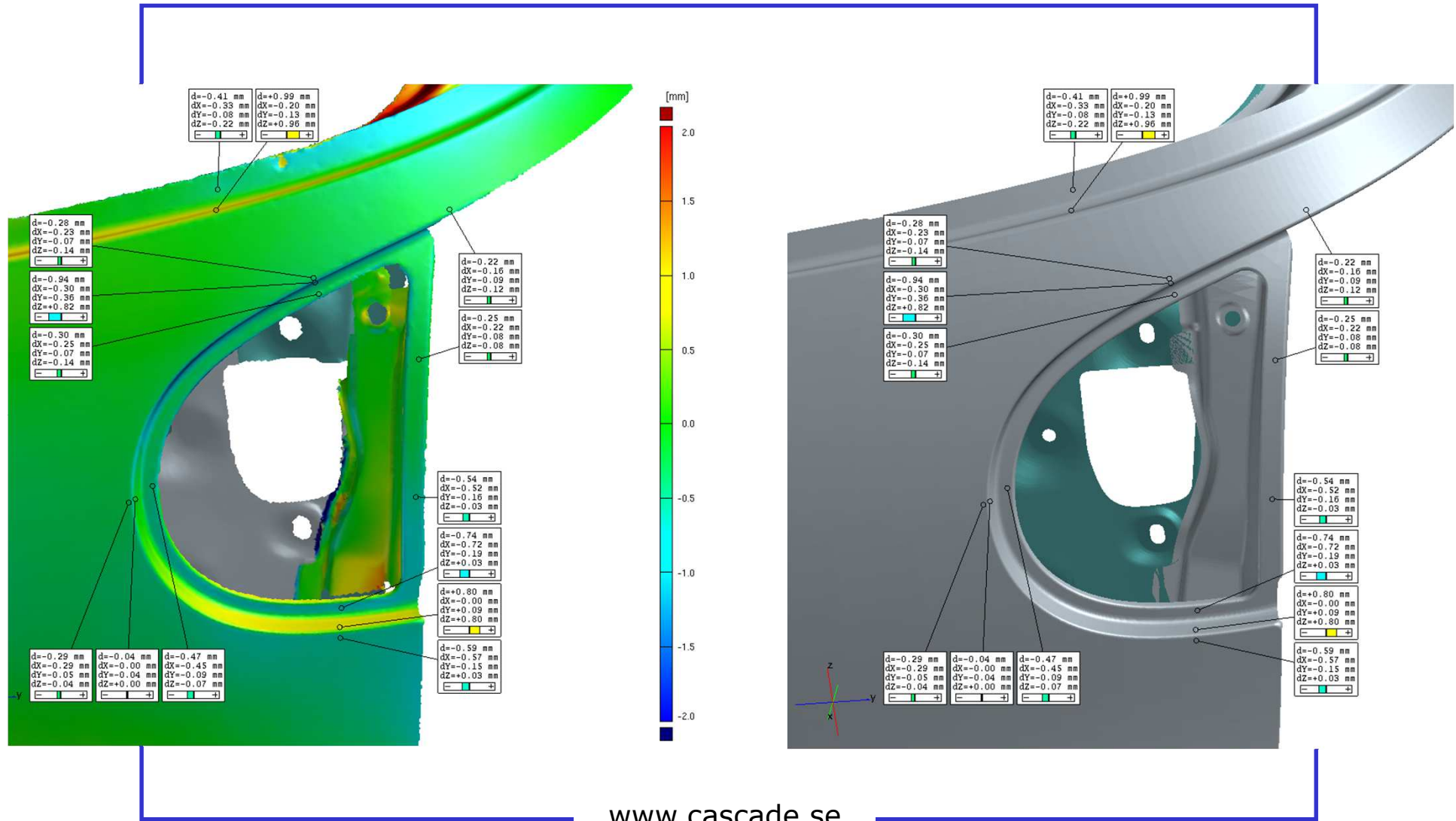


[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

Kontinuerlig färgplot

Toleranssatt färgplot

# Jämförelse av vissa punkter mot CAD-fil



Resultatvisning på mätdata

Resultatvisning på CAD-data

[www.cascade.se](http://www.cascade.se)



## Andra användningsområden för 3D-scanning

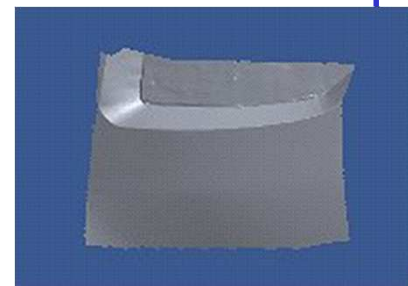
- Konstföremål
- För webben
- Kopiera och ändra skala
- Packningsmodell
- FEM-verifiering
- mm



[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

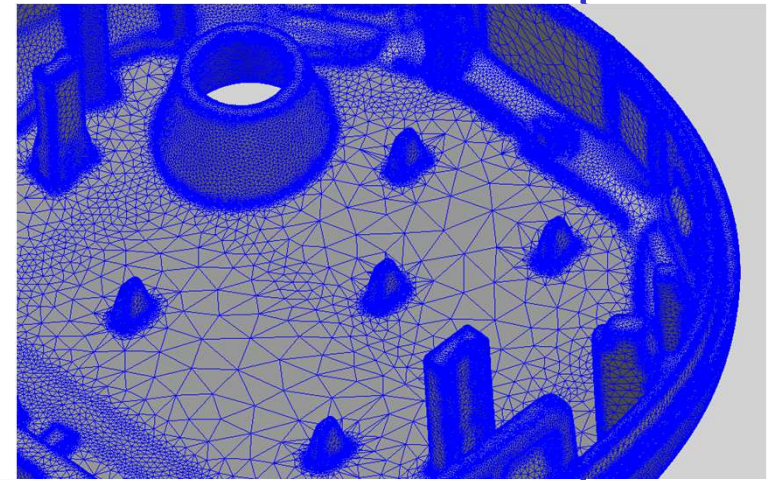
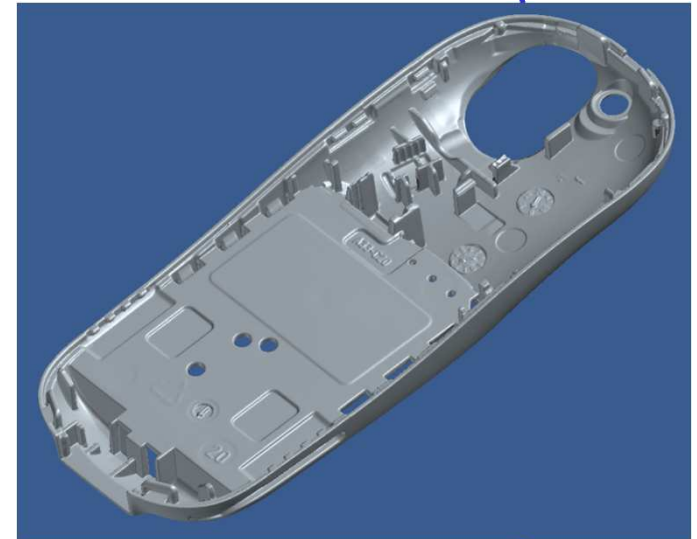
## ATOS - Arbetsflöde

- Positionering av kameror
- Projektor lägger ut ett raster
- Utrustningen kan fånga upp till 12 miljoner punkter vid en tagning
- Automatisk beräkning av utförda tagningar
- Resultat
  - Triangulerad polygonfil
  - Punktsvärm
  - Sektioner



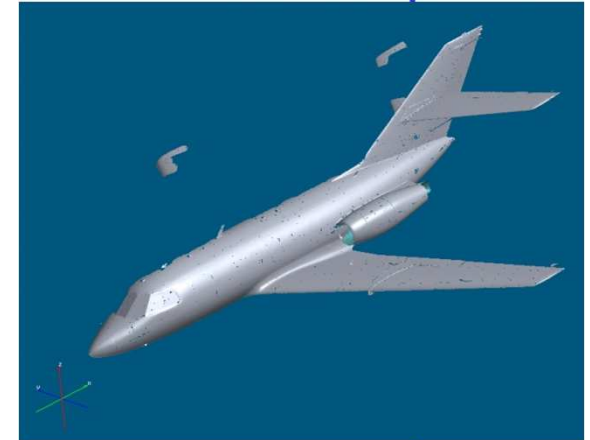
[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

# ATOS – 3D-scanner för små objekt



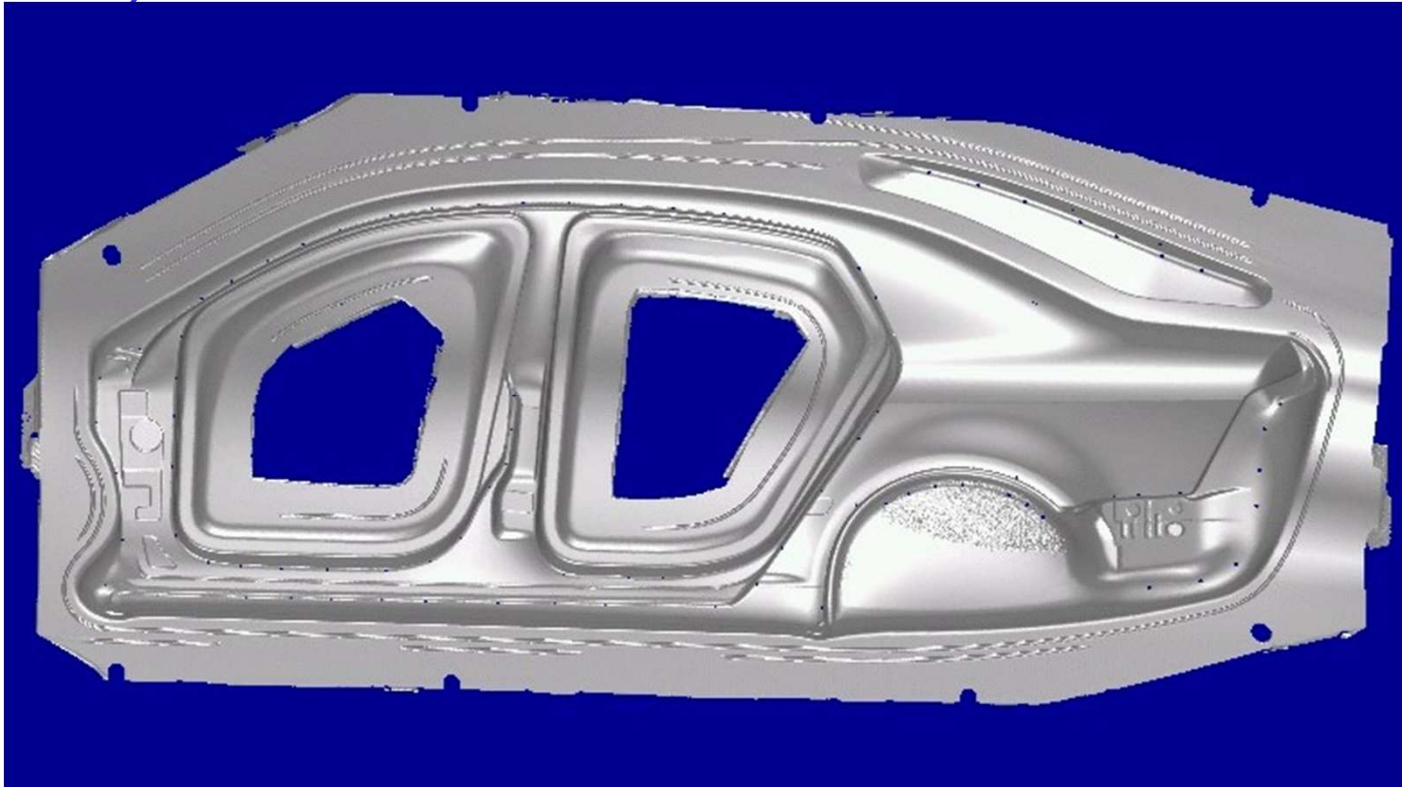
[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

# ATOS – 3D-scanner för stora objekt



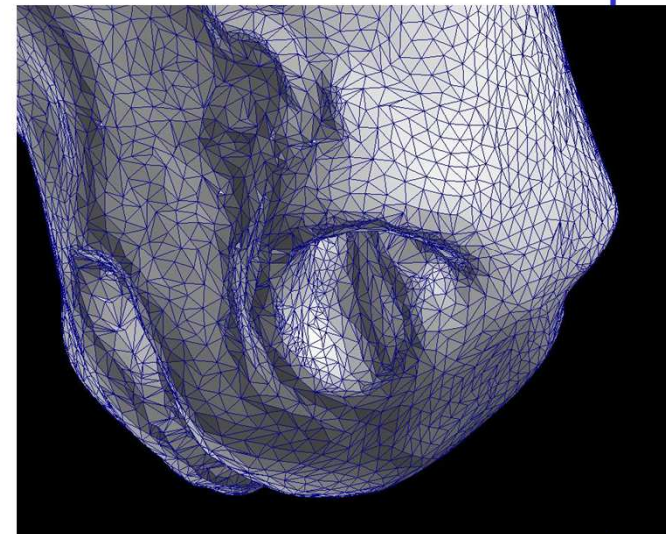
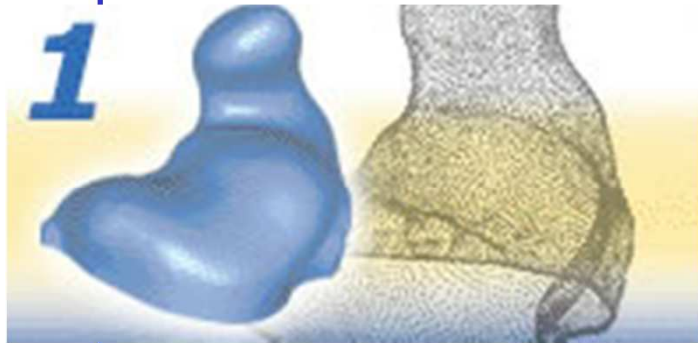
[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

## ATOS Exempel – Verktögsverifiering



[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

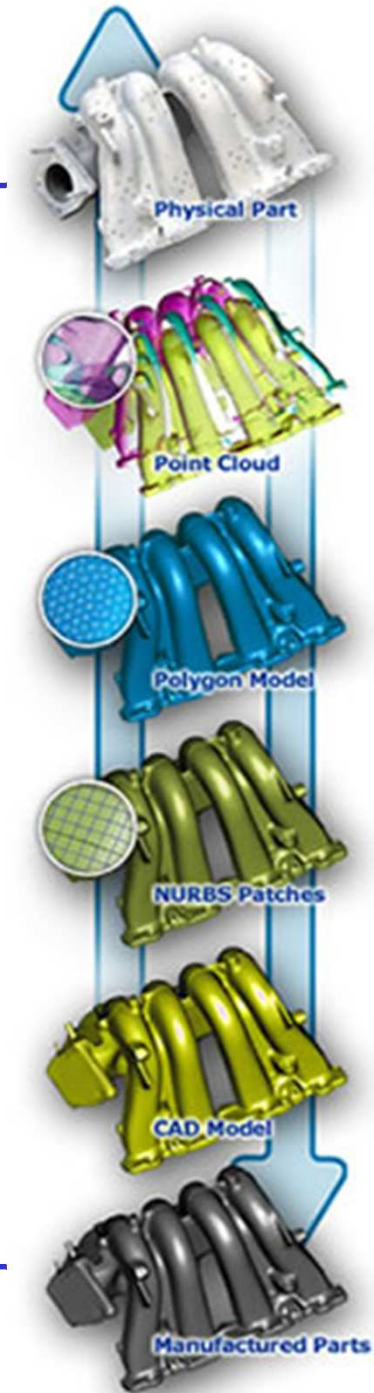
# Utdata



[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

# Reverse engineering

[www.cascade.se](http://www.cascade.se)

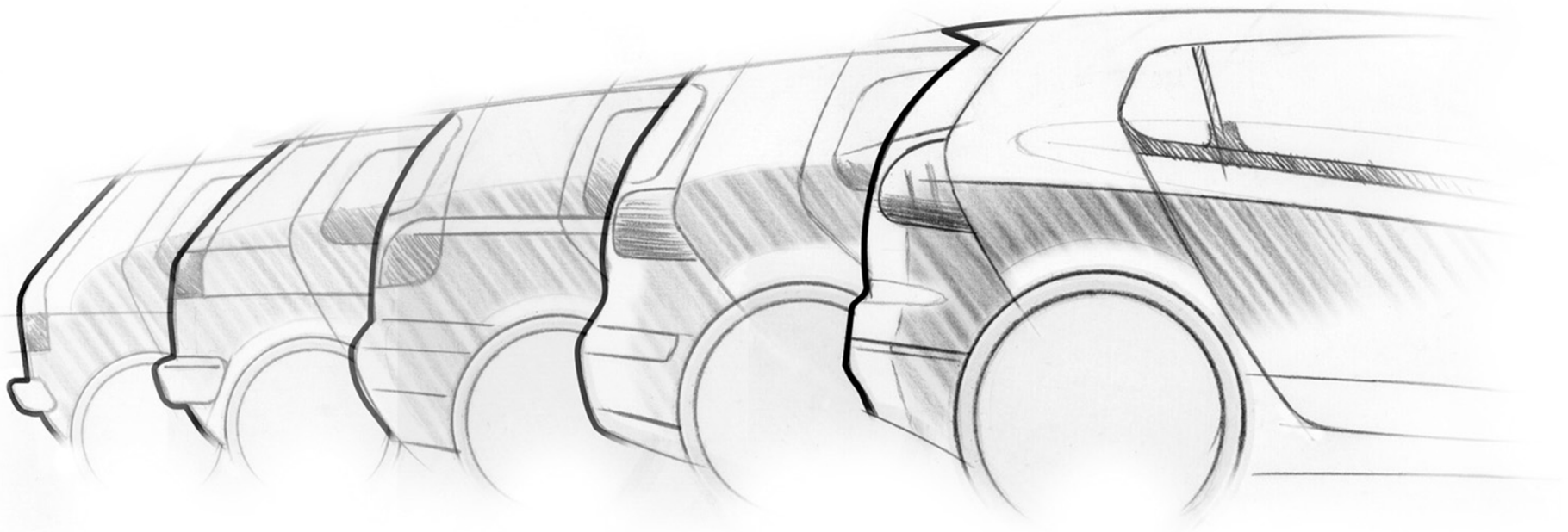


# Automatiserad 3D-scanning, erfarenheter



## Industriell utveckling de senaste åren

Form och design ändrar sig



## Industriell utveckling de senaste åren

Produktcykler ändrar sig



## Industriell utveckling de senaste åren

### Produktionsmetoder ändrar sig



## Industriell utveckling de senaste åren

Kvalitetskrav ändrar sig



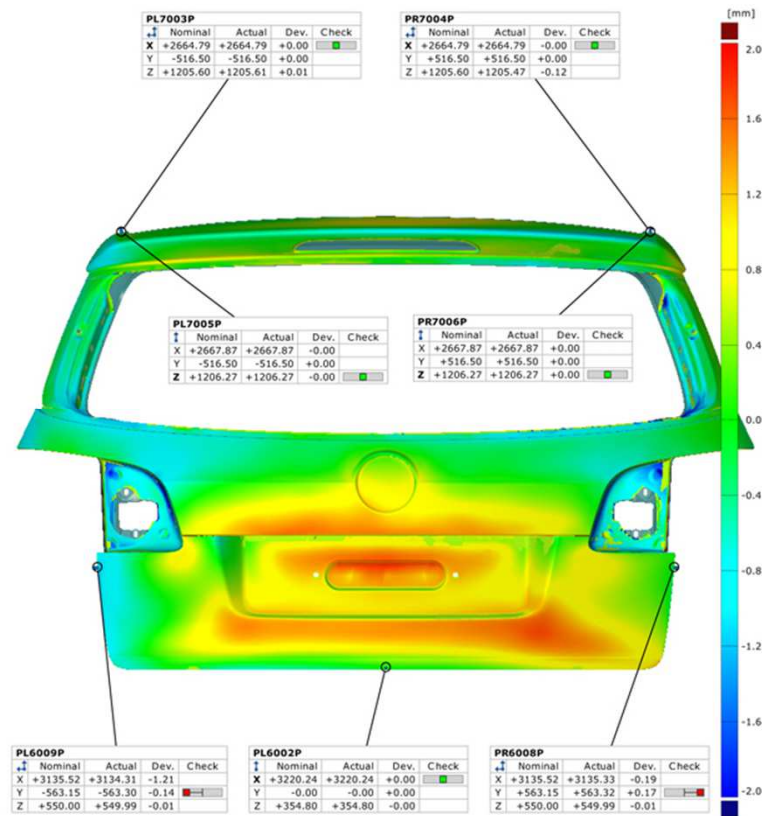
## Industriell utveckling de senaste åren

Automatisering ändrar sig

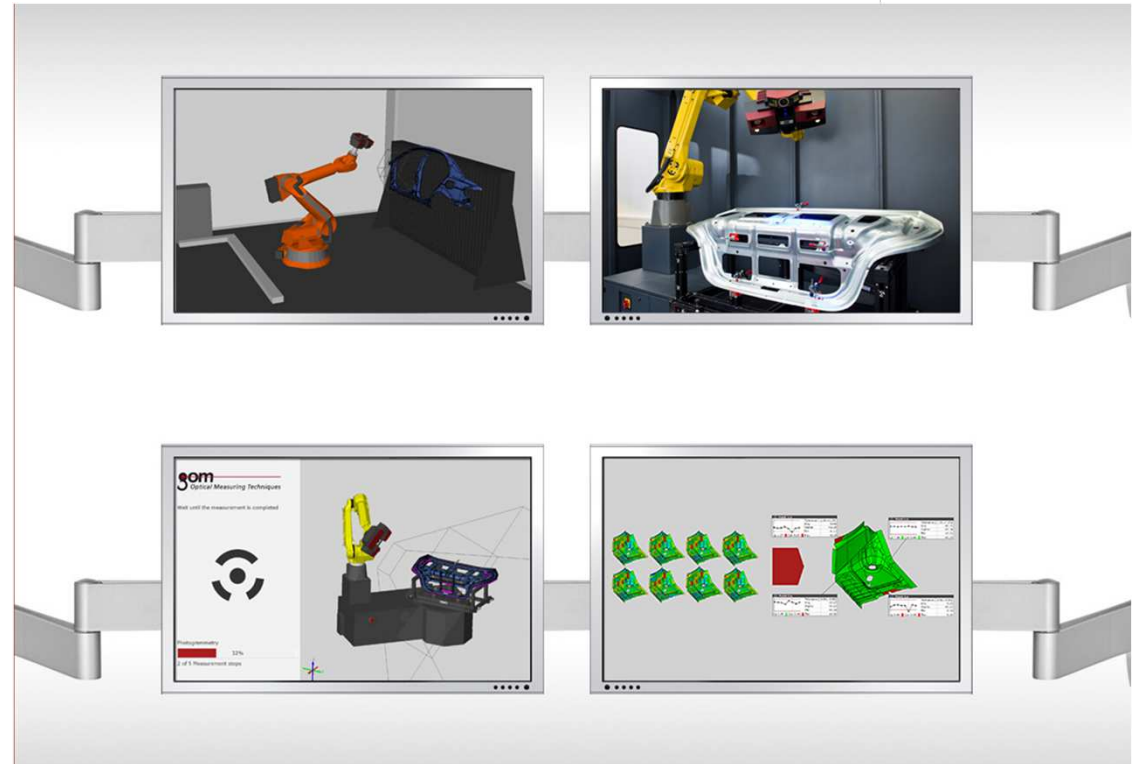


# Industriell utveckling de senaste åren

## Mätteknik ändrar sig



- Teknologier för automatiserad mätteknik



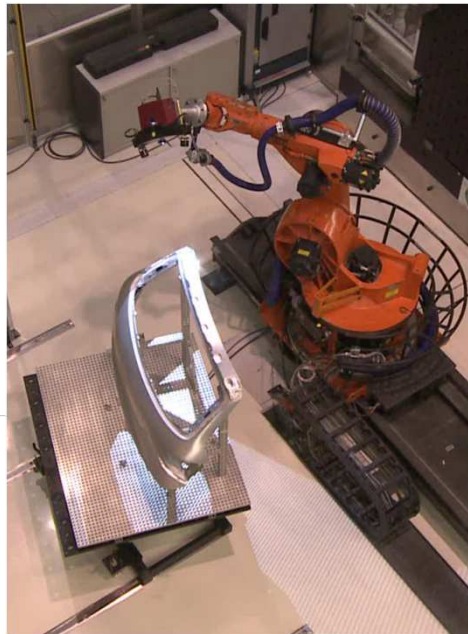
## Olika typer av lösningar idag

- Projektcell
- Inline/Bypass 3D-scanning
- Standardlösning- "plug and play"



## Projektcell

- Vanligaste lösningen hitintills.
- Fördel: skräddarsydd
- Nackdel: teknisk utmaning, tidsödande, svårt att bedöma kostnaden, dyr



## Inline/Bypass-cell 3D-scanning

- Förekommer i begränsat antal
- Fördel: skräddarsydd för en uppgift
- Nackdel: teknisk utmaning, tidsödande, svårt att bedöma kostnaden, dyrast



## Standardiserad lösning

- Finns ute på marknaden
- Fördel: Plug & Play, billigare, utprovad lösning, kan flyttas, kort leveranstid, billigare
- Nackdel: ...





## ATOS in Blade Manufacturing

**gom**  
Optical Measuring

**Parts**  
Blades, Airfoils, Blisks, Veins, Ceramic cores

**Typical applications**

Part development:

- Full-field data supports process understanding

Inspection of production parts:

- Time reductions – ATOS 4h / CMM 40h (Blisk with 30 blades)
- Knowledge of complete part geometry

Adaptive Manufacturing and repair:

- Complete point cloud – find damaged areas

**Tested & certified via Gauge R&R – Example: Blisk measurement**

Sensor repeatability:

- Global Standard Deviation = 2 microns

Full process repeatability (Part cleaning, mounting, surface preparation, photogrammetry, digitizing, post processing):

- Global Standard Deviation = 4 microns

STL deviation to PMM (Comparison over 331 points with 10 Repeats measurements):

- Mean = 1 micron, Standard Deviation = 5 microns

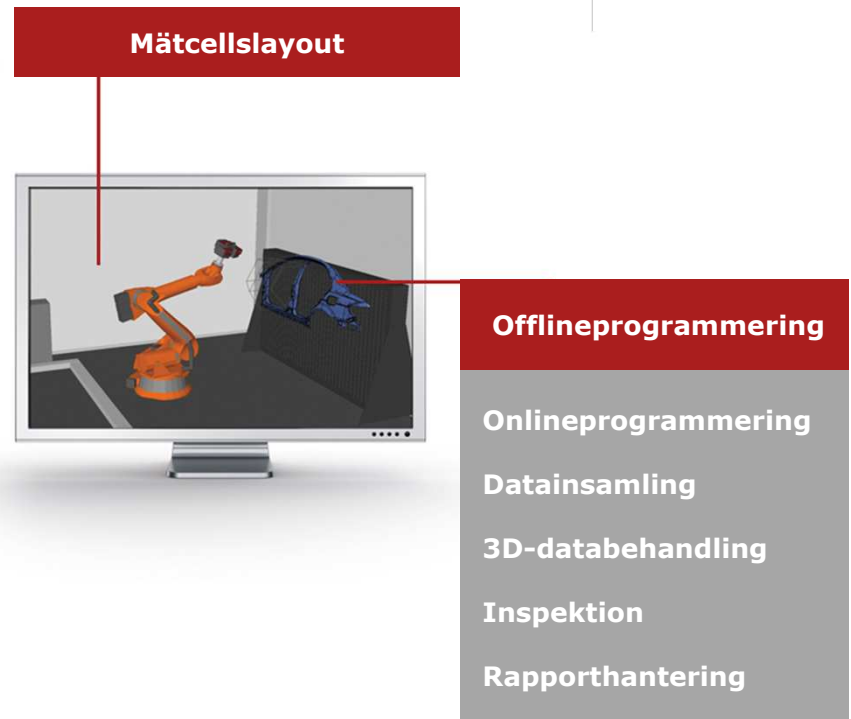
Rolls-Royce · MTU · Siemens PG · Pratt & Whitney · Snecma · GE · Honeywell · Howmet · Jean Gally · Pietro Rosa TBM · Aviadvigatel · BTL · Chromalloy · Sulzer · Gorbynov Aviation · Salut · Saturn · Solar Turbines · Triumph Turbine Services

## Att tänka på

- Kan roboten enkelt programmeras för mätning?
- Vågar man lita på robotens repeterbarhet vid sammanläggning av scanning från olika vinklar?
- Hur kommunicerar Inspektionsprogrammet med scanningsprogrammet
- Påverkar vibrationer i golvet mätningarna
- Påverkar belysningen i lokalen scanningsresultatet
- mm

## Varför Virtuellt mätrum?

- Programmering av automatisk mätning kan utföras av en icke-Robotexpert.
- Med Virtuellt mätrum kan en offlineprogrammering utföras.
- Snabbare och säkrare programmering av mätcell
- Inspektionsrecept kan kopieras från andra mätceller.



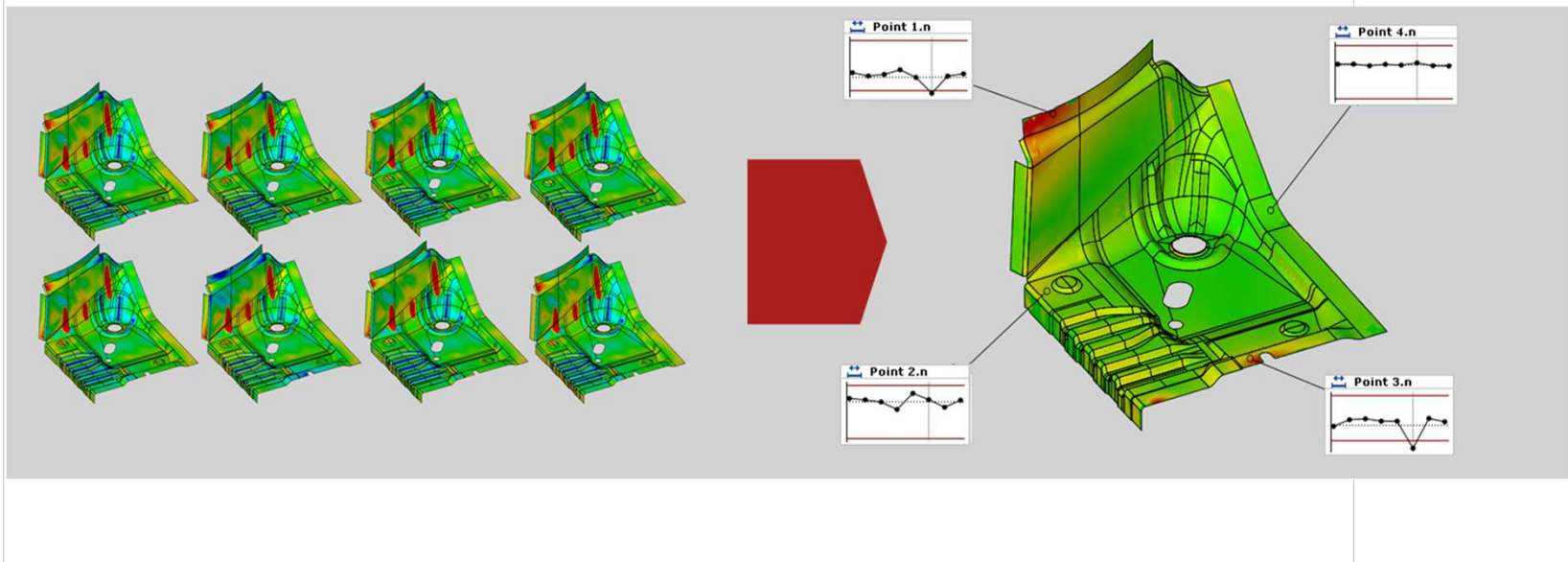
## Dynamisk referenshantering → bättre mätning

- Bättre noggrannhet med fotogrammetriskt referenssystem
- Automatisk fotogrammetri
- Mättnoggrannheten är inte beroende av robotens noggrannhet
- Det behövs ingen kalibrering av roboten
- Absolut Mättnoggrannhet verifieras enligt VDI 2634/3



## Trendanalyser i mätcellen

- Trendanalys i varje önskad mätpunkt



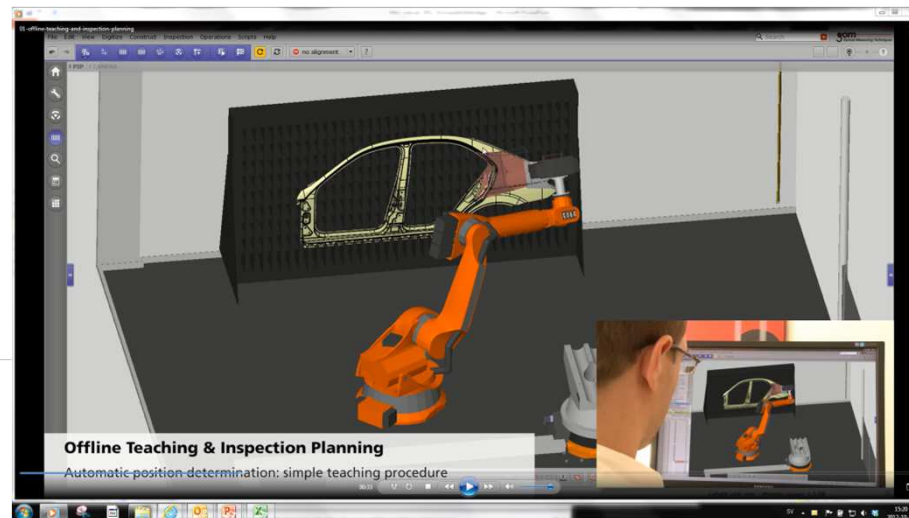


## Vad behövs förutom mätobjektet

- Först en yta för automationscellen
- En robot med kontrollenhet
- 3D-scanner med scanningsprogramvara
- Rotationsbord med styrning
- Programvara för robotstyrning
- Programvara för skapande av mätrapport
- Säkerhetslösning med eller utan väggar
- Någon slags hållare eller fixtur för mätobjektet
- EI, golvmontage etc

## Exempel på programmering av robot mm

- Klicka på CAD-modellen, i en virtuell cell, på den yta som önskas bli scannad av roboten. Klicka på nästa yta osv
- Testkör scanningen virtuellt
- Skapa inspektionsrapporten i förväg



## Framtiden

- Mätning av hela ytor blir mer vanligt.
- Eftersom som en del 3D-scanningssystem har en noggrannhet och repeterbarhet som en koordinatmätmaskin så kommer vi att få se fler automationsceller framöver.
- Interaktiva, begripliga mätrapporter
- Tiden för att starta en mätning blir kortare
- Tiden tills mätrapporten är klar blir kortare
- Allt enklare att köra en 3D-scanner

Tack för uppmärksamheten

Borje.larsson@cascade.se