

SIVPRO 2

Publik rapport



Författare: Mikael Sjödahl
Datum: 20210331
Projekt inom FFI Hållbar produktion

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO



SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English	3
3 Bakgrund	4
4 Syfte, forskningsfrågor och metod	4
5 Mål	5
5.1 Industriell anpassning	5
5.2 TRL - nivå	6
5.3 Kommersialiseringsstrategi	6
5.4 Kvantitativa mått	6
6 Resultat och måluppfyllelse	7
6.1 Första testet i industriell miljö	7
6.2 Första industriella testet med nytt system	7
6.3 Installation vid Volvo Cars i Olofström	8
6.4 Installation vid Scania - Ferruform	9
7 Spridning och publicering	10
7.1 Kunskaps- och resultatspridning.....	10
7.2 Publikationer	10
8 Slutsatser och fortsatt forskning	10
9 Deltagande parter och kontaktpersoner	11

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings- och innovationsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Trafiksäkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

För närvarande finns fem delprogram; Energi & Miljö, Trafiksäkerhet och automatiserade fordon, Elektronik, mjukvara och kommunikation, Hållbar produktion och Effektiva och uppkopplade transportsystem. Läs mer på www.vinnova.se/ffi.

1 Sammanfattning

Projektet SIVPRO2 – Optisk kontroll av form i produktion: Industriell demonstrator (2017 – 03072) beviljades stöd 2017-10-06 med officiellt startdatum 2017-11-15 och slutdatum 2020-11-15. Av praktiska skäl och som en effekt av fördröjningar orsakade av Coronapandemin påbörjades projektet först 2018-01-01 och avslutades 2021-02-15. Projektparter har varit LTU (koordinator), Swerim, RISE, Volvo Cars, Volvo Trucks, Scania – Ferruform, Gestamp Hardtech och IAC Scandinavia. Total projektbudget var 10.6 MSEK varav Vinnovas bidrag var 5.3 MSEK. Engagemanget från de medverkande företagen har varierat under projektets gång. Medverkan från Volvo Cars och Gestamp Hardtech har varit stort och dessa två företag har bidragit i en större omfattning än de initialt hade förbundit sig. Scania – Ferruforms insats har varit ungefär enligt plan medan både Volvo Trucks och IAC Scandinavias bidrag är väsentligt lägre än planerat. Den största anledningen till detta är att vi inom projektets ram aldrig lyckades genomföra en industriell test on-site på dessa företag. För IAC Scandinavias del berodde detta också till stor del på att den interna projektledaren slutade och att hans tjänst aldrig besattes av en ny person. Utöver de initialt medverkande företagen så har företaget Viospatia ab bidragit med 429 timmar direkt kopplade till installation hos de medverkande företagen och med ytterligare ungefär 2 MSEK i intern utveckling. Då detta företag inte existerade vid ansökningstillfället har det inte officiellt varit en del av projektet. Däremot grundades det som ett resultat av projektet och det riskkapital de har attraherat har till stor del används till att finansiera utveckling inom projektet. Inom projektet har en optisk teknik att kontrollera tillverkad form direkt i en produktionslinje vidareutvecklats och verifierats i befintlig produktionslinje där vi bedömer att tekniken har utvecklats från TRL5 till TRL7. Vidare har det tagits fram en kommersialiseringsstrategi och ett system som bygger på den framtagna tekniken finns nu kommersiellt tillgänglig via Viospatias försorg. Systemet har i sin nuvarande utformning en cykeltid på ungefär 10 sekunder och precisionen är i storleksordningen 50 mikrometer för fritt rörliga komponenter på transportband, vilket ökar antalet verifierade komponenter hundrafalt jämfört med dagens industristandard. Precisionen förbättras dock ytterligare för stationära komponenter. De industriella tester som har genomförts inom ramen för projektet har varit för korta för att ha en möjlighet att bedöma nya möjligheter och bestående effekter av införandet av ett system av denna sort, utan de frågorna får besvaras inom ramen för kommande projekt.

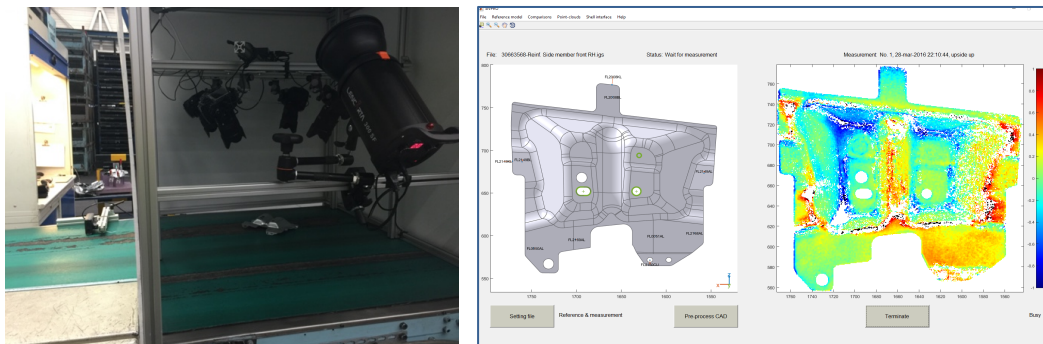
2 Executive summary in English

The objectives of this project were to further develop and adapt a system for automatic control of shape in-line a production line and to evaluate the effect such a system potentially has on the output of the production line. The project started 2018-01-01 and ended 2021-02-15 involving the partners; Luleå University of Technology (LTU, coordinator), Swerim, RISE, Volvo Cars, Volvo Trucks, Scania – Ferruform, Gestamp Hardtech, and IAC Scandinavia. The total budget for the project was 10.6 MSEK out of which 5.3 MSEK was granted by Vinnova – FFI. In addition, as an effect of the project the company Viospatia ab was founded who took active part in the project throughout the entire project period, which added an additional 3.5 MSEK spent on developments and installations. Throughout the project, in-line tests were performed at Volvo Cars in Olofström and at Gestamp Hardtech in Luleå. In addition, off-line tests were performed at Scania – Ferruform in Luleå. A big portion of the project was spent on developing the hardware and to optimizing the software required to meet the demands met at the production sites. Several iterations were performed where various sources of errors were identified and eliminated. The amount of time spent on evaluating effects on the production outcome as a consequence of using the system therefore became limited and a rigorous investigation of such effects have to wait until coming projects. At the end of the project the system was performing well and components were measured and evaluated at a frequency of 6 components per minute for components thrown out on a conveyor belt moving at 1 m/s without any mis-triggering throughout

the 8 months of active testing. It was also verified that components could be presented for the system by other means, for example by rolling in the component on a wagon or positioning it using a robot arm. The accuracy of the system has been evaluated to be between 0.05-0.1 mm on randomly positioned moving components and a factor of 5 better for carefully positioned components, where the decrease in precision for the moving components comes from small variations in the illumination within the measuring box and small remaining errors from the calibration. The precision achieved is however deemed acceptable by the companies involved. We estimate that the technique now is at TRL7 as compared to the TRL5 it was at in the beginning of the project. With the continued developments performed by Viospatia it is estimated to be a commercial system available during spring 2022.

3 Bakgrund

Projektet SIVPRO2 är en direkt fortsättning av projektet SIVPRO – Shape Inspection by Vision in Production, som finansierades av Produktion2030 2015-2016. Två bilder från detta projekt visas i Figur 1.



Figur 1. Bild från installation på Volvo Cars (vänster) och ett mätresultat (höger).

Den vänstra bilden visar insidan från det mätsystem vi tog fram för detta projekt. Bilden är från den installation vid Volvo Cars i Olofström som avslutade projektet SIVPRO. Detta system består av fyra högupplösta digitala kameror, en blixtlaser och en linjelaser för att trigga bildtagning då en komponent passerar under mätsystemet. Utrustningen är placerad i en mätbox med vita diffusa väggar designade för att ge jämn belysning av objektet utan blänk. Hjärtat i systemet är en mjukvara vi har tagit fram i tidigare projekt som möjliggör direkt jämförelse mellan mätutfall och den CAD-modell som definierar objektets form samt kritiska mått. Mätresultaten och funktionaliteten bedömdes vara tillräckligt bra för att vi skulle vilja gå vidare med detta koncept och projektet SIVPRO 2 formulerades.

4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Syftet med detta projekt var att introducera ny teknik som tillhandahåller information om tillverkade komponenter som inte tidigare har varit tillgänglig för produktionsanläggningarna inom fordonsindustrin. Varje komponents geometriska avvikelse relativt dess nominella form beräknas automatiskt inom ett antal fördefinierade områden med en precision jämförbar med en koordinatmätmaskin utan behov av att plocka ut detaljen eller på annat sätt störa processen. Mätningen sker på fritt rörliga komponenter eller komponenter placerade på en robotarm. Det är därför en teknik som inte bara har potential att effektivisera kvalitetssäkringen utan också i en förlängning möjliggör introduktion av annan ny teknik eller nya arbetsrutiner inom företagen. Den stora frågan inom detta projekt har varit om teknik av denna sort klarar av de precisionskrav man har inom fordonsindustrin givet de naturliga störningar man har vid dessa produktionsanläggningar. Denna fråga har utretts via en mängd olika jämförande undersökningar

med industristandardutrustning, typiskt CMM eller en GOM skanner. Källor till avvikelser har gradvis identifierats med en följd att systemet gradvis har utvecklats och robustifierats. Utöver detta har en rad längre testserier genomförts med syfte att undersöka långtidseffekter. Den ursprungliga tanken var också att ha en möjlighet att kunna genomföra studier av effekten av att introducera ett system av denna sort på själva produktionsprocessen. Denna del av projektet fick dock tonas ner då kvalitetssäkringen av själva systemet i sig hamnade i fokus. Dessa studier fick därför skjutas till framtida projekt.

5 Mål

Projektet SIVPRO2 syftade till och hade som mål:

- Industriell anpassning och verifiering av system för automatisk kontroll av formutfall direkt i produktionslinje.
- Lyfta tekniken från TRL5 till TRL7.
- Ta fram en kommersialiseringsstrategi färdig vid projektslut.
- Öka andelen verifierade produkter med minst en faktor 30.
- Minska operatörsbunden tid för mätning med 10%.
- Minskning av skrotade och justerade detaljer med 10%.

Nedan följer en kommentar till graden av måluppfyllan för respektive bullet point. Fördjupande detaljer presenteras senare i rapporten.

5.1 Industriell anpassning

Det var känt redan vid projektstart att det system som designades under det ursprungliga projektet SIVPRO behövde uppdateras på flera punkter för att klara av de krav som ställs i en industriell miljö. I första hand rörde detta en större automation av bildtagning och hantering av mätdata. Det visade sig också ganska snart att flera av de tidigare lösningarna inte höll för industriell testning vilket resulterade i att hela mätboxen designades om. Några exempel; linjelasern för trigging byttes ut mot en avståndskamera, bakgrundselimineringen som tidigare var färgkodad byttes ut till att vara gråskale- och avståndskodad, kamerorna byttes ut till industrikameror, en mer robust kamerarigg konstruerades och belysningen som tidigare var baserad på en blytt byttes ut mot egenkonstruerade LED-paneler vilka gav en betydligt bättre belysning i princip fri från blänk. Under projektets gång har vi haft tillgång till två mätsystem baserade på denna omdesign. Det ena systemet köptes in till projektet och det andra hyrdes in för de tester som genomfördes mot slutet av projektet. Dessa system var snarlika men det inhyrda systemet var något uppdaterat som ett resultat av tester genomförda mellan designen av dessa två system. Utöver detta konstaterades efter hand att den ursprungliga kalibreringsrutin vi använde i vårt system tenderade att bli numeriskt känslig i vissa fall vilket gjorde att vi tog fram en ny metod att kalibrera fotogrammetrisystem. Totalt har fem längre testserier genomförts inom ramen för projektet med två kampanjer på Gestamp Hardtech, två på Volvo Cars och en på Scania – Ferruform. De fyra kampanjerna på Gestamp och Volvo har genomförts in-line, direkt i deras befintliga produktionslinje, medan testserien på Ferruform behövde vidare anpassning och genomfördes off-line. Sammanfattningsvis fungerar tekniken i stort som tänkt. Mätning och utvärdering sker automatiskt i befintlig produktionslinje utan att tillföra extra moment. Under projektets gång har systemen varit aktiva sammanlagt ungefär 8 månader. Under denna tid har systemet feltriggat eller levererat uppenbart felaktiga mätvärden färre än fem gånger. Vi kan därför sluta oss till att det är möjligt att anpassa ett system för automatisk formkontroll baserat på fotogrammetri till befintlig industrimiljö.

5.2 TRL-nivå

Vid starten av detta projekt bedömdes systemet vara på nivå TRL5 och målet med projektet var att höja tekniken till TRL7, vilket vi bedömer att vi har lyckats med. Funktionaliteten av tekniken har testats i längre testserier på flera tillverkningsplatser och det har visat sig vara förhållandevis enkelt att anpassa systemet för olika förhållanden och krav när väl dess grundfunktionalitet har säkerställts. Systemet är dock ännu inte godkänt och slutligt verifierat för kommersiellt bruk (TRL8-9). Den största anledningen till detta är att tekniken ännu inte har hunnit verifierats på tillräckligt många komponenter vilket i sin tur beror på en systematisk osäkerhet i mätutfall i samma storleksordning som precisionskravet för tekniken (0.1 mm). Roten till denna systematiska avvikelse har skapat mycket huvudbry under delar av projektet men har slutligen kunnat härröras till den kalibreringsplatta som används för att kalibrera systemet. Ett nytt kalibreringsobjekt har designats och beställts men har ännu inte hunnit levereras så de testerna får genomföras utanför detta projekts ram. Med detta på plats har vi förhoppningar om att kunna genomföra verifierande sluttester under våren 2021.

5.3 Kommersialiseringsstrategi

Som en delmängd av projektet ingick att utarbeta en kommersialiseringsstrategi som skulle möjliggöra ett tillgängliggörande av tekniken efter projektets slut. Denna aktivitet var ett krav från ingående företag. Tidigt under projektets gång öppnade sig dock möjligheten att starta ett företag och Viospatia ab grundades i Visby i maj 2018 med finansiering från Almi och Regioninvest, vilket gjorde denna aktivitet delvis obsolet. Viospatia har hittills attraherat ungefär 3.5 MSEK i investeringar och förväntas komma ut med sin första kommersiella produkt Q1 2022. Ackumulerade fördröjningar, delvis orsakade av Coronapandemin, kan dock förskjuta dessa planer en del. Grundandet av Viospatia och den extra finansiering och kompetens projektet därmed indirekt fick tillgång till har i efterhand visat sig vara direkt avgörande för att vi har kunnat genomföra detta projekt genom att utveckla och tillhandahålla den hårdvara som har använts under projektets senare del.

5.4 Kvantitativa mått

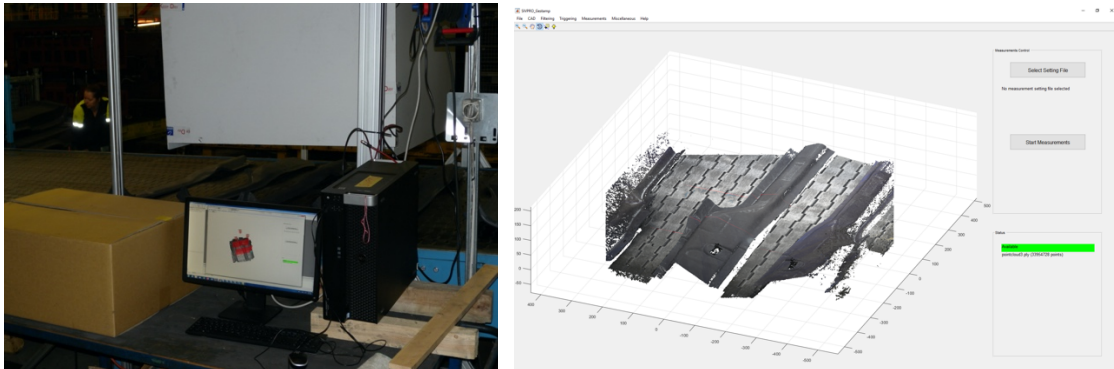
När projektet formulerades sattes det upp ett antal kvantitativa mått som en målsättning för projektet, några av dessa har kunnat verifieras. Med nuvarande system och nuvarande mjukvara kontrolleras en komponent var 10:e sekund vilket med en produktionsfrekvens på 0.5 Hz betyder att var femte producerad komponent kontrollmäts. Detta ska jämföras med vad som är normalt idag att en komponent i början, mitten och slutet av varje batch kontrolleras för hand. För en batch med 1000 komponenter kontrolleras därför 200 komponenter att jämföra med de tre komponenter som kontrolleras idag. Målet att öka kontrollfrekvensen med en faktor 30 är därför överstiget. Med fortsatt effektivisering av mjukvaran och snabbare datorer bedömer vi det som möjligt att uppnå allkontroll. De övriga två kvantitativa effektmålen har varit svåra att verifiera då vi inom projektets ram inte har haft möjlighet att genomföra tillräckligt långa jämförande tester. Dessutom genomfördes dessa tester parallellt med befintlig procedur, så effekten på operatörsbunden tid kunde inte verifieras. Däremot var feedbacken från dessa operatörer positiv. Under de 8 månader systemen var installerade inträffade enbart ett fåtal fall då tillverkad komponent var uppenbart utanför givna toleranser, vilket inte gav ett tillräckligt stort statistiskt urval. Vad som däremot var uppenbart var att det uppträdde trender i mätutfall där man tydligt kunde avläsa en drift i geometriskt utfall. Denna drift kan naturligt kopplas ihop med förändringar i tillverkningsprocessen och framtida behov av preventivt underhåll eller justering av processen. Denna möjlighet har dock inte utvecklats vidare inom ramen för detta projekt.

6 Resultat och måluppfyllelse

Nedan sammanfattas utfall och slutsatser från de tester som har genomförts inom ramen för projektet.

6.1 Första testet i industriell miljö

Efter en insats från RISE med att implementera en automationslösning så genomfördes de första testerna i en industriell miljö på Gestamp hardtech i slutet av augusti 2018. En bild och ett resultat från dessa tester visas i Figur 2.

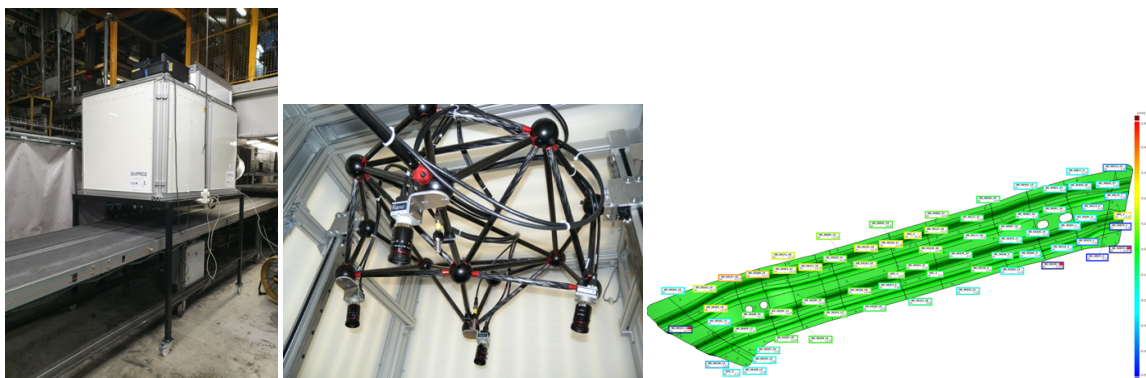


Figur 2. Den vänstra bilden visar interiör från det ursprungliga testet på Gestamp hardtech och den högra figuren visar ett mätresultat som en 3D-rekonstruktion av den krockbalk som producerades.

Vid denna installation uppdagades ett antal svagheter med det befintliga systemet inkluderande ojämn belysning, drift i mätutfall, triggingsbekymmer och svagheter med kalibreringen. Vi beslutade att avbryta de industriella testerna för att istället åtgärda dessa svagheter.

6.2 Första industriella testet med nytt system

Efter en total omdesign av mätsystemet genomfördes det andra industriella testet på Gestamp hardtech under hösten 2019, se Figur 3 för bilder och resultat från den installationen.



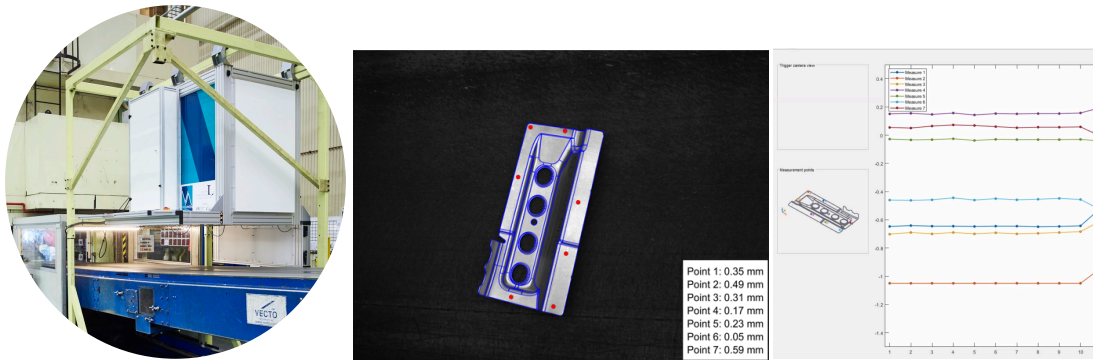
Figur 3. Bilder och resultat från andra installationen på Gestamp. Den vänstra bilden visar den nya mätboxen installerad över transportbandet. Mittenbilden visar insidan av mätboxen med den nya kamerariggen, triggingskameran och LED-panelerna för belysning. Den högra figuren visar en direkt jämförelse av mätutfall mellan detta nya system och ett referenssystem.

Den omdesign som genomfördes inför dessa tester resulterade i ett mycket mer stabilt system och vi kunde genomföra flera testserier. Ett jämförande test visas i den högra bilden i Figur 3 där en uppmätt detalj jämförs med resultat från en standardmetod (GOM-scanner). Under dessa tester uppdagades två bekymmer. Det första var att den komponent som Gestamp hade

valt var större än stipulerad mätyta (0.5x0.5 m²) vilket gjorde att bara en del av komponenten kunde avsynas. Detta var visserligen känt på förhand men skapade större praktiska problem än vi på förhand hade förutsett. Relaterat till detta upplevde också operatörerna att mätsystemet stod i vägen och de blev störda av blixterna från bildtagningen. Det andra och allvarigare problemet var att vi fortfarande hade problem med ett systematiskt fel på ungefär 0.2 mm över bildfältet. Med anledning av detta genomfördes en omdesign inför version 2 av systemet med en uppdaterad kamerafixturupphängning och omdesignad kalibreringsprocedur. Testerna på Gestamp fortgick under hela hösten 2019.

6.3 Installation vid Volvo Cars i Olofström

Uppbyggnaden av version 2 av systemet fördröjdes ungefär fyra månader på grund av att vi drabbades dubbelt av Coronapandemin. Först på grund av tvärstopp i leveranserna från Kina mot slutet av 2019 och i början av 2020 och därefter av leveransbekymmer från svenska underleverantörer. Under sen vår 2020 var också samtliga produktionslinjer nedstängda så installationen vid Volvo Cars i Olofström försköts till augusti 2020. Figurer från installationen visas i Figur 4.



Figur 4. Bilder från installationen i Olofström. Den vänstra bilden visar version 2 av systemet installerat ovanför transportbandet som leder ut komponenter från pressen. Den mittersta bilden visar en uppmätt komponent automatiskt upplinjerad till CAD-modellen där de röda punkterna markerar kontrollpunkter. Den högra bilden visar som ett exempel utfallet av en tidserie av 11 mätningar i de 7 kontrollpunkterna.

I samband med installationen i Olofström uppdaterades också mjukvaran för att möjliggöra bestämning av absolut formavvikelse. Mätningarna på Volvo genomfördes under två omgångar; september-november 2020 och januari-februari 2021 med viss korrigerings av mjukvara och finjustering av hårdvaran mellan dessa kampanjer. Slutsatsen är att systemet i stort levererar mätresultat av en kvalitet och med en tillgänglighet som kan förväntas. Repeterbarheten är hög (mindre är 0.01 mm) så länge komponenten befinner sig på samma plats och med samma orientering mellan mätningarna. Vi får ett litet fel (maximalt 0.1 mm) om komponenten flyttas runt och placeras med en avvikande orientering vilket kan härledas till ett kvarvarande systematiskt fel från kalibreringen. Problemet har lokaliserats och en ny uppdaterad kalibreringsplatta har beställts med leverans i slutet av mars 2021. Resultatet från denna uppdatering sker utanför ramen för detta projekt. Samtidigt gavs positiv feedback från de operatörer som arbetade med och omkring mätsystemet. De upplevde inga störningar och den feedback de fick från mätningarna i form av produktutfall upplevdes som positivt.

6.4 Installation vid Scania – Ferruform

Installationen på Scania – Ferruform pågick mellan november 2020 till februari 2021 och genomfördes med system v1 som tidigare hade stått på Gestamp. Det mätfall de hade valt ut innefattade en sammansatt komponent packad i lådor vilket involverade en del manuellt arbete. Systemet fick därför anpassas både hårdvarumässigt och mjukvarumässigt till att klara av detta mätfall. Bilder från dessa tester visas i Figur 5.



Figur 5. Bilder från installationen på Ferruform. Den vänstra figuren visar den sammansatta komponent som uppmättes tillsammans med adderade detaljer för identifikation och linjering. Den mittersta bilden visar hur mätningen gick till och den högra bilden visar komponentens CAD-modell med toleranser.

Utfallet från dessa tester var att systemet var enkelt att använda och att relevanta mått presenterades snabbt och smidigt. Repeterbarheten var efter en initial mjukvaruuppdatering hög (i storleksordningen 0.01 mm) men sjönk om komponenten placerades in på en annorlunda plats och med annorlunda orientering. De absoluta måtten avvek i flera fall 0.2-0.3 mm jämfört med de mått som uppmättes i en CMM. Sammantaget finns ett kvarvarande systematiskt fel från kalibreringen som vi inte hann åtgärda inom ramen för detta projekt, vilket sammanfaller med de slutsatser vi drog från installationen på Gestamp. Som en konsekvens av detta beslutades att systemet inte sattes in i reguljär produktion utan behölls som en sidoption och för separata studier. Vi har därför inga längre mätserier från denna installation att redovisa.

7 Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultatsspridning

Vi genomförde en workshop på Kulturens hus i Luleå 14 november 2019 kring automatisk formkontroll kallad Resurseffektiv produktion. På detta evenemang deltog ett 30-tal tekniker och ingenjörer från i första hand norra Sverige. Detta evenemang arrangerades indirekt av Produktion 2030 som en spin-off från det tidigare SIVPRO-projektet.

Den 6 november 2020 genomfördes ett seminarium inkluderande en live-demonstration av tekniken på Volvo Cars i Olofström. Inbjudna till detta arrangemang var 20-talet utvalda intressenter från industrin. På grund av Corona genomfördes dock detta seminarium digitalt med live-sändning från verkstadsgolvet.

Våren 2020 genomfördes ett examensarbete "User Interface Design for Quality Control: Development of a user interface for quality control of industrial manufactured parts" av Petter Abrahamsson från Teknisk Design vid LTU. Syftet med detta examensarbete var att förbereda användargränssnittet av mätsystemet så att systemet blir lättarbetat för olika typer av användare och att rätt och tydlig information presenteras av systemet. Arbetet föll väl ut och mottogs positivt och delar av hans arbete har implementerats av Viospatia. Den högra bilden i Figur 4 är ett resultat från detta arbete.

Vidare har en artikel om projektet publicerats av Ny Teknik.

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	X	Genom workshops, publikationer, och diskussioner
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	Flera forskningsprojekt är under förberedelse
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	X	Produktutveckling pågår inom Viospatia ab
Introduceras på marknaden	X	Ett första kommersiellt system är planerat till Q1 2022
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

7.2 Publikationer

M. Sjö Dahl, P. Bergström, M. Fergusson, K. Söderholm and A. Andersson, "In-line quality control utilizing close-range photogrammetry and a CAD-model," Submitted to Journal of Physics: Photonics

8 Slutsatser och fortsatt forskning

Projektet har visat att det är möjligt att numeriskt koppla ihop en CAD modell med kamerabilder i ett fotogrammetrisystem för direkt kvalitetskontroll i en produktionslina förutsatt att den hårdvara man använder är anpassad för denna tillämpning. Den största utmaningen under projektets gång har varit att komma till rätta med de systematiska fel som uppkommer under kalibreringen av ett fotogrammetrisystem och som i vårt fall till slut kunde härledas till den kalibreringsplatta som användes under projektet. Då väldigt få saker är absolut plana över en större yta propagerade dessa fel genom systemet vilket resulterade i mätutfall som varierade i storleksordningen 0.1 mm beroende på vart i mätvolymen som komponenten placerades. Dessa fel är nu under kontroll och

en ny kalibreringsrutin har tagits fram under projektets gång. Flertalet framtida forskningsfrågor har identifierats. En fråga är om det är möjligt att mäta på föränderliga, icke-styva, komponenter och utifrån dessa mätningar kunna göra en bedömning av en komponents formuppfyllelse. Vi tror att detta är möjligt och en ny ansökan är under utformande. En annan öppen forskningsfråga är hur resultaten från dessa mätningar mest effektivast återkopplas till processen. Med potentiell tillgång till mätutfall från varje producerad komponent finns tillgång till en stor mängd information om produktionsprocessen som inte används idag. Hur den typen av information mest effektivt används är temat för ett projekt som nyligen har skickats in.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

LTU

Mikael Sjödahl
Experimentell mekanik/TVM
SE-971 87 Luleå, Sweden
mikael.sjodahl@ltu.se

Rise

Christian Jonasson
Lindholmospiren 7A
SE-417 56 Göteborg, Sweden
Christian.jonasson@ri.se

Swerim

Peter Lundin
Box 7047
SE-164 07 Kista
Peter.lundin@swerim.se

Volvo Cars

Alf Andersson
Dept: 81710, Geo Plac: 26RF2
SE-293 80 Olofström, Sweden
Alf.kh.andersson@volvocars.com

Gestamp Hardtech

Erik Lejon
Box 828, Ektjärnsvägen 5
SE-971 25 Luleå, Sweden
EKN@se.gestamp.com

Scania Ferruform

Peter Seger
SE-971 25 Luleå, Sweden
Peter.seger@ferruform.com

Volvo Trucks

Timo Kero
Group Trucks Technology – AB2N
SE-405 08 Göteborg, Sweden
Timo.kero@volvo.com