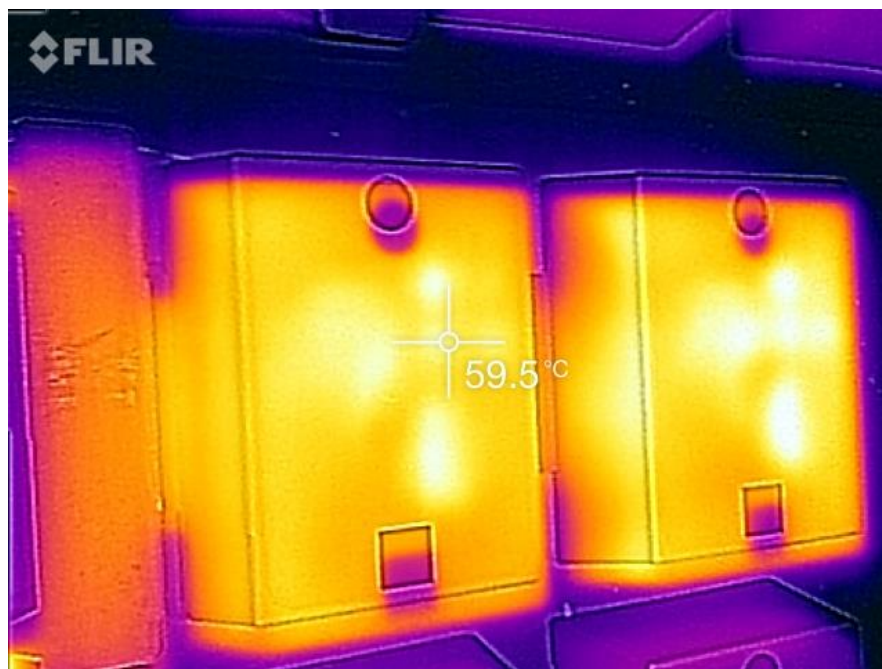


Slutrapport för

Robust formsprutning av fordonskomponenter med önskade ytegenskaper, Dnr 2014-01360



Författare: Peter Porsgaard och Anders Sjögren

Datum: 2017-05-31

Delprogram: Hållbar produktion

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary.....	3
3 Bakgrund.....	5
4 Syfte, frågeställningar och metod.....	6
5 Mål	6
6 Resultat och måluppfyllelse	7
7 Spridning och publicering	11
7.1 Kunskaps- och resultatspridning	11
7.2 Publikationer.....	11
8 Slutsatser och fortsatt forskning	12
9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	13

1 Sammanfattning

Formsprutning är en kostnadseffektiv tillverkningsmetod som erbjuder snabb och flexibel tillverkning av komponenter. Tillverkning av stora och komplexa komponenter med mönstrade ytor är dock svårt och syftet med projektet 'Robust formsprutning av fordonskomponenter med önskade ytegenskaper' var därför att öka kunskapen om formsprutning av mönstrade komponenter. Sedan projektstart i januari 2014 har 9 projektmöten, med mycket god uppslutning, genomförts. Ett stort antal arbetsgruppsmöten har även genomförts och ett demonstratorverktyg har konstruerats och tillverkats. Demonstratorverktyget innehåller olika typer av processvårigheter och är utrustat med temperatur- och tryckgivare vilket gör det möjligt att testa och förstå vilka material- och processparametrar som inverkar på mönsteravbildning och glans. Vidare så har likhetsstudier gällande estetiska och haptiska egenskaper genomförts med mycket intressanta och oväntade resultat. Parametrar som påverkar upplevd kvalitet har också analyserats, liksom bakomliggande orsaker till olika typer av ytdefekter och glansvariationer. Projektet har genererat mycket ny kunskap om robust formsprutning av mönstrade komponenter, men även skapat nya frågeställningar och projektdeltagarna planerar därför att ansöka om ett fortsättningsprojekt för att kunna fortsätta analysera, kvantifiera och simulera formsprutning av mönstrade komponenter.

2 Executive summary

To develop sustainable manufacturing systems it is important to consider a lot of different parameters, e.g. effects on the environment, energy consumption, flexibility, accessibility, degree of rejection, etc. For sustainable manufacturing of automotive components, injection moulding can be an interesting manufacturing technique. The reason is that injection moulding enables fast and cost efficient manufacturing with low energy consumption and large degree of flexibility.

Interior automotive components have for long time been manufactured by injection moulding. A problem with injection moulding of interior components is, however, problems to obtain components with even texture and low gloss. The knowledge is good about reasons for surface defects, such as sink marks, blisters and silver streaks, but not so good about the underlying reasons for ghost marks, uneven gloss, and tiger stripes. The objective of the project presented in this report was therefore to improve the knowledge about robust injection moulding of automotive components with desired texture, gloss and color.

The aims of the project were:

- 20% shorter lead times for development of injection moulded automotive components
- 30% shorter time for start-up of manufacturing of new components
- 50% less rejection in start-up of manufacturing of new components
- 4 journal/conference papers

The aims regarding shorter lead times and less rejection are too early to evaluate. The results generated within the project must first be implemented. However, the aim regarding publication of 4 journal/conference papers is fulfilled, see chapter 7.2.

The project has for sure improved the knowledge about robust manufacturing of automotive components with desired surface properties and in the following some of the results are briefly presented.

Shorter lead time for development of injection moulded automotive components

The project has improved the knowledge about parameters that controls the esthetic and haptic properties of injection moulded components. In March 2017 results from the project were presented at

two seminars. The first seminar, held at Volvo Car Corporation, attracted more than 60 participants from Volvo CC, Volvo TC, IAC Group, Plastal, and others. The second seminar, held at K.D. Feddersen Norden, attracted also more than 60 participants from a large number of different companies (e.g. Scania, Thule and Husqvarna). The new demo mould, which has been developed within the project, will be of great help to reduce the lead times when new components are being developed, since the demo mould enables investigation and determination of textures and materials suitable for different components (size, complexity, texture, ...).

Efficient and relevant requirements

An investigation of the aesthetic properties of injection moulded plates with different textures, carried out by Halmstad University and Jönköping University, have generated a lot of interesting (and unexpected) results. The results will be put together and spread/transferred to designers at the automotive companies in Sweden. However, a lot of work remains before trustworthy guidelines for robust design and manufacture of injection moulded components with even texture and low gloss are available.

Improved knowledge about aesthetic and haptic properties

Halmstad University and the Technical Research Institute of Sweden (SP) have carried out a number of different tests and generated a lot of interesting results about aesthetic and haptic properties of injection moulded components.

Virtual tools for prediction of esthetic and haptic properties

Halmstad University and Jönköping University have developed a tool for prediction and specification of textured surfaces. They have also developed design manuals and a digital library with 3D measured and digitally characterized reference surfaces. Based on the results obtained it is clear that it can be difficult to examine and compare different textures.

Technique to measure and characterize texture

A large number of plates with different textures have been analyzed and characterized by interferometry at Halmstad University and a digital library with 3D scanned surfaces have been generated. The use of interferometry (e.g. GFM MikroCAD 3D) has proven to be very efficient in characterizing textures.

Knowledge about different processing parameters

The processing windows for three different plastic materials (PP, ABS and PC/PBT) have been tested and analyzed by the use of the demo mould and the results are at the moment evaluated at Volvo Car Group. However, more tests will be carried out in the future to improve the knowledge about robust injection moulding of automotive components with desired surface properties.

Shorter start-up times for new components

The new demo mould will facilitate determination of suitable materials and textures for different components. The demo mould will also facilitate determination of suitable processing windows and thereby reduce start-up times for new components.

Demo mould for test and development of new materials and new textures

An important result from the project is the demo mould which has been designed and manufactured as a part of the project. The demo mould contains a large number of processing difficulties and is equipped with temperature and pressure sensors. The demo mould has been tested and evaluated at five different occasions and shown to work satisfactorily. After the project the mould will be placed at IAC in Färgelanda.

3 Bakgrund

Vid utveckling av hållbara tillverkningsystem krävs beaktande av en mängd olika faktorer, t.ex. miljöpåverkan, energiåtgång, flexibilitet, tillgänglighet, kassationsgrad, mm. Kort sagt, utveckling av hållbara tillverkningsystem är en komplex uppgift. För hållbar tillverkning av fordonskomponenter kan formsprutning vara ett intressant alternativ. Anledningen är att denna tillverkningsprocess erbjuder:

- *Snabb tillverkning*: Cykeltid på några få sekunder samt möjlighet att tillverka många komponenter i samma tillverkningscykel.
- *Låg energiåtgång*: Ca 70 % lägre energiåtgång jämfört med många andra tillverkningsprocesser
- *Kostnadseffektiv tillverkning*: Snabb tillverkning, relativt låg verktygskostnad, låg energiåtgång, samt hög grad av automatisering ger kostnadseffektiv tillverkning.
- *Stor designfrihet*: Tillverkning av komponenter med mycket komplex form i ett och samma tillverkningssteg. Positivt både ur kostnads- och utrymmessynpunkt.
- *Enkel infärgning*: Komponenter med önskad kulör, glans och mönstring kan tillverkas utan behov av miljöbelastande ytbehandling.
- *Integrering av funktioner*: Komponenter med integrerade gängor, gångjärn och snäppfästen är standard. Utveckling pågår av komponenter med inbyggd elektronik, touch-funktioner, mm.
- *Återvinning*: Inblandning av spill och återvunnet material är möjligt.

Interiöra fordonskomponenter har under lång tid tillverkats av formsprutad plast eftersom inget annat material erbjuder samma designfrihet och ljuddämpande förmåga. Plastmaterial såsom ABS, PC/ABS, PP och TPE används därför regelbundet för tillverkning av instrumentpaneler, dörrmoduler och konsoler. En svårighet vid formsprutning är dock att åstadkomma komponenter med önskad mönstring, glans och kulör. Kunskapen om orsakerna till de vanligaste formsprutningsfelen (sjunkmärken, porer, stänkmärken och brännmärken) är relativt god och lämpliga åtgärder för att åtgärda dessa fel finns presenterat i litteraturen. Men när det gäller mönstring, glans och kulör är kunskapen betydligt sämre och mycket lite information finns att hämta i den vetenskapliga litteraturen. Syftet med projektet var därför att adressera detta område och utveckla kunskap och verktyg som kan användas för att säkerställa robust tillverkning av formsprutade plastkomponenter med önskad mönstring, glans och kulör. Frågor som skulle beaktas inom projektet var t.ex. hur påverkar olika material- och processparametrar mönsteravbildningen? Hur bör man kravsätta mönster och glans? Hur bör man karakterisera/mäta mönster? Vilken roll har mikrotopografin i ytperceptionen? Finns det processhjälpmedel som kan underlätta robust tillverkning av komponenter med önskade ytegenskaper?

Formsprutning kan vid en första anblick uppfattas som en mycket enkel tillverkningsmetod. Men vid närmare betraktelse inses att det är en relativt komplex process med mycket avancerad flödesmekanik och termodynamik. När den smälta plasten träffar den kalla väggen i ett formverktyg stelnar plasten omedelbart. Detta innebär att det bildas ett fontänflöde i formverktyget. Viktiga parametrar för mönstring och glans är därför formverktygets mönstring, plastsmältans viskositet, insprutningshastighet, eftertryck och kylning.

Vid utveckling av nya plastkomponenter används likarplattor för att ta beslut om mönster, glans och kulör. Dessa plattor formsprutas i specialtillverkade formverktyg under optimala betingelser och mönster och glans kommer därför att skilja sig högst avsevärt från det mönster och den glans som erhålls på stora komponenter med komplex geometri, t.ex. instrumentbrädor. Denna skillnad mellan beslutsunderlag (likarplattor) och färdiga produkter orsakar mycket frustration inom fordonsbranschen och medför även stora kostnader för kassation, modifiering av verktyg, möten, etc.

Även de haptiska egenskaperna styrs av mönstring, glans och kulör. Hur de olika parametrarna påverkar upplevelsen av en plastprodukt är dock oklart, men eftersom de haptiska egenskaperna

har stor betydelse för såväl interiöra fordonskomponenter som dammsugare och pennor har intresset för detta område ökat markant under senare tid.

4 Syfte, frågeställningar och metod

Syftet med projektet var att öka kunskapen om robust formsprutning av komponenter med önskade ytegenskaper. Eftersom en ökad kunskap inom detta område kan bidra till att stärka konkurrenskraften för svensk fordonsindustri. Problemställningar som skulle beaktas var till exempel:

- ✓ Hur påverkar olika material- och processparametrar mönsteravbildningen?
- ✓ Hur bör man kravsätta mönster och glans?
- ✓ Hur bör man karakterisera/mäta mönster?
- ✓ Vilken roll har mikrotopografin i ytperceptionen?

5 Mål

I projektansökan angavs följande mål:

- 20 % kortare ledtid för utveckling av formsprutade fordonskomponenter
- 30 % kortare tid för inkörning av nya komponenter
- 50 % mindre kassation i samband med inkörning av nya komponenter
- Minst 4 vetenskapliga artiklar / konferensbidrag

Dessutom angavs att projektet skulle leda till:

- Kortare ledtid för utveckling av formsprutade fordonskomponenter
- Metoder för effektiv och relevant kravsättning av mönstrade komponenter
- Ökad kunskap hos designers och konstruktörer gällande estetiska och haptiska egenskaper
- Virtuella verktyg för prediktering av de estetiska och haptiska egenskaperna hos systematiskt varierade ytor, material och topografi.
- Mätmetod för karakterisering och verifiering av mönster i formverktyg
- Kunskap om vilka processparametrar som styr mönster och glans
- Kunskap om hur olika processhjälpmedel påverkar mönster och glans
- Kortare inkörningstid för nya komponenter
- Mindre kassation i samband med inkörning av nya komponenter
- En samsyn hos verktygstillverkare, formsprutare och fordonstillverkare gällande robust tillverkning av formsprutade komponenter med önskade estetiska och haptiska egenskaper
- Demonstrator (formverktyg) för test och verifiering
- Fyra vetenskapliga artiklar (alt. konferensbidrag).

6 Resultat och måluppfyllelse

Gällande kortare tid för utveckling av formsprutade fordonskomponenter, kortare tid för inkörning av nya komponenter, samt mindre kassation i samband med inkörning av nya komponenter, så är det för tidigt att utvärdera dessa mål. Resultaten från projektet måste hinna implementeras på de deltagande företagen innan någon effekt kan förväntas. Volvo PV, Volvo LV och IAC Group kommer dock att under 2017 börja använda demonstratorverktyget som utvecklats inom ramen för projektet vid utprovning av nya mönster och nya material, så på ett par års sikt kommer förhoppningsvis de angivna målen gällande ledtider och kassation att vara uppfyllda. Målet gällande minst 4 vetenskapliga artiklar/konferensbidrag är uppfyllt, se rubrik 7.2, och planer finns för ytterligare artiklar/konferensbidrag.

Projektet har genererat en mängd ny intressant information och angående "leveranser" så gäller följande:

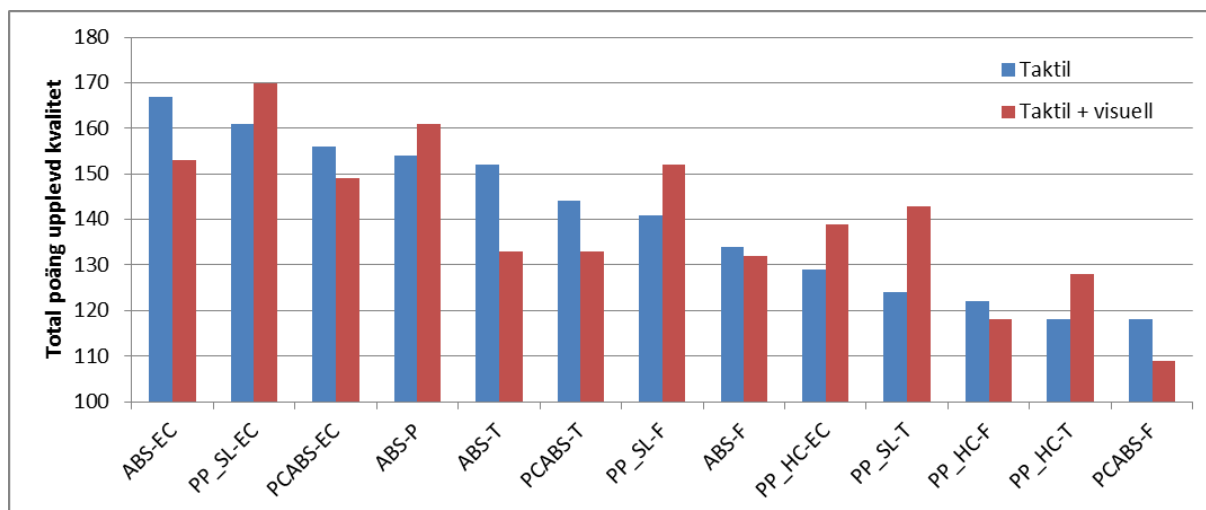
Kortare ledtid för utveckling av formsprutade fordonskomponenter

Projektet har ökat kunskapen om robust formsprutning, samt även ökat kunskapen om vilka parametrar som styr estetiska och haptiska egenskaper. Det nya demoverktyget kommer ha stor inverkan på möjligheten att korta ledtider vid utveckling av nya formsprutade fordonsprodukter, eftersom det med hjälp av demoverktyget finns möjlighet att studera vilka material och mönster som fungerar för olika produkter.

Metoder för effektiv och relevant kravsättning av mönstrade komponenter

Studierna av olika mönster som genomförts av Högskolan i Halmstad och SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut har genererat en hel del intressanta (och oväntade) resultat. I figur 1 finns resultat från en likhetskalning utförd på SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. I figuren framgår att mönstret Easy Clean upplevs ha högre kvalitet än övriga mönster samt att plattorna tillverkade av polypropen upplevs ha högre kvalitet när försökspersonerna både får se och känna på plattorna.

Figur 1. Resultat från likhetskalning av 13 likarplattor och 20 försökspersoner.



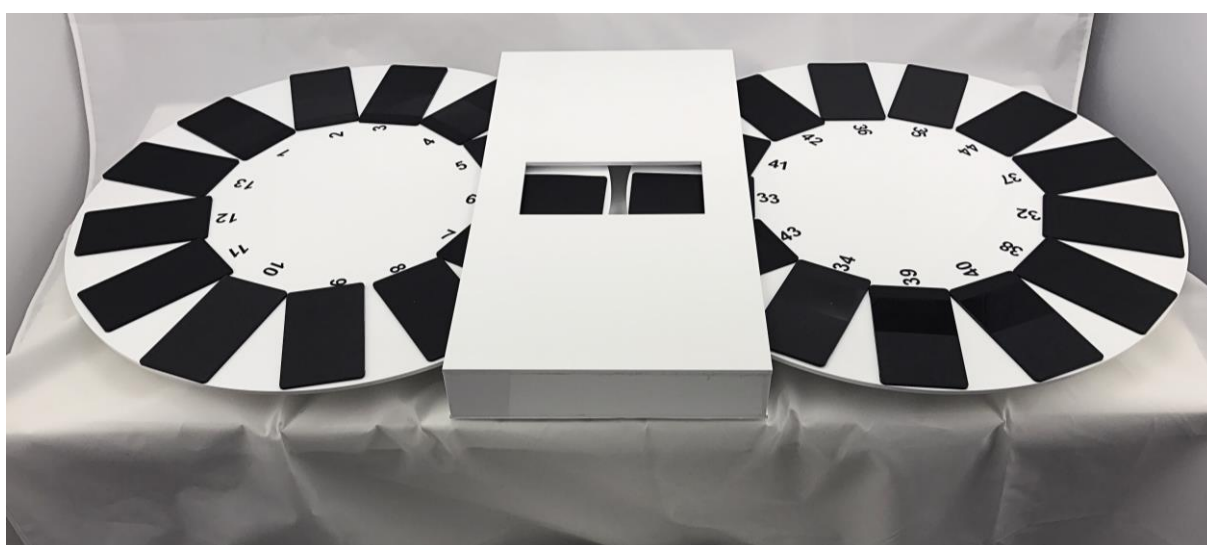
Resultaten som tagits fram inom ramen för projektet kommer sammanställas i en rapport och spridas inom fordonsföretagen. Mycket arbete kvarstår dock innan robusta och utprovade metoder för effektiv och relevant kravsättning av mönstrade komponenter finns framme. Arbete som kommer ske i framtida FoU-projekt.

Ökad kunskap hos designers och konstruktörer gällande estetiska och haptiska egenskaper

Högskolan i Halmstad och SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut förevisade sina resultat för designers och konstruktörer på fordonsföretagen (Volvo, CEVT och Scania) vid två seminarier, ett på Volvo PV och ett på K.D. Feddersen Norden, i mars 2017.

Virtuella verktyg för prediktering av de estetiska och haptiska egenskaperna hos systematiskt varierade ytor, material och topografi

Högskolan i Halmstad har tillsammans med Jönköpings Tekniska Högskola tagit fram en metodik och modell för prediktering och specifikation av ytor med estetiskt visuella krav. Man har även tagit fram designmanualer och ett digitalt bibliotek med 3D-uppmätta och digitalt specificerade topografiska referensytor. I figur 2 visas den utrustning som använts för visuell likhetsskalning av mönster och i figur 3 visas resultat från likhetsskalningen. Intressant att notera är att vissa mönster är svåra att bedöma och upplevs olika trots att plattorna tillverkats av samma material och i samma formverktyg.



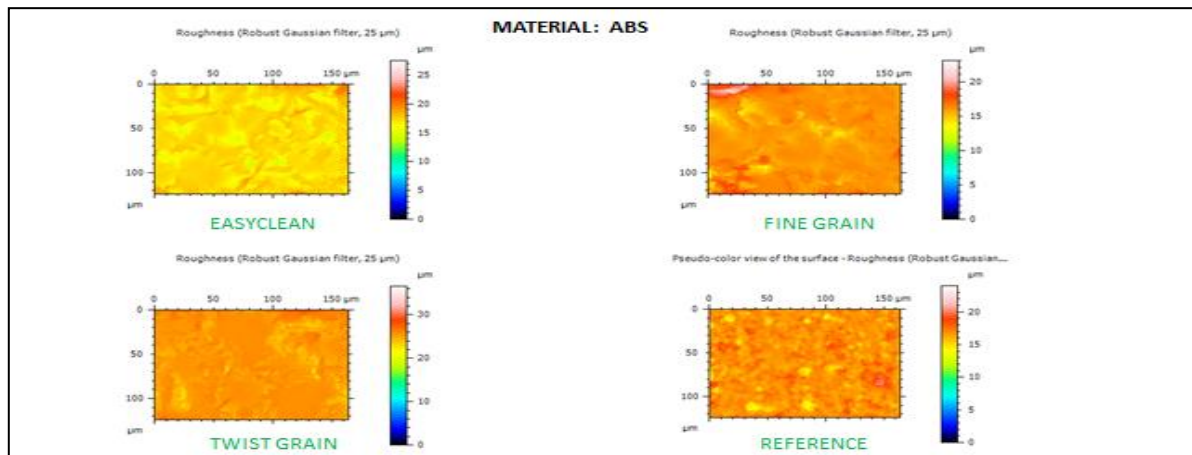
Figur 2. Utrustning som använts för visuell likhetsskalning i projektet.

TO BE CONSTRUCTED copy into right		RIGHT WHEEL TEST (RANDOM) ORDER													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
LEFT WHEEL TEST (RANDOM) ORDER:	1	90	35	60	90	50	95	95	35	10	75	30	90	80	835
	2	75	50	100	90	80	75	90	40	35	50	75	95	60	915
	3	15	65	55	25	75	50	60	100	90	45	55	25	15	675
	4	40	55	30	15	60	75	35	95	90	85	60	50	20	710
	5	100	40	50	95	40	100	100	20	15	30	40	100	95	825
	6	100	20	15	100	20	95	95	10	5	25	15	95	90	685
	7	90	40	80	85	70	100	100	50	60	90	30	80	85	960
	8	95	15	20	95	20	90	95	15	5	20	20	85	100	675
	9	95	30	30	100	40	90	100	30	10	60	10	95	90	780
	10	50	90	40	20	90	40	50	40	40	95	90	30	50	725
	11	20	100	30	15	90	40	20	70	65	85	100	30	15	680
	12	45	95	35	40	100	65	40	50	60	100	80	70	45	825
	13	10	100	10	15	90	25	10	45	75	90	90	10	15	585
		825	735	555	785	825	940	890	600	560	850	695	855	760	
		835	915	675	710	825	685	960	675	780	725	680	825	585	

Figur 3. Resultat från visuell likhetsskalning.

Mätmetod för karakterisering och verifiering av mönster i formverktyg

En stor mängd plattor och mönster har analyserats och karakteriserats med hjälp av interferometri vid Högskolan i Halmstad och ett digitalt bibliotek med 3D-uppmätta och digitalt specificerade topografiska referensytor har tagits fram. Utrustningarna som använts (t.ex. GFM MikroCAD 3D) har visat sig vara mycket användbara vid karakterisering och verifiering av mönster. I figur 4 visas resultat från analyserna som utförts av Högskolan i Halmstad.



Figur 4. Resultat från undersökning och karakterisering av mönster.

Kunskap om vilka processparametrar som styr mönster och glans

Inverkan av olika processparametrar på tre olika plastmaterial (PP, ABS och PC/PBT) har analyserats med hjälp av demoverktyget och resultaten håller på att sammanställas. Fler tester krävs dock för att skapa kunskap om vilka processparametrar som styr mönster och glans. Med hjälp av det nya demoverktyget finns dock utmärkta möjligheter att undersöka hur smälttemperatur, verktygstemperatur, molekylvikt, mm, påverkar mönsteravbildning och glans. En litteraturstudie gällande "material- och processparametrars inverkan på glans och ytstruktur för formsprutgods" har även utförts.

Kunskap om hur olika processhjälpmedel påverkar mönster och glans

Fördelar och nackdelar med att använda jäsmedel (t.ex. Mucell) för att erhålla bra mönsteravbildning vid formsprutning har övergripande analyserats i projektet.

Kortare inkörningstid för nya komponenter

Det nya demoverktyget kommer underlätta val av material och mönster samt val av lämpligt processfönster och därmed korta inkörningstiden för nya komponenter. Det krävs dock fler tester i demoverktyget samt användning av verktyget av Volvo, IAC, m.fl. vid utveckling och inkörning av nya produkter innan konkreta siffror/tider kan presenteras.

Mindre kassation i samband med inkörning av nya komponenter

Som beskrivits i ovanstående punkt så erbjuder det nya demoverktyget utmärkta möjligheter att välja lämpliga material, mönster och processfönster för nya produkter och därmed minska kassationen vid inkörning av nya komponenter.

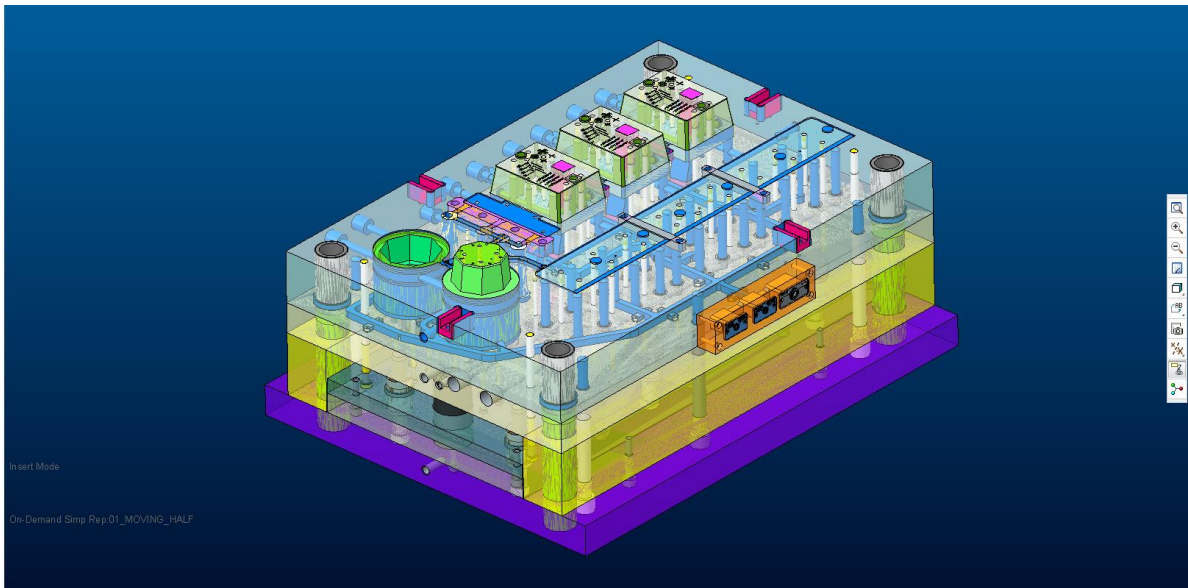
En samsyn hos verktygstillverkare, formsprutare och fordonstillverkare gällande robust tillverkning av formsprutade komponenter med önskade estetiska och haptiska egenskaper

Projektet har resulterat i en ökad samsyn hos verktygstillverkare, formsprutare och fordonstillverkare kring robust tillverkning av formsprutade komponenter och glädjande nog är samtliga projektdeltagare

intresserade av ett fortsatt samarbete. En ansökan om fortsättningsprojekt kommer därför att lämnas in till FFI-Hållbar produktion.

Demonstrator (formverktyg) för test och verifiering

En demonstrator (demoverktyg) har konstruerats och tillverkats inom ramen för projektet. En CAD-bild visande verktyget finns presenterad i figur 5. Demoverktyget innehåller en mängd processvärigheter och är fullt instrumenterat med temperatur- och tryckgivare. Demoverktyget har testats och analyserats vid tre tillfällen och glädjande nog fungerar verktyget som det var tänkt. Tyvärr krävs en något högre låskraft än planerat och verktyget kommer därför att placeras på IAC i Färglanda där det finns formsprutningsmaskiner med tillräcklig låskraft.



Figur 5. CAD-ritning visande demoverktyget.

Fyra vetenskapliga artiklar (alt. konferensbidrag).

Denna leverans är uppfylld med marginal, se rubrik 7.2.

Projektet har bidragit till flera av de mål som anges i programbeskrivningen för delområdet Hållbar Produktion. Som exempel kan nämnas:

Säkra fordonsindustriell konkurrenskraft: Interiöra komponenter med perfekt mönstring, glans och kulör är absolut nödvändigt för fordon inom premiumsegmentet. Projektet har ökat kunskapen om robust formsprutning av mönstrade komponenter och därmed bidragit till att öka den svenska fordonsindustriella konkurrenskraften.

Utveckla internationellt konkurrenskraftiga forskningsmiljöer: En ny forskningsmiljö med fokus på "upplevd kvalitet" har skapats inom ramen för projektet. Aktiva deltagare i denna forskningsmiljö är Högskolan i Halmstad, Jönköping University, Lunds Universitet, RISE, Volvo Personvagnar och Volvo Lastvagnar.

Främja medverkan av små och medelstora företag: Hälften av projektkonsortiet har bestått av små och medelstora företag. Flertalet av dessa företag hade aldrig tidigare deltagit i ett statligt finansierat FoU-projekt.

Främja medverkan av underleverantörer: Hälften av projektkonsortiet har bestått av underleverantörer till fordonsindustrin.

Främja branschöverskridande samverkan: En ökad kunskap om kopplingen mellan material, process och estetiska/haptiska egenskaper är inte enbart av intresse för fordonsindustrin utan även intressant för företag som tillverkar t.ex. konsumentprodukter. Intresse finns hos bland andra Thule och Husqvarna för deltagande i ett fortsättningsprojekt.

Främja samverkan mellan avtalsparter: Två av de svenska fordonstillverkarna samt medlemmar av FKG har deltagit i projektet.

Främja samverkan mellan industri och akademi: Projektkonstellationen var helt ny när projektet startade och flertalet av deltagarna hade mycket ringa erfarenhet av forskning och forskningssamverkan.

7 Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	X	- Ett flertal artiklar/konferensbidrag har/kommer presenteras/publiceras - Tre populärvetenskapliga artiklar har publicerats i tidningen Plastforum under 2016 - Resultat från projektet är inkluderade i LTHs och Polymercentrums kurser - Två seminarier har genomförts under mars 2017
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	- En ansökan om fortsättningsprojekt kommer lämnas in till FFI-Hållbar produktion
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	X	- Volvo PV, Volvo LV och IAC Group kommer under 2017 börja använda demoverktyget vid utveckling av nya produkter och nya mönster.
Introduceras på marknaden		
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

7.2 Publikationer

Projektet har genererat följande publikationer och presentationer:

1. Arvidsson, M., Skedung, L., Eriksson, L., & Rosén, BG. Visual and haptic interactions in the perception of injection moulded carinterior parts. Abstract to be submitted to the www.metprops2017.se conference, Gothenburg, Sweden.
2. Arvidsson, M., Skedung, L., Eriksson, L., & Rosén, BG. Visual and haptic interactions in the perception of injection moulded carinterior parts. Manuscript to be submitted to *Surface Topography –Metrology and Properties, special issue*, 2017.
3. Skedung, L., & Arvidsson, M. (2015, October). *Haptics in automotive applications and active safety*. In Janevik, P. (Chair), *Emerging Trends in Active Safety for Road Vehicles*, Symposium conducted at AstaZero Researchers Day, AstaZero Hällered, Sweden.
4. Skedung, L., & Arvidsson, M. (2016). *Importance of texture and plastic in haptic perception of*

injection moulded car-interior parts. Abstract submitted to the www.metprops2017.se conference, Gothenburg, Sweden.

5. B-G Rosen, L Eriksson, M Bergman, *Kansei, surfaces and perception engineering*, Surf. Topogr.: Metrol. Prop. 4 (2016) 033001.
6. B-G Rosen, L Eriksson, M Bergman, *Kansei engineering and visual topographies of plastic textures*. Abstract submitted to the 16th International Conference on Metrology and Properties of Engineering Surfaces, Göteborg, Sweden, June 26-29, 2017.
7. B-G Rosen, L Eriksson, M Bergman, *Affective Surface Engineering – the art of creating emotional response from surfaces*. In: Proceedings of the 15th International Conference International Conference on Metrology and Properties of Engineering Surfaces, [ed] Christopher Evans Professor, Charlotte NC, USA, March 2-5, 2015.
8. B-G Rosen, L Eriksson, M Bergman, *Affective Chrome Surface Engineering for Car Interior Design*. In: KEER 2016: Proceedings of the 6th International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research, KEER2016 / [ed] Brian Henson Ph.D., Leeds, UK, 31st of August-2nd September 2016.
9. F. Andersson, Conceptual Design Study of a Car Interior, Master Thesis, Jönköping University, 2015.
10. M.J. Naidu, Conceptual Design Study of a truck Interior, Master Thesis, Jönköping University, 2015.
11. Tre populärvetenskapliga artiklar i tidningen Plastforum under 2016.

8 Slutsatser och fortsatt forskning

Två fordonstillverkare (Volvo PV och Volvo LV), tre formsprutande företag (IAC Group, Formteknik i Gislaved och Liljas plast), en mönstertillverkare (Standex), två råvaruleverantörer (K.D. Feddersen Norden och Polykemi), tre forskningsaktörer (Högskolan i Halmstad, Lunds Universitet och SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut), samt en branschorganisation (Polymercentrum Sverige) har under åren 2014-2017 bedrivit ett FFI-finansierat FoU-projektet med titeln "Robust formsprutning av fordonskomponenter med önskade ytegenskaper". I det följande presenteras resultat och slutsatser från projektet.

1. Ytdefekter på formsprutade komponenter har analyserats med hjälp av mikroskopi och det är tydligt att även mycket små störningar i mönsteravbildningen kan ge upphov till visuellt synliga glansförändringar.
2. En litteraturstudie gällande "material- och processparametrars inverkan på glans och ytstruktur för formsprutgods" har författats. Informationen om material- och processparametrars inverkan på glans och ytstruktur i den vetenskapliga litteraturen är tyvärr ganska begränsad eftersom området hitintills inte rönt något stort vetenskapligt intresse. Men eftersom det är ett viktigt område (problemområde) för många företag så finns mycket tester och analyser utförda, även om resultaten inte finns presenterade i den vetenskapliga litteraturen.
3. En metodik och modell för prediktering och specifikation av ytor med estetiskt visuella krav, samt ett digitalt bibliotek med 3D uppmätta och digitalt specificerade topografiska referensytor, har tagits fram inom ramen för projektet.
4. Likhetskalning av taktila egenskaper för 13 olika material och mönster har utförts och resultaten har jämförts med instrumentella data för att undersöka vilka egenskaper på ytorna som försökspersonerna använder för att leta efter skillnader, d.v.s. de mest utmärkande egenskaperna att i första hand fokusera på för att styra en haptisk upplevelse. Materialen och mönstren har även rangordnats efter upplevd kvalitet.

5. Även likhetsskalning av visuella/estetiska egenskaper har utförts för de 13 olika materialen/mönstren i en nyutvecklad utrustning vid Högskolan i Halmstad. Baserat på erhållna resultat så är det tydligt att det kan vara svårt att likhetsskala olika mönster.
6. Ett demonstratorverktyg innehållande ett stort antal processvårigheter har konstruerats och tillverkats. Verktyget är fullt instrumenterat med temperatur- och tryckgivare och har utvärderats genom tester med PP, ABS och PC/PBT (tre vanliga fordonsmaterial). Glädjande nog fungerar demoverktyget som det var tänkt och olika typer av ytdefekter kan simuleras och studeras med hjälp av verktyget. Efter projektets avslut kommer demoverktyget förvaras på IAC i Färglanda.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

Volvo Personvagnar

Kontaktpersoner:

Peter Porsgaard (projektledare)

Per Bengtsson

Ulf Kleist

Britta Mattsson

Mats Olofsson

Formteknik i Gislaved

Kontaktperson:

Jan Tegnhammar

Högskolan i Halmstad

Kontaktperson:

Bengt-Göran Rosén

IAC Group

Kontaktpersoner:

Michael Danielsson

Annika Sandell

K.D. Feddersen Norden

Kontaktpersoner:

Dan Hagström

Magnus Lundh

Kistler Nordic

Kontaktperson:

Kenneth Johansson

Liljas plast

Kontaktperson:

Emil Granstrand

Lunds Universitet

Kontaktperson:

Olaf Diegel

Polykemi

Kontaktperson:

Glenn Arvidsson

Polymercentrum Sverige

Kontaktperson:

Anders Sjögren

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Kontaktpersoner:

Martin Arvidsson

Lisa Skedung

Standex Sverige (fd Svensk Industrigravyr)

Kontaktperson:

Ulf Johansson

Volvo Lastvagnar

Kontaktpersoner:

Urban Elfsberg

Susanne Holmgren