



CHALMERS

Undersökning av 3D-skrivare och dess användning i konceptstadiet

Examination of 3D printers and its use in the concept stage

Examensarbete för högskoleingenjörsexamen inom Maskiningenjörsprogrammet

Anneli Waltbrand

Karolina Haldén

FÖRORD

Det här examensarbetet på 15 högskolepoäng har gjorts hos Autoliv i Vårgårda inom högskoleingenjörsprogrammet i Maskinteknik på Chalmers tekniska högskola i Göteborg, våren 2018.

Tack till

Peter Axelsson för handledning i projektet hos Autoliv.

Lars Nyborg för handledning i projektet.

Hans Stenberg för all hjälp i samband med studiebesöket till Strålfors i Stockholm.

De företag vi har varit på studiebesök hos för att vi fick komma dit.

Göteborg 2018, Anneli Waltbrand och Karolina Haldén

SAMMANFATTNING

Hos företaget Autoliv, i Vårgårda, har man sett fördelar med att använda sig av 3D-skrivare vid tillverkning av prototyper och Autoliv ser tekniken som ett sätt att öka effektiviteten samt innovationen hos företaget. Syftet med arbetet var att undersöka varför möjligheten att 3D-skriva prototyper inte utnyttjades till sin fulla potential och se hur och om det gick att öka intresset för användandet av tekniken. Autoliv ville även få en klarare bild av vad tekniken används till idag samt vad det finns för möjligheter. Slutmålet var att ta fram en handlingsplan till Autoliv för att uppmuntra och öka intresset för användandet av 3D-utskriften. Undersökningen har utförts genom att intervjua anställda och studiebesök hos prototypleverantörer.

Från studiebesöken hos prototypleverantörerna framgick det vad för typ av tekniker inom 3D-skrivning leverantörerna hade att erbjuda Autoliv. Hos de besökta leverantörerna erbjöds flera olika metoder för 3D-skrivning i olika polymermaterial. Det fanns också möjligheter att, av leverantörerna, beställa 3D-skrivna detaljer i metallegeringar.

Det framgick av intervjuerna att många av företagets anställda huvudsakligen beställt från den 3D-skrivare som fanns hos Autoliv. I största mån skrevs detaljer ut för att se geometrier och testa montering av komponenterna. Det fanns några som önskade att kunna använda 3D-skrivning för mer men tyckte inte att de tillgängliga materialen var tillräckligt bra. Detta visar att inte alla har den kunskap som behövs avseende utvecklingen som har skett på marknaden de senaste åren.

De som inte använder sig av 3D-utskriften i samma utsträckning som andra tyckte i synnerhet att det var krångligt att beställa delar eller såg inget syfte i att ha en 3D-utskrivna detalj.

Baserat på intervjuerna har en handlingsplan skapats för att kunna utveckla tillämpningen vidare. Slutsatserna där blev till stor del att företaget behöver mer kunskap i vilka tekniker som finns att tillgå och vad resultatet kan bli. Detta bör lösas genom att utbilda berörd personal i vad det finns för möjligheter och hur man går tillväga för att beställa prototyper. Därför bör det tas fram prover på olika material och ytbehandlingar. Man bör även sammanställa information om priser, materialegenskaper och ledtider på ett lättåtkomligt sätt.

SUMMARY

At the company Autoliv in Vårgårda the benefits of using 3D-printers for prototyping has been acknowledged and Autoliv sees the technology as a way of increasing efficiency and innovation in the company. The purpose of this project was to investigate why the possibility of 3D-printing prototypes is not used to its full potential and see how and if it is possible to increase the interest in using the technology. The goal was also to get a clearer overview of what the technology is used for today and what the opportunities are in the future. The final goal was to draw up an action plan for Autoliv to encourage and increase interest in the use of 3D-printing. The study was carried out by interviewing employees and field trips to the prototype suppliers were done.

From the field trips to the prototype suppliers, it was shown what type of technology in 3D-printers the suppliers offered. The visited suppliers offered several different methods for 3D-printing in various plastic materials. However, there were also opportunities, via the suppliers, to order 3D-printed details in metal alloys.

It was apparent from the interviews that many of the employees mainly used the 3D-printers at Autoliv. The details that were printed were mostly used to see geometries and test assembly of the components. However, there were some who had the desire to use the technology for more but did not think the available materials were good enough. This shows that not everyone has the knowledge needed regarding the development that has taken place in this market in recent years.

Those who did not use the application of 3D printing at Autoliv to the same extent as others thought it was difficult to order or saw no purpose in having a 3D-printed detail.

An action plan was created to be able to further develop this project. The conclusions were mainly that more knowledge is needed on what techniques are available for the company and what the results of those can be. This is recommended to be solved by educating relevant staff in what kind of opportunities are available and how to proceed with an order. Therefore, samples of different materials and finishes should be collected. A easily accessible compilation should be drawn up containing prices, material properties and lead times.

Innehåll

BETECKNINGAR	1
1 INLEDNING	2
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Precisering av frågeställningen	3
2 TEORETISK REFERENSRAM	4
2.1 Allmänt om 3D-skrivare	4
2.1.1 Olika tekniker	4
2.2 Nuvarande användning av 3D-skrivare	6
2.3 Tidigare utförd enkätundersökning	6
3 METOD	8
3.1 Projektplanering	8
3.2 Marknadsundersökning/Litteratursökning	8
3.3 Intervjuer	8
3.4 Studiebesök	8
3.5 Prisjämförelse	9
3.6 Jämförelse av tekniker	9
4 RESULTAT OCH DISKUSSION	10
4.1 Resultat från intervjuer	10
4.2 Resultat från studiebesök	10
4.2.1 Prototal	11
4.2.2 Strålfors	11
4.2.3 Protech	11
4.3 Prisjämförelse	12
4.4 Jämförelse av tekniker	12
5 SLUTSATS OCH REKOMMENDATION	13
5.1 Svar på frågeställningar	13
5.2 Slutrekommendationer för att gå vidare med användning av 3D-skrivare	14
REFERENSER	16
BILAGOR	I
Bilaga 1 - Gantt-schema	I
Bilaga 2 - Enkät	II
Bilaga 3 - Intervjufrågor	VI

BETECKNINGAR

CAD - Computer Aided Design

FDM - Fused Deposition Modeling

MJF - Multi jet fusion

SLA - Stereolitografi

SLS - Selektiv lasersintring

STL - Filformat

1 INLEDNING

I detta kapitel kommer det att ges en förklaring om varför projektet uppstått, dess syfte, avgränsningar samt precisering av frågeställningar.

1.1 Bakgrund

Att tillverka prototyper med hjälp av 3D-skrivare, även kallat additiv tillverkning, är något som blir allt större. Framst är det möjligheten att kunna tillverka komplexa delar samt den snabba beredningen som gör tekniken attraktiv.

Undersökningen görs för företaget Autoliv och kommer utföras på deras kontor i Vårgårda. Projektet startades upp på initiativ av anställda på avdelningen Engineering/development. Ett ökat användande av 3D-skrivare ses komma inom en snar framtid och Autoliv ser på tekniken som ett bra hjälpmedel under utvecklingsfasen av nya projekt. Autoliv är världens största leverantör när det kommer till säkerhet inom fordonsindustrin. De tar fram, tillverkar och levererar de säkerhetssystem, airbags, säkerhetsbälten, samt rattar som finns i dagens fordon (Autoliv, 2018).

Det har tidigare gjorts en undersökning om användandet av 3D-skrivare hos Autoliv i Vårgårda. Detta skedde i samband med att en 3D-skrivare köptes in till kontoret i Vårgårda. Undersökningen bestod av en enkät som skickades ut till anställda på avdelningen Engineering/development. På grund av tidsbrist kunde ingen djupare undersökning inom området genomföras. Genom att göra en utförligare undersökning inom området vill Autoliv öka användandet av 3D-skrivning hos företaget och på längre sikt öka effektiviteten samt innovationen hos företaget.

1.2 Syfte

Uppdraget var att undersöka anledningen till varför flera av Autolivs konstruktörer väljer att inte använda sig av möjligheten till att 3D-skriva prototyper i utvecklingstadiet under ett projekt. Syftet var även att undersöka hur man kan öka intresset för de anställda att använda sig av just 3D-skrivning. Arbetet syftade också till att undersöka vilka möjligheter det finns i dagsläget att 3D-skriva i olika material, kvalitéer och noggrannheter både internt och externt. Denna analys förväntas leda till en handlingsplan till företaget. Handlingsplanen ska öka intresset hos konstruktörerna att använda sig mer av 3D-skrivning för att göra arbetet mer effektivt och öka innovationsgraden.

1.3 Avgränsningar

Undersökningen har avgränsats till förutsättningarna hos Autoliv i Vårgårda. Frågeställningen har utgångspunkten att ökad användning av 3D-skrivning vid prototyp tillverkning kommer att öka innovationen på företaget. Prisjämförelsen som gjorts är ganska grov och större vikt har inte lagts på detta.

1.4 Precisering av frågeställningen

Ett antal frågeställningar som ska besvaras har ställts

- Varför använder många av Autolivs konstruktörer sig inte av möjligheten att 3D-skriva sina koncept när de utvecklar en ny produkt?
- Hur kan intresset för att använda 3D-skrivning i utvecklingsfasen av projekt öka?
- Vad används 3D-utskriften i störst utsträckning till?
- Vilka möjligheter och metoder finns det i dagsläget för att skapa prototyper med 3D-utskrift?

2 TEORETISK REFERENS RAM

I den teoretiska referensramen kommer ett urval av de befintliga teknikerna för 3D-utskrifter att presenteras. Dessutom ingår en redogörelse för hur det idag ser ut på företaget med användningar 3D-skrivare.

2.1 Allmänt om 3D-skrivare

3D-skrivare är utrustning som kan skriva ut 3-dimensionella solida objekt från en digital fil. Skrivaren arbetar på så sätt att den skapar objektet genom att successivt lägga ner materiallager tills hela objektet är färdigt, detta sker på olika sätt beroende på vilken metod och material maskinen använder. Med en 3D-skrivare kan man producera väldigt komplexa former och med mindre materialspill än vad som är möjligt med dagens andra tillverkningsmetoder. För att skriva ut ett objekt behövs först en 3D-modell av objektet på datorn i t.ex. CAD. Man kan även göra en modell med något som heter 3D-scanners. Med dessa kan man scanna av ett objekt och sedan skapa en digital kopia som sedan kan skrivas ut. Innan modellen kan skrivas ut behöver den förberedas. Detta görs genom att i datorprogram addera stödstrukturer om det behövs. Det varierar mellan de olika metoderna hur mycket stödstruktur som behövs. Resultaten måste även föras över till ett speciellt format, så kallat STL-format. Därefter används en programvara som utför en slicing. Slicing delar upp modellen i hundra eller tusentals horisontella lager och gör om dessa till kod som en 3D-skrivare kan förstå (GoPrint3D, 2016). Efter att modellen har skrivits ut börjar efterarbetet med att ta bort de stödstrukturer som har gjort. Detta görs på olika sätt beroende på var de sitter och i vilket material de har gjorts i. Därefter kan man påbörja de ytbehandlingar man vill göra, som blästring, polering, lackning, målning med mera. Det finns idag sex typer av material som går att skriva ut i en 3D-skrivare. Dessa är polymerer, metaller, betong, keramer, papper, och några ätbara ”material” som choklad (3DPrinting, 2017).

Idag används 3D-skrivning för att tillverka bland annat snabba prototyper, skalmodeller för arkitektur, proteser, filmrekvisita, och små skalmodeller. Även dyra exklusiva delar går att skriva ut med 3D teknik. Detta används av flygindustrin där man kan skapa lättare och mer komplicerade delar än med traditionella tillverkningsmetoder vilket gör det billigare (3DPrinting, 2017). Andra exempel på användningsområden skulle kunna omfatta rekonstruktion av fossiler, replikering av antika artefakter, rekonstruktion av ben och kroppsdelar eller hårt skadade bevis. 3D-skrivning används även i utbildningssyfte. 3D-skrivning gör det möjligt för elever att materialisera sina idéer på ett ekonomisk hållbart och flexibelt sätt. En fördel med att 3D-skriva ut prototyper är att det kan göras snabbt och flexibelt. Prototyper kan skrivas ut och testas, och om ändringar behöver göras kan detta snabbt åtgärdas och en ny prototyp kan skrivas ut (3DPrinting, 2011).

2.1.1 Olika tekniker

Det finns i dagsläget en hel del olika tekniker för 3D-utskrifter. Här presenteras ett urval av dessa och i Tabell 1 sammanfattas deras prestanda när det gäller mått/storlek på detalj som kan skrivas ut, samt möjliga materialval.

SLS

”Selektiv lasersintring” används då det är viktigt att detaljens hållfasthet och funktion behöver

hålla hög standard. SLS är en av de metoder som använder sig av en pulverbädd där lagren sintras ihop innan pulverbädden sänks något, ett nytt pulverlager läggs ovanpå och processen upprepas (Prototal, 2017). Den här metoden använder mest olika nylon-baserade material men också olika termoplast. Det material som inte sintras används automatiskt som stöd till detaljerna och det behöver därför inte adderas några stödstrukturer. SLS används mycket till komplicerade prototyper som behöver vara funktionsdugliga. På grund av att det inte används så mycket stödmaterial tar det längre tid för detaljerna att svalna vilket leder till längre ledtider. Beroende på vilken ytfinhet man vill ha kan det behövas olika typer av efterarbete (3D Hubs, 2013).

SLA

SLA står för "Stereolitografi" och används då det ställs höga krav på ytfinhet och detaljrikedom. Man använder sig av ett flytande medium som olika sorters resin eller epoxy som härddas i lager med hjälp av en laserstråle. SLA används främst till prototyper, väldigt detaljerade skulpturer och smycken. Efteråt behöver detaljerna efterhärddas i en UV-ugn för att bli mindre ömtåliga (Prototal, 2017). Det krävs inte mycket efterarbete för den här metoden förutom att man behöver avlägsna de stödstrukturer som byggts upp då ytorna är väldigt släta direkt från skrivaren. Den här metoden är inte lämpad att använda för att skriva ut stora objekt (3D Hubs, 2013).

MJF

"Multi jet fusion", är likt SLS, det vill säga en metod som använder sig av en pulverbädd men istället för att sintra ihop materialet appliceras två olika vätskor. En "Detailing agent" appliceras på utkanten av detaljen där materialet inte ska smälta samman för att kanterna ska bli mer noggranna, och en "Fusing agent" läggs där materialet ska smälta samman. Detta görs på ett linjärt sätt likt en vanlig 2D-skrivare. Därefter hettas pulverlaget upp med en värmekälla och de områden som applicerats med "Fusing agent" smälter samman. Efteråt tas detaljerna bort från byggytan och pulvret på ytan borstas och blåses bort (Prototal, 2017). MJF fungerar huvudsakligen med plastmaterialet polyamid. Det krävs minimalt med efterarbete vilket gör att det är en väldigt snabb metod som därmed lämpar sig bra för prototyper som ska användas för form, passform och funktionstestning. De detaljer man får av MJF kan konkurrera med formsprutade detaljer vilket gör det mycket attraktivt att testa de mekaniska egenskaperna (Materialise, 2018).

FDM

FDM står för "Fused Deposition Modeling". Metoden fungerar på så sätt att en spole med termoplastmaterial laddas i skrivaren. Materialet matas sedan till munstycket av extruderingshuvudet där materialet smälter. Extruderingshuvudet kan röra sig i x-led, y-led, och z-led och det smälta materialet sprutas ut i tunna trådar samt tunna skikt på förutbestämda platser. När ett lager är klart rör sig, antingen munstycket uppåt eller byggplattformen neråt, för att sedan påbörja nästa lager. Denna process upprepas till det att detaljen är färdig (3D Hubs, 2013).

PolyJet

En PolyJet 3D-skrivare används för att skapa väldigt detaljerade prototyper som ger en realistisk bild över hur den slutgiltiga produkten kommer att se ut. Tekniken är också bra då man kan ta fram komplexa former samt att den har den största mängden av material och färger som går att sammanföra i en enda komponent.

Arbets sättet hos en PolyJet 3D-skrivare liknar det hos en bläckstråleskrivare. En bläckstråleskrivare lägger bläckdroppar på utskriftspapper medan en PolyJet skrivaren lägger droppar av flytande material i tunna skikt på en byggbricka. Under utskriftens gång härddas

materialet genom att utsättas för UV-strålning. För att skriva ut mer komplicerade komponenter, t.ex. de med hål eller överhäng, krävs det att det finns stödstrukturer. Om inte stödstrukturen finns kan materialet lätt avvika från den önskade formen och resultatet blir att komponenten inte håller mått och form. Stödmaterialet som används för att bygga stödstrukturen separeras enkelt från komponenten då den löser upp sig vid kontakt med vatten. Tekniken anses vara en av de snabbaste teknikerna att skriva ut med och har även de tunnaste skikten, vilket ger komponenten mindre synliga skiktlinjer (GSC, 2017).

Tabell 1: Allmän fakta om de olika 3D-skrivarna

Teknik	Största byggstorlek [mm]	Tillgängliga material
SLS	750 x 550 x 550	TPE (termoplast) Nylonmaterial Polystyren
SLA	1500 x 750 x 500	Resin Epoxy
MJF	256 x 340 x 360	Polyamid
FDM	914 x 610 x 914	ULTEM PPSF FDM Nylon PC ASA
PolyJet	1000 x 800 x 500	Simulated Polypropylene Digital ABS Plus RGD Vero Tango Agilus

2.2 Nuvarande användning av 3D-skrivare

Autoliv i Vårgårda använder sig i dagsläget både av en egen 3D-skrivare och av leverantörer. Skrivaren som finns på plats i Vårgårda är en uPrint SE Plus och den bygger på FDM-teknologi. Materialet som är tillgängligt i skrivaren är plast och prototyper som skrivs ut i skrivaren används främst för visualisering av geometrin och/eller monterings tester. Autoliv har även använt sig av leverantörer för att beställa prototyper. I ett tidigare projekt har en prototyp beställts från Protototal i Jönköping och nyligen beställdes en prototyp från Protech i Stockholm.

2.3 Tidigare utförd enkätundersökning

För ungefär två år sedan gjordes en enkätundersökning på Autoliv i Vårgårda om användningen av den uPrint SE Plus 3D-skrivare som företaget införskaffat. Med enkäten önskade man ta reda på om 3D-skrivaren användes, om nej varför inte, hur ofta den användes och vad den användes till. Önskan var även att ta reda på om det var svårt att använda skrivaren och isåfall vad det var som gjorde det krångligt att använda den. Enkäten skickades till konstruktörerna på

avdelningen Engineering/development.

I den undersökningen framgick det att de flesta hade använt sig av 3D-skrivaren någon gång men olika mycket. Det framkom även att de största anledningarna till att de valde att skriva ut delar i 3D-skrivaren var för visualisering, monterings tester samt funktionstester, och det ansågs inte vara överdrivet svårt att använda skrivaren. På frågan vilken den största bristen med skrivaren var så svarade de flesta att delarna som skrevs ut inte var tillräckligt hållbara eller hade tillräckligt noggranna mått. Tid och materialval landade strax därefter. Konstruktörerna fick sedan svara på vad som skulle få dem att mer aktivt använda sig av 3D-skrivaren. Önskemål att det skulle vara enklare att beställa, att få kunskapen för att själv kunna skriva ut och möjligheten att skriva ut mer noggranna detaljer var några av kommentarerna. Enkäten med svar finns bifogad som bilaga 1.

3 METOD

I det här kapitlet beskrivs de metoder och tillvägagångssätt som använts i studien.

3.1 Projektplanering

Vid uppstarten av projektet planerades tillvägagångssättet med ledning och handledare på avdelningen Engineering/development på Autoliv. Tillgång till tidigare utfört arbete inom området fick tas del av samt arbetsmaterial tilldelades. För den långsiktiga planeringen användes ett Gantt-schema som finns bifogat som bilaga 2.

3.2 Marknadsundersökning/Litteratursökning

Arbetet inledes med en förundersökning om 3D-utskrivning generellt och olika metoder för detta. Syftet var att få en djupare förståelse för hur tekniken och tillämpningar fungerar och vad det finns för för- och nackdelar. Detta gjordes genom internetundersökningar och det skapade bakgrunden till materialet som presenteras i avsnitt 2 Teoretisk referensram.

3.3 Intervjuer

Med syfte att ta del av de åsikter de anställda på Autoliv hade om användandet av 3D-skrivare, distribuerades en intresseundersökning via e-post. Syftet var att se vilka som var intresserade av att delta i en kort intervju. För att få en så bra helhetsbild som möjligt kontaktades anställda med olika arbetsroller på olika avdelningar. De som var intresserade bokade in en tid för intervjun då de var tillgängliga. Syftet med intervjuerna var att undersöka både behovet och intresset som fanns för att använda sig av 3D-utskriften i det dagliga arbetet. Intervjufrågor definierades som underlag för intervjuerna. Intervjufrågorna som användes finns bifogade i bilaga 3. Intervjuerna pågick mellan 15 till 30 minuter vid de anställdas skrivbord där de som hade möjlighet även kunde visa fysiska exempel på vad de hade använt 3D-skrivare till. Anteckningar togs vid varje intervju och renskrevs för att sedan sammanställas.

3.4 Studiebesök

För att undersöka vilka alternativ det finns att använda sig av 3D-skrivare externt besöktes tre leverantörer av 3D-utskriften. Dessa är leverantörer som Autoliv har haft någon form av kontakt med tidigare. De besökta leverantörerna var Protototal, Strålfors och Protech. Dessa leverantörer arbetar med att tillverka prototyper till företaget. De kontaktades för att boka in en besökstid i deras lokaler. Under besöken visade leverantörerna vad de har för typer av 3D-skrivare och då också vad de kan erbjuda Autoliv i prototypväg.

3.5 Prisjämförelse

För att se vad som skulle vara mest lönsamt för företaget planerades att göra en enklare prisjämförelse. Utgifterna för att införskaffa, använda och underhålla en 3D-skrivare på Autoliv var planerat att göras och jämföras med utgifterna som uppstår om alla 3D-utskrifter sker hos externa leverantörer för att se vad som i längden är mest lönsamt. Utgångspunkten var även att se över om det var mer lönsamt att kombinera de båda alternativen.

3.6 Jämförelse av tekniker

Efter att marknadsundersökningen och studiebesöken hade gjorts sammanställdes en jämförelse över de teknikerna som har behandlats. Detta gjordes för att tydligare se vilka för- och nackdelar det finns med de olika teknikerna.

4 RESULTAT OCH DISKUSSION

I det här kapitlet presenteras de resultat som arbetet har kommit fram till.

4.1 Resultat från intervjuer

Intervjuer med anställda på några olika avdelningar hos Autoliv utfördes. Avdelning och arbetsroll fastställdes hos samtliga deltagare. De anställda fick frågan om de använde sig av 3D-skrivning i allmänhet, om ja till vad, om nej varför inte? Majoriteten sade sig ha använt 3D-utskrifter någon gång under ett projekts gång, då för att ta fram prototyper. Prototyperna togs i största mån fram för att se geometri eller testa monteringsmöjligheter. På frågan om de använt sig av skrivaren hos Autoliv eller av en leverantör var svaret lite blandat. I första hand, om möjligt, användes skrivaren som fanns hos Autoliv men vid behov av annat material eller mer komplicerad design, beställdes prototypen från en leverantör. De flesta tyckte inte att det var jätteviktigt vare sig om möjligheten att 3D-skriva ut prototyper finns hos Autoliv eller hos en leverantör, men det nämndes att det underlättar när saker finns nära till hands.

Under intervjuerna besvarade de anställda vad som upplevdes svårast med att använda 3D-skrivaren hos Autoliv samt att beställa prototyper från en leverantör. Att beställa från 3D-skrivaren hos Autoliv ansågs relativt enkelt medan att beställa från leverantör ansågs lite krångligare. Systemet som används för att beställa prototyper från leverantörer ansåg krångligt och tidskrävande. Det tog också längre tid att få den utskrivna detaljen och att det var dyrare. I dagsläget används två olika system för externa respektive interna beställningar. Systemet för externa beställningar behöver gå igenom fler delsteg och beställaren behöver bland annat en fysisk underskrift från ekonomiavdelningen innan beställningen kan läggas. För de interna utskrifterna krävs lite mindre arbete från beställaren, och man skulle i princip kunna skriva ut själv om man har kunskapen och maskinen är ledig. De som inte använde sig av 3D-utskrifter i samma utsträckning som andra tyckte i synnerhet att det var krångligt att beställa eller såg inget syfte i att ha en 3D-utskrivna detalj.

Något man ansåg saknades hos den nuvarande skrivaren hos Autoliv var möjligheten att skriva ut i fler material. Metall var ett material som nämndes av många. I dagsläget beställs prototyper i metall från Autolivs verkstad, men det är dyrt och tar tid. Att skriva ut prototyperna i en 3D-skrivare skulle därför kunna vara en alternativ lösning.

Slutligen tillfrågades de anställda om de själva hade några idéer eller förslag på vad som skulle få dem att använda sig mer av 3D-skrivning vid prototypframtagning. Det sades bland annat att det behöver vara lättare att beställa delar, framförallt från en extern leverantör för att man inte ska tycka det är för krångligt eller tidskrävande. Det nämndes även att många av de anställda kanske saknar kunskap för att använda sig av 3D-skrivare och att det därför kanske skulle vara en bra idé att utbilda berörda grupper på befintliga 3D-tekniker.

4.2 Resultat från studiebesök

För att förstå hur branschen fungerar och vad det finns för resurser att använda gjordes studiebesök hos tre olika företag som Autoliv har haft kontakt med sedan tidigare.

4.2.1 Prototal

Ett studiebesök gjordes till Prototal i Jönköping. Detta är en leverantör som Autoliv både tidigare och i dagsläget använder sig av. Prototal kontaktades och ett besök med rundvandring i deras lokaler bokades in. Prototal tillverkar prototyper med hjälp av 3D-skrivning men de tar även fram verktyg för att formspruta eller formgjuta produkter eller prototyper. För att ta fram prototyper med hjälp av 3D-skrivning använder de sig av tre olika 3D-skrivartyper, SLS-, SLA-, och MJF-skrivare. Med dessa tekniker kan man skriva ut prototyper med annat utseende och andra egenskaper än de prototyper som går att skriva ut hos Autoliv i dagsläget. Detta gör Prototal till ett bra alternativ att beställa från om de egenskaper dessa tekniker kan ge önskas av beställaren.

4.2.2 Strålfors

Leverantören Strålfors är ett utskott från Postnord och ligger därför vägg i vägg med deras lokaler i Stockholm. Förutom 3D-skrivning jobbar de även med 2D-skrivning i form av att de trycker fakturor åt andra företag och skickar ut med Postnord. För att boka in ett besök hos Strålfors kontaktades Hans Stenberg, som varit i kontakt med Autoliv tidigare vid beställning av olika prototyper. På plats skedde en rundvandring av lokalerna för att se deras process av både 2D-utskriften och 3D-utskriften. Vid 3D-skrivning använder Strålfors en Stratasys J750 som en typ av PolyJet 3D-skrivare.

Efter rundvandring gavs en kort presentation om hur Strålfors arbetar utåt mot sina kunder. En genomgång av deras nya plattform för att beställa prototyper visades även upp. Strålfors hoppas med denna göra det enklare för företag att beställa prototyper genom att göra det enkelt att ladda upp filer, välja material, etc. Plattformen ger även beställaren direkt en uppskattning på hur mycket beställningen kommer kosta. Detta är något Autoliv skulle kunna studera för att utveckla de egna beställningssidorna på företaget, men detta kan även underlätta när Autoliv ska beställa från Strålfors.

4.2.3 Protech

I samband med besöket hos Strålfors bokades även ett besök hos leverantören Protech, som samarbetar med Strålfors och som också har lokaler i Stockholm. Detta är ett företag som till skillnad från Strålfors bara håller på med 3D-utskriften och är mer etablerade på marknaden. På plats skedde en rundvandring i deras lokaler och de visade flera exempel på olika tekniker, material och ytbehandlingar som fanns att tillgå hos företaget. Från flera av sina skrivare som kan använda diverse olika material hade de skrivit ut prover med varierande hårdhet, vilket kan vara användbart för den som beställer produkter och behöver en referens till hur resultatet kommer att bli. Liknande provbitar bör Autoliv både skapa i de egna maskinerna och införskaffa från de leverantörer de använder sig av. På plats har Protech flera olika FDM- och Polyjetmaskiner i olika storlekar och dessa körs med olika material. De har även 3D-skrivare som skriver i olika metallegeringar men dessa fanns i en annan lokal, dessa är dock mycket dyrare att använda, men är bra att använda när man behöver en stark och komplex detalj. Då Protech har många varianter av sina skrivare kan de leverera väldigt specifika detaljer. De är också den leverantör Autoliv kan kontakta om prototyper i metall skulle vara av intresse.

4.3 Prisjämförelse

I början av april 2018 blev det beslutat att företaget skulle köpa in en ny egen Objet260 PolyJet 3D-printer som kan skriva ut i flera material samtidigt. Detta gör att jämförelsen för beslut att köpa in en 3D-skrivare inte längre blev aktuell och på grund av tidsbrist har den därför inte utförts.

4.4 Jämförelse av tekniker

De olika teknikerna till att skapa prototyper med hjälp av 3D-skrivare har givetvis olika för- och nackdelar. Till exempel är FDM billig och kan göra väldigt snabba modeller jämfört med de andra. Den har dock inte så bra noggrannhet och passar inte för komplicerad design. Protech använder även FDM-teknik och kan gjuta in t.ex. metalldelar i plastdetaljer genom att pausa processen, placera in en metalldel på ett förutbestämt ställe och sedan låta skrivaren bygga in den i plasten. Till skillnad från FDM-tekniken är SLA-tekniken väldigt bra på att skapa detaljerade prototyper, men är mer begränsad då den använder flytande bindemedel och epoxy. Med SLA kan man även skapa näst intill helt genomskinliga detaljer. Detta kräver dock en hel del efterarbete med UV-blekning, putsning och lackering. Eftersom SLS använder sig av en pulverbädd blir ytfinheten här lite sämre, men man har stor designfrihet och den används därför ofta till mer komplexa detaljer som inte behöver god ytfinhet. Det behövs heller inte några stödstrukturer som det kan göra i FDM och SLA (3DHubs, 2013).

Även om MJF använder sig av en pulverbädd precis som SLS så är MJF snabbare då den skriver ut på ett linjärt sätt likt en vanlig 2D-skrivare. Båda dessa tar dock ganska långt tid för att kyla materialet ner till skillnad från FDM och SLA, vilket ändå ökar ledtiden. Likt SLA är även PolyJet-tekniken begränsad till flytande polymerer men kan ändå använda sig av fler än vad SLA kan. Eftersom den kan använda flera material samtidigt kan man även kombinera ihop deras materialegenskaper i samma prototyp. Man kan därför skriva ut prototyper i fullfärg vilket man inte kan göra med någon av de andra teknikerna. Likt SLA kan man även skapa näst intill genomskinliga detaljer (3DHubs, 2013).

5 SLUTSATS OCH REKOMMENDATION

Här presenteras alla de slutsatser som kan dras. Även rekommendationer över vad man kan göra för att gå vidare med implementering av 3D-tekniken anges.

5.1 Svar på frågeställningar

När man granskar varför många av Autolivs konstruktörer inte använder sig av möjligheten till att skriva ut 3D modeller av sina koncept, såg man att det fanns flera olika anledningar till detta. Anledningarna var ganska individuella för vissa men det var flera som tyckte att det var krångligt och tidskrävande att beställa 3D-utskriften, framförallt då från externa leverantörer. Detta påvisar att systemet, både hos Autoliv och hos leverantörer, behöver uppdateras och bli mer användarvänligt. Anställda som använder sig av dessa beställningssystem behöver dessutom utbildas i hur systemen fungerar för att beställning av prototyper ska gå snabbt och smidigt.

Det var även flera som tyckte att det tog för lång tid att få detaljen i handen efter en beställning. Detta gjorde att vissa inte tyckte att det lönade sig då man vill testa designen snabbt innan man vidareutvecklar detaljen. En leveranstid från en leverantör kan vara svår att påverka, däremot kan bättre planering samt som ovan nämnt enklare sätt att beställa från leverantörer korta ner väntetiden. För att få så kort väntetid som möjligt behöver det däremot finnas möjlighet att skriva ut prototyp på plats i Autolivs lokaler. I dagsläget finns där tillgång till två olika 3D-skrivare hos företaget. Med den nyinköpta skrivaren ökar spannet på vilka typer av prototyper som går att tillverka på plats vilket i sin tur gör att prototyperna kommer fram snabbare.

Vissa hade argumentet att de material som finns tillgängliga inte håller tillräckligt hög kvalitet. Detta visar att det material som fanns tillgängligt hos Autoliv när de endast hade en FDM-maskin inte räckte så långt, men också att alla inte besitter kunskapen om vilken utveckling det har skett på marknaden de senaste åren. Inköpet av den nya PolyJet 3D-skrivaren till Autoliv gör att fler material blir möjliga samt blandning av material för fler egenskaper hos prototypen blir tillgängliga på plats. Anställda som känner behov av att använda mer avancerade material behöver få kunskap om vilka möjligheter som finns hos Autoliv men också vilka fler möjligheter som finns vid beställning från en leverantör. Idag skriver de flesta ut prototyper för visallisering eller testa montering. Med fler material tillgängliga finns möjligheter för att skriva ut prototyper för andra tester såsom hållbarhetstester.

Priset var också en anledning till att flera inte använder sig av 3D-utskriften då avdelningarna och projekten har en budget de ska hålla. Med den nya PolyJet-skrivaren går det att skriva ut fler varianter av prototyper hos Autoliv, vilket gör att kostnaden för att beställa samt leveranskostnaden minskas. För att anställda ska vara intresserade eller ha möjlighet att beställa från en leverantör behöver kostnader för material beroende på storlek samt leveranskostnader kunna kontrolleras för att snabbt kunna göra en bedömning om det finns budgetutrymme för beställning.

5.2 Slutrekommendationer för att gå vidare med användning av 3D-skrivare

Det har sammanställts en handlingsplan med de punkter som anses behövas gå vidare med som kan läsas i Tabell 2. Dessa punkter är grundade på de resultat som finns att läsa i kapitel 4 samt de slutsatser som har dragits tidigare i kapitel 5.

Tabell 2: *Handlingsplan*

Vad?	Varför?	Hur?
Skaffa/skriv ut prover på olika material/hårdheter som finns tillgängliga att beställa	För att medarbetare på företaget ska kunna veta vad de kommer få för resultat när de beställer en 3D-utskrivna detalj.	Skriv ut prover på Autoliv's egna skrivare och beställ prover från de leverantörer som används.
Skaffa/skriv ut prover på ytfinisher som finns tillgängliga	För att medarbetare som beställer på företaget ska veta ungefär vad det finns för möjligheter för ytfinish. Kan vara särskilt bra om man vill skriva ut detaljer som ska demonstreras.	Skriv ut prover på Autoliv's egna skrivare och ytbehandla på de olika sätt som finns tillgängliga. Beställ hem prover från de leverantörer som används med olika ytbehandlingar.
Skapa en lista med jämförelsepriser	För att anställda ska kunna veta ungefär vad det kommer att kosta att få den 3D-skrivna detaljen och bedöma om det är värt priset behövs jämförelsepriser från olika företag och skrivare.	Be om prislistor/-tabeller från de leverantörer som används för de skrivare och ytbehandlingar de har. Gör listor med jämförelsepriser för de skrivare som finns på Autoliv.
Lista över ungefärliga tider det tar att få en färdig produkt i handen	För att veta ungefär när man kommer att få detaljen bör det finnas information om hur lång tid det tar från beställning till leverans för att de anställda ska kunna avgöra om det är värt att beställa.	Be om listor/tabeller med ledtider från de leverantörer som används för de olika maskiner, efter- och ytbehandlingar som finns tillgängliga. Gör listor med de ledtider för skrivare, efter- och ytbehandlingar som finns på Autoliv.
Skaffa datablad över de materialegenskaper som finns tillgängliga	För att anställda som har behovet av detaljer som ska klara vissa påfrestningar ska kunna veta vad de utskrivna detaljerna ungefär kommer ha för egenskaper.	Skaffa listor/tabeller med egenskaper över olika tekniker, maskiner och material som finns tillgängliga kan ge, både hos leverantörer och vid Autoliv
Uppdatera beställningssidorna för interna och externa beställningar	För att det ska bli lättare för medarbetare på företaget att beställa en 3D-utskrift bör vägen man behöver gå för att beställa vara så enkel som möjligt.	Uppdatera de beställningssidorna som används idag för beställningar av detaljer från de skrivare som finns internt på företaget och från leverantörer för att göra det mer användarvänligt.

<p>Sammanställ allt i en databas</p>	<p>För att det ska bli lätt att jämföra priser och ledtider bör listor och tabeller med olika priser och ledtider sammanställas på ett överskådligt sätt.</p>	<p>Skapa (eller uppdatera) en lättöverskådlig databas där man kan hitta det man behöver för att göra ett bra beslut för en 3D-utskrivnen detalj. Med fördel kan detta även slås samman med den sida man beställer från.</p>
<p>Utbilda berörd personal i vad det finns för möjligheter med 3D-utskrifter</p>	<p>För att den som någon gång kan behöva beställa en 3D-utskrivnen detalj ska veta vad det finns för möjligheter till detta och hur man går tillväga för att göra en beställning.</p>	<p>Ha t.ex. en presentation för de anställda där man visar hur man beställer, visar fysiska exempel på vad som har gjort tidigare för detaljer och visa prover på vad som finns att erbjuda. Skicka ut infomejl till de på företaget med information om möjligheter som finns och exempel på vad som har gjorts i 3D-skrivare.</p>

REFERENSER

3D Hubs.(2013).*Introduction to FDM 3D printing*. Hämtad 2018-05-03, från <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/introduction-fdm-3d-printing#characteristics>

3D Hubs.(2013).*What is 3D-printing*. Hämtad 2018-05-03, från <https://www.3dhubs.com/what-is-3d-printing#sla-dlp>

3DPrinting.(2017).*Boeing Set to Use 3D Printed Titanium Parts for 787*. Hämtad 2018-05-24 från <https://3dprinting.com/metal/boeing-3d-printed-titanium-parts-787/>

3DPrinting.(2011).*What is 3D-printing?*. Hämtad 2018-02-28, från <https://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>

Autoliv.(2018).*About Autoliv*. Hämtad 2018-05-23, från <https://www.autoliv.com>

Autoliv.(2018).*Autoliv(Passiv Safety)*. Hämtad 2018-05-23, från <https://www.autoliv.com/about-us/our-business>

GoPrint3D.(2016).*WHAT IS SLICING SOFTWARE, AND WHAT DOES IT DO?*. Hämtad 2018-05-24 från <https://www.goprint3d.co.uk/blog/what-is-slicing-software-and-what-does-it-do/>

GSC.(2017).*What is PolyJet 3D Printing Technology?*. Hämtad 2018-05-08, från <https://www.gsc-3d.com/articles/2017/11/what-polyjet-3d-printing-technology>

Materialise.(2018).*Multi Jet Fusion*. Hämtad 2018-05-08, från <http://www.materialise.com/en/manufacturing/3d-printing-technology/multi-jet-fusion>

Prototal.(2017).*Vi fortsätter att ligga i framkant*. Hämtad 2018-03-27, från <http://www.prototal.se/se/prototyper-plast/3dp-printing>

BILAGOR

Bilaga 1 - Gantt-schema

Exemensarbete AutoIiv	Datum	Version	180511	3	Omtenta	Aktivitet	Milstolpe	19	20	21	Tentavecka	Omtenta					
													Vecka	Tentavecka	16	17	18
Nr	Aktivitetens namn	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Planering																
	Planeringsrapport																
2	Marknadsundersökning																
3	Sammanställ tidigare enkät																
4	Konstruera intervjufrågor																
5	Intervju konstruktörer																
6	Sammanställ intervjuer																
7	Kontakta leverantörer																
	Besöka leverantörer																
	12/3 Prototip																
	Sammanställ studiebesök																
10	Skriva rapport																
11	Slutrapport klar																
12	Förbereda presentation																
13	Redovisning																
	Måssor?																5/6

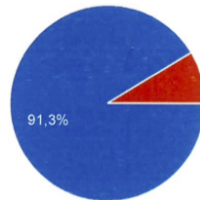
Bilaga 2 - Enkät

23 svar

Publicera analyser

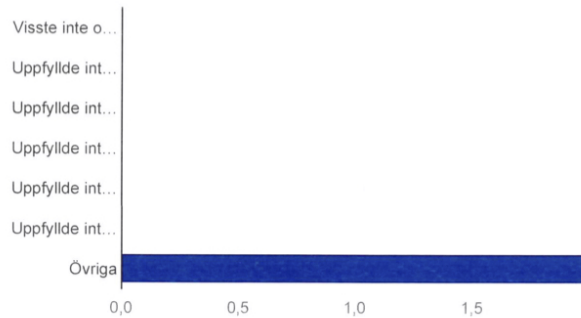
Sammanfattning

Har du använt 3D-skrivaren?

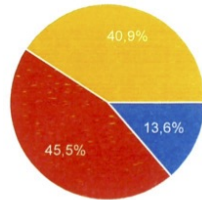


Ja	21	91.3 %
Nej	2	8.7 %

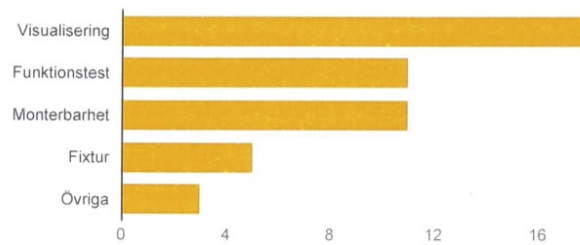
Om du har svarat nej - Varför?



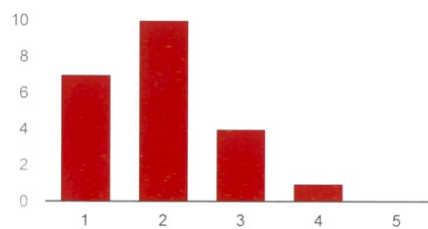
Visste inte om att vi hade en	0	0 %
Uppfyllde inte kravet på storlek	0	0 %
Uppfyllde inte kravet på hållfasthet	0	0 %
Uppfyllde inte kravet på mått noggrannhet	0	0 %
Uppfyllde inte kravet på material	0	0 %
Uppfyllde inte kravet på ytfinhet	0	0 %
Övriga	2	100 %

Hur ofta använder du skrivaren?

ca 1/veckan	3	13.6 %
ca 1/mån	10	45.5 %
ca 1/år	9	40.9 %

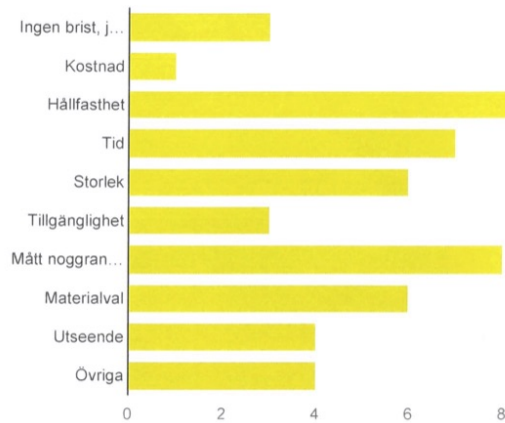
Vad använder du 3D utskriften till?

Visualisering	18	78.3 %
Funktionstest	11	47.8 %
Monterbarhet	11	47.8 %
Fixtur	5	21.7 %
Övriga	3	13 %

Hur svårt är det att beställa jobb på 3D skrivaren?

Lätt: 1	7	31.8 %
2	10	45.5 %
3	4	18.2 %
4	1	4.5 %
Svårt: 5	0	0 %

Vad anser du vara den största bristen med dagens lösning?



Ingen brist, jag är nöjd	3	13.6 %
Kostnad	1	4.5 %
Hållfasthet	10	45.5 %
Tid	7	31.8 %
Storlek	6	27.3 %
Tillgänglighet	3	13.6 %
Mått noggrannhet	8	36.4 %
Materialval	6	27.3 %
Utseende	4	18.2 %
Övriga	4	18.2 %

Vad skulle få dig att använda en 3D skrivare mer frekvent

Tydligare länk till var man beställer jobb

Kunna skriva ut själv. Slippa lägga ut skrivjobbet på en annan person.

Möjlighet att skriva ut större detaljer (ger mindre extrajobb i att splitta modellerna)

Mått noggrannhet och hållfasthet kan öka möjligheten att utföra margin and limit test mot BiW och standard ALV komponenter

Vet ej

Snyggare utskrifter för visualisering. Bättre hållasthet, speciellt när det gäller snäppen. Bättre måttnoggrannhet och möjlighet att skriva ut tunnare sektioner.

Har inget direkt behov just nu som Loco-D

Se ovan

Snabbare utskriftstid

Starkare material, tex GF förstärkt

Information om tillvägagångsätt om användningen

Jag tycker att jag/ mina projekt team använder den så ofta vi kan och ser behov av det.

Högre upplösning = finare yta med god måttnoggrannhet. Effektivare tvättprocess.

-

Bättre ("rätt") material

Kommentar

Kanske behöver informeras igen till alla på teknik att den finns och hur man beställer

Önskvärt att kunna skriva ut i olika färger och olika material.

Hål blir inte enligt 3D modellen, ofta skeva och fel storlek

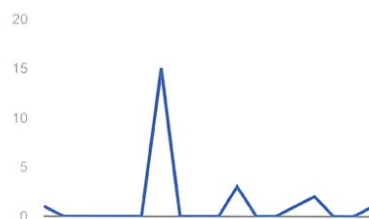
3D-printning är väldigt värdefullt för oss och vi borde använda det oftare, särskilt tidigt i projekt.

-

Jag är nögt med skrivaren som den är idag till det vi använder den för, men för framtiden för ännu mer utnyttjande skulle önskedrömmen vara att man kan välja lite olika meterial och få en bättre noggranhet.

Hela flödet från beställning till färdigtvättad, avspolad och torr detalj önskas kortare och ej kräva bevakning/jagande.

Antal dagliga svar



Bilaga 3 - Intervjufrågor

Info:

Namn?

Vad har du för arbetsroll?

Använder du dig av 3D-printing i dagsläget?

Till vad? Här på Autoliv eller av leverantör?

Varför valde du att använda dig av en extern leverantör

Varför inte?

Skulle du kunna tänka dig att använda dig (mer) av 3D-printning?

Vad skulle få dig att använda dig av det mer?

Vad tycker du det är för svårigheter att använda 3D printer internt resp. externt

Skulle du vilja att 3D-skrivaren fanns här på Autoliv?

Har du fått en prototyp tillverkad på annat sätt än 3D-printad?

Vad skulle få dig att börja använda 3D-printning? (Vad tycker du är det största hindret?)

Om det fanns möjlighet att skriva ut i annat material än plast, t.ex. metall, skulle det kännas mer relevant att använda?

Är det något som saknas med den nuvarande skrivaren på Autoliv som gör att du inte vill/kan använda den?

Skulle det vara okej att använda sig av en leverantör t.ex. Prototol, Strålfors?

Om leverantör används vilket sätt skulle du tycka att det var lättast att beställa från dem på?

Har du några idéer/förslag på hur man skulle kunna få Autoliv som företag att använda sig mer av 3D-printing?