

8.3

Nästa generation tillverkningsteknologier för bärraketmotorer

Helena Lindblad
Chief Engineer Nozzles



Varför har vi innovation i rymdprojekten?

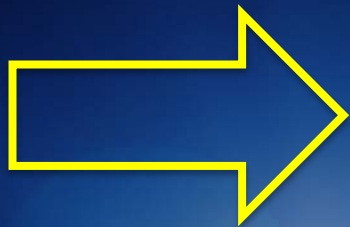
Exempel Ariane 5:

- Väger 750 ton
- Lyfter 10 ton satellitvikt till GTO
- Hastighet upp till Mach=25
- Endast delsystem kan testas före första användning
- "Failure is not an option"
- Marknadsledande inom kommersiell marknad



Krav på:

- Låg vikt
- Optimal prestanda
- Extrema laster
- Tillförlitlighet
- Förutsägbarhet

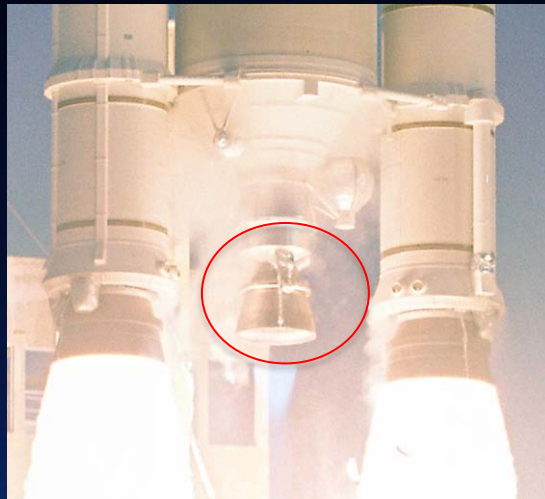


Höga krav och utmaningar i rymdprojekten driver **nyttänkande och innovativa lösningar** på utveckling av material, design och tillverkningsmetoder

Exempel GKN Munstycke och Turbiner

Vulcain 2 Munstycke:

- 135 ton /1350kN dragkraft (=17 JAS motorer)
- Flamman 3200°C
- Kylmedie; flytande väte -230°C
- Väggen blir glödhet (900-1000°C)
- Vibrationer och trycklaster från raket



- Stor utmaning att få turbiner och munstycken att hålla
- Ska flyga i 10 minuter med 100% tillförlitlighet

Vulcain 2 väteturbin:

- Driver bränsle- (väte) turbopumpen
- 14 MW / 19 000hk (95hk per turbinblad)
- 36 000 varv/minut
- 185 000g acceleration längst ut på rotorn; ett blad (12g) => 2.2 ton när det roterar
- Tryck 122 bar
- ΔT turbin (700°C) och pump (-230°C)



Behov av:

- Optimerade produkter på gränsen till vad materialen klarar av
- Robust design och tillverkning, kontrollerbarhet
- Låga kostnader trots låg produktionsvolym

Vad är det värt att optimera vikt och prestanda hos raketmotorer?

- Antaget att 1kg satellitvikt kostar c.a 12 000 € (100 000 SEK)

Exempel överstegsmotor :

- 1kg viktsreduktion är värd **100 000 SEK**
- +1% Turbinverkningsgrad är värd c.a 10 kg satellitvikt -> **1 MSEK**

Exempel förstastegsmotor :

- 1kg viktsreduktion värd c.a **35 000 SEK**
- 1s ökad ISP (mått på dragkraft/massflöde) , dvs +0.23 % för Vulcain 2 motorn, är värt c.a 65 kg payload vilket är värt **6.5 MSEK**

Nya tillverkningslösningar reducerar produktkostnad - Munstycken Sandwichdesign

Vulcain 2 NE



Rörvägg + filmkyld plåtkjol

**-40% produktpris
jmf V2NE
Hur?**

- Färre antal delar (-90%)
- Mindre manuellt arbete
- Automatiserad tillverkning och kontroll
- Kortare ledtid

Vulcain 2+ NE Demo

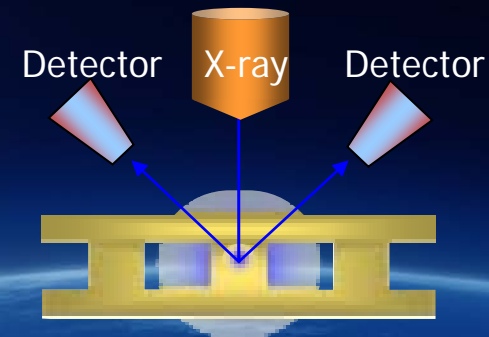
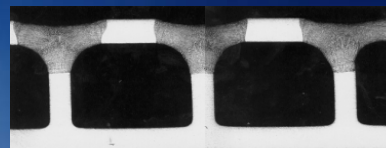


Sandwichdesign

Lasersvetsning

Kylkanalväggar Munstycken Sandwichdesign

- Automatiserad fogföljning och svetsning av dolda fogar baserad på digitalröntgenteknik
- 3 km svets på ett munstycke
 - Färre delar; 4 metallkonor jmf 288 rör
 - Mindre manuellt arbete
 - Sprick initieringar kan elimineras (svets start/stop)



Fräsning

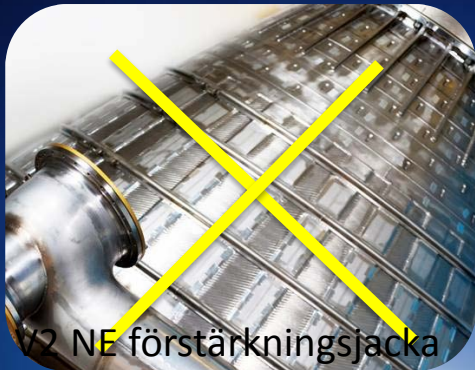
Kylkanalväggar Munstycken Sandwichdesign

- Automatiserad styrning och on-line inspektion med ultraljud vid fräsning
- Dubbelkrökta ytor
- Fräsning av 700-1500 kanaler per kona
- Tunna kylkanaler med hårda toleranskrav
- Sparar ledtid; inspektion samtidigt som fräsning
- Inspektionsresultat från stora ytor kan loggas, sparas, och enkelt analyseras

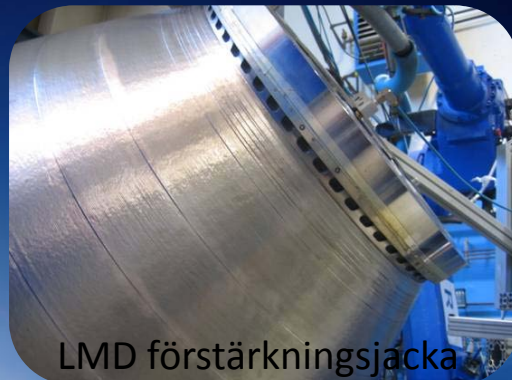


Additive Layer Manufacturing (ALM)

- Förstärkningsjacka på munstycke byggd av metall tråd med Laser Metal Deposition med (TRL6)
 - Samma lasersvetscell som svetsning av kylkanalväggar
 - Färre delar; solid LMD jacka ersätter c.a 100 delar på V2 NE
 - Minimalt manuellt arbete
- Turbine Outlet Manifold uppbyggd av metall pulver med Electron Beam Melting (~TRL3)
- Demonstrator framtagen i samarbete med Arcam i Mölndal
 - Ersätter gjutgods med dyra verktyg
 - Flexibel för designändringar
 - Viktreduktion 4.8kg med Titanmaterial (värt c.a 0.5Msek per flight)



V2 NE förstärkningsjacka



LMD förstärkningsjacka

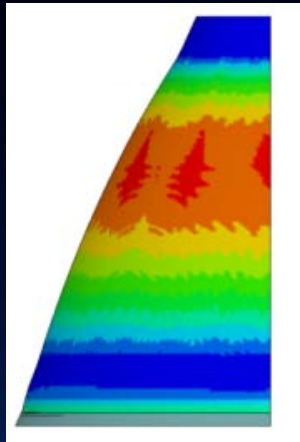


EBM TOM demonstrator

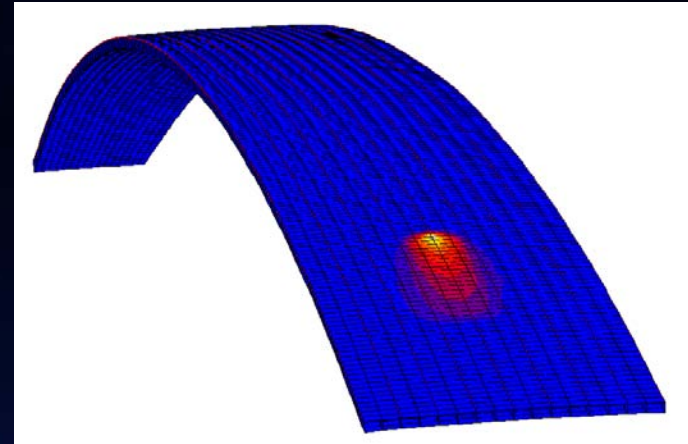
Simulering tillverkningsprocesser

Exempel Munstycken

Formning konor (GKN/IUC)



Svetsning kylkanalväggar (GKN/LTU)



- Simulering av tillverkningsprocesser har utvecklats/utvecklas i samarbete med bl.a IUC Olofström och Luleå Tekniska Universitet.
- Predikterar formändringar, krympor, spänningar, och därmed krav på fixturer
- Kan bedöma och jämföra olika process-sekvenser och verktygskoncept
- Kostnadsbesparingar för verktyg och fixturer; rätt från början

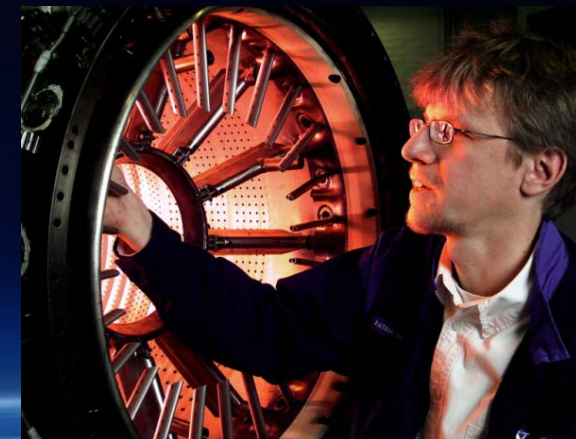
Kan det som utvecklas för rymd användas för flyg på GKN – och vice versa?

*“ Exempel på metoder och teknologier som varit möjliggörande är; **svetssimulering, lasersvetsning, materialdeposition och CFD.***

Dessa har använts på komponenter inom följande program GEN-X, XWB, PW 1000 G, GP 7000 och RM12 / F414.

Tillsammans kommer dessa komponenter inom tre år ge en årlig omsättning på över 1 miljard kr. “

Staffan Zackrisson, Styrelseordf. GKN Aerospace



Slutsatser

- Höga krav och utmaningar i rymdprojekten driver **nyttänkande och innovativa lösningar** på utveckling av material, design och tillverkningsmetoder
- Det vi gör inom rymd bryter även mark för **nya tillämpningar på produkter på andra marknader.**

