



FOI MEMO

Projekt/Project

Sidnr/Page no

Flygteknisk kompetens och resursutveckling.

1 (35)

Uppdragsnummer/Project no Kund/Customer

E36514

FÖRSVARSMAKTEN

Forskningsområde/Research area

Handläggare/Our reference

Björn Palmberg

Datum/Date

2014-03-31

Memo nummer/number

FOI Memo 4861

Lägesrapport FoT Flygteknik med elektronik och byggsätt kv 1/14, AF.9221407

Forskningsområdesföreträdare: Björn Palmberg, tel 08/5550 3157

- FOI:s offert 2013-11-21 nr FOI-557:3
- Försvarets beställning 2013-12-05 nr FM2013-3178:1

Sändlista/Distribution:

Försvarets

exp-HKV@mil.se

Fördelas enligt:

HKV PROD MTRL Analytiker Maria Elena Wulff
HKV LEDS INRI
HKV FTS Övlt Tommy Petersson
HKV FTS
HKV PROD FLYG
HKV PROD FLYG Övlt Anders Foyer
LSS

FMV

Curt Eidefeldt

Björn Jonsson

Erik Stendahl

Internt FOI

Torsten Berglind

Anders Blom

Anders Callenås

Lars Høstbeck

Marlene Johansson

Christian Jönsson

Hans-Åke Olsson

Björn Palmberg

Nils Roman

Maria Sjöblom

Innehåll

INNEHÅLL	3
BAKGRUND	4
UPPLÄGGNING AV LÄGESRAPPORT	4
1. KONCEPTSTUDIER	5
1.1. ATLLAS II, "AERODYNAMIC AND THERMAL LOAD INTERACTIONS WITH LIGHTWEIGHT ADVANCED MATERIALS FOR HIGH SPEED FLIGHT"	5
1.2. CHATT "CRYOGENIC HYPERSONIC ADVANCED TANK TECHNOLOGIES"	6
2. AERODYNAMIK	7
2.1. AFLoNEXT "ACTIVE FLOW - LOADS AND NOISE CONTROL ON NEXT GENERATION WING"	7
2.2. ATTESI "ACTIVE FLOW CONTROL TECHNIQUE ON TRAILING EDGE SHROUD FOR IMPROVED HIGH LIFT CONFIGURATIONS"	8
2.3. CALAS "COMPUTATIONAL AERO-ACOUSTIC ANALYSIS WITH THE AID OF STOCHASTIC METHOD".....	9
2.4. ETRIOLLA "ADVANCED , HIGH ASPECT RATIO TRANSONIC WING FOR REGIONAL AIRCRAFT WITH LOAD CONTROL & ALLEVIATION DEVICES"	10
2.5. GARTEUR AG 52 "SURROGATE-BASED GLOBAL AERODYNAMIC DESIGN OPTIMIZATION".....	12
2.6. GARTEUR AG 53 "RECEPTIVITY AND TRANSITION PREDICTION: EFFECTS OF SURFACE IRREGULARITY AND INFLOW PERTURBATIONS"	12
2.7. GARTEUR AG 54 "RANS-LES COUPLING FOR HYBRID RANS-LES AND EMBEDDED LES APPROACHES".....	13
2.8. GARTEUR AG 55 "COUNTERMEASURE AERODYNAMICS"	15
2.9. Go4HYBRID "GREY AREA MITIGATION FOR HYBRID RANS-LES METHODS"	16
2.10. HIPERLAM "LAMINAR WING OPTIMIZATION USING ADJOINT METHODS".....	18
2.11. IDIHOM, "INDUSTRIALISATION OF HIGH-ORDER METHODS – A TOP-DOWN APPROACH".....	19
2.12. MARS "MANIPULATION OF REYNOLDS STRESS FOR SEPARATION CONTROL AND DRAG REDUCTION"	20
2.13. NATO AVT-183/201 RELIABLE PREDICTION OF SEPARATED FLOW ONSET AND PROGRESSION FOR AIR AND SEA VEHICLES	22
2.14. NATO AVT-203 "TRANSONIC AEROELASTIC REFERENCE TEST"	23
2.15. RECEPT "RECEPTIVITY AND AMPLITUDE-BASED TRANSITION PREDICTION"	23
2.16. RECREATE "RESEARCH ON A CRUISER ENABLED AIR TRANSPORT ENVIRONMENT"	24
2.17. RODTRAC "ROBUSTNESS OF DISTRIBUTED MICRON-SIZED ROUGHNESS FOR TRANSITION CONTROL"	25
3. STRUKTURMEKANIK	26
3.1. DAEDALOS, "DYNAMICS IN AIRCRAFT ENGINEERING DESIGN AND ANALYSIS FOR LIGHT OPTIMIZED STRUCTURES".....	26
3.2. GARTEUR AG 35 "FATIGUE TESTING OF HYBRID STRUCTURES".....	28
3.3. MAAXIMUS "MORE AFFORDABLE AIRCRAFT THROUGH EXTENDED, INTEGRATION AND MATURE NUMERICAL SIZING"	29
4. SIGNATURANPASSNING OCH MILJÖEFFEKTER	32
4.1. NATO AVT-198 "RECENT DEVELOPMENTS IN NOISE REDUCTION TECHNOLOGIES APPLIED TO MILITARY VEHICLES AND PLATSFOMS - FOSTER FUTURE INNOVATIONS"	32
5. NÄTVERK	33
5.1. CEAS-ASC "CONFEDERATION OF EUROPEAN AEROSPACE SOCIETIES - AEROACOUSTICS SPECIALISTS COMMITTEE".....	33
5.2. EASN "EUROPEAN AERONAUTICS SCIENCE NETWORK".....	33
5.3. ERCOFTAC "EUROPEAN RESEARCH COMMUNITY ON FLOW, TURBULENCE AND COMBUSTION"	34

Bakgrund

Enligt Försvarmaktens samlingsbeställning av områdesinriktad forskning, baserad på FOI:s samlingsoffert för år 2014, ska FOI efter 1:a kvartalet 2014 inom FoT-område ”Flygteknik med elektronik och byggsätt” leverera en lägesrapport (FOI Memo) för projektet ”Flygteknisk kompetens och resursutveckling”.

Verksamheten i projektet ”Flygteknisk kompetens och resursutveckling” utgörs till 100 procent av internationella samarbeten, främst inom EU:s ramprogram FP7, men också inom GARTEUR, NATO och Europeiska nätverk. Det ovan nämnda Försvarmaktsprojektet utgör med andra ord ett paraplyprojekt för dessa samarbeten som totalt omfattar 26 delprojekt med ett varierat antal Europeiska partners.

Projektets syfte är att förbättra och utveckla de verktyg, huvudsakligen modeller och metoder i form av datorkoder, som används för bl.a. aerodynamiska, strukturmekaniska, flygmekaniska, optiska och elektromagnetiska beräkningar. Ett inte oväsentligt syfte med projektet är att genom deltagande i internationella samarbetsprojekt av ”dual use” karaktär, inhämta kunskap och växla upp egna ekonomiska medel.

Uppläggning av lägesrapport

I föreliggande lägesrapport har delprojekten grupperats under följande fem huvudrubriker,

- Konceptstudier
- Aerodynamik
- Strukturmekanik
- Signaturanpassning och miljöeffekter
- Nätverk

Inom varje huvudrubrik är delprojekten ordnade i bokstavsordning med avseende på projektnamn/akronym.

Eftersom alla delprojekten är internationella samarbeten där FOI:s medverkan varierar både i omfattning och kalendermässigt är det inte säkert att alla delprojekt har bedrivit någon verksamhet under den period som redovisas i denna lägesrapport. För fullständighetens skull finns dock alla delprojekt med i denna redovisning.

1. Konceptstudier

1.1. **ATLLAS II, “Aerodynamic and Thermal Load Interactions with Lightweight Advanced Materials for High Speed Flight”**

Samarbete: EU:s 7:e ramprogram

Antal partners: 13

Medverkande länder: DE, FR, IT, SE, UK

Projekttid: 2011-2015

Projektledare FOI: Mats Dalenbring

1.1.1. **Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande**

FOI deltog i ATLLAS projektet som avslutades 2009-12-31. ATLLAS II förslaget handlar om överljudsflygplan och är en fortsättning på ATLLAS. I detta projekt är målet en Mach 5-6 farkost. Projektet har initierats av ESA-ESTEC¹ som också fungerar som koordinator. Projektet kan definieras som ett pionjärarbete i gränslandet mellan flyg och rymd.

1.1.2. **FOI:s roll i projektet**

FOI fokuserar inom projektet på att vidareutveckla metodik och befintliga verktyg för numerisk analys av flygplanskonceptet. En del av FOI:s arbete fokuserar på konstruktion och analys av struktur och material som tål höga temperaturer. För att optimera dessa strukturer kan man inte behandla strömning och struktur separat utan ett multidisciplinärt tillvägagångssätt måste användas. Här kommer våra egna koder för noggrann kopplad analys av fluid (CFD² EDGE) och struktur (FEM³ Stripe) att användas. En mindre del handlar om NO_x emissioner och laminär-turbulent omslagsprediktering.

1.1.3. **Nytta för Försvarsmakten.**

Metodik utvecklad inom projektet är generell och kan även användas för design och analys av material och strukturer som ska tåla höga temperaturer i militära tillämpningar. Metodiken kan användas för analys av Gripen systemet och nästa generations flygplans-, motor- och robotsystem. Spinn-off effekter är dessutom en förbättrad förmåga till simulering av IR signaturer, med den nationella koden SAFIR, genom att modellera värmeledningen i strukturen, samt kompetensutveckling inom miljöfrågor.

1.1.4. **Verksamhet under 1:a kvartalet 2014**

Verksamheten har varit fokuserad på skriftlig rapportering av utfört arbete inom arbetspaket 2 och 3. I arbetspaket 2 har utveckling av koncept med avseende på aerodynamisk utformning och prestanda kopplat till strukturella bivillkor såsom vikt, global styvhet,

¹ESA-ESTEC: European Space Agency - The European Space Research and Technology Centre

²CFD: Computational Fluid Dynamics

³FEM: Finite Element Method

fladder och aerodynamisk uppvärmning genomförts. I arbetspaket 3 har den TPS⁴ struktur som designats i det Tyska rymdprogrammet SHEFEX II (SHarp Edge Flight EXperiment) för återinträde i atmosfären studerats för att se om den kan användas som strukturkomponent i ATLLAS. FOI har arbetat med att analysera denna TPS struktur med avseende på statiska, termiska och dynamiska krafter.

1.1.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Inga under denna period.

1.2. CHATT “Cryogenic Hypersonic Advanced Tank Technologies”

Samarbete: EU 7:e ramprogrammet

Antal partners: 11

Medverkande länder: AT, BE, DE, HU, NL,SE, UK

Projektid: 2012-2015

Projektledare: Joakim Schön

1.2.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Ökande krav på förnyelsebarhet samt lägsta möjliga miljöpåverkan ger i sin tur krav på utveckling av alternativa bränslen för framdrivning av luftfarkoster. Inom flygindustrin studeras bland annat vätgas. Stränga vikts- och hållfasthetskrav får här konsekvenser som gör lättviktskonstruktioner i kompositmaterial till intressanta alternativ i tankkonstruktioner. Det finns dock utmaningar då gasformiga bränslen i flytande form ofta uppvisar kryogena temperaturer som i sin tur ger stora temperaturvariationer i spröda strukturer med sprickbildning, läckage och haveri som följd. Dessa effekter måste beaktas vid design och integrering av infästningar och övriga anslutningar till grundstrukturen.

Det övergripande syftet med detta projekt är att studera hur bränsletankar i kompositmaterial bör utformas och integreras i den befintliga flygkroppen samt system för kontinuerlig övervakning av tanken. Några intressanta designkoncept kommer att tillverkas och demonstreras experimentellt inom projektet.

1.2.2. FOI:s roll i projektet

FOI kommer att bistå med strukturanalys, optimering och design av kompositstruktur inför tillverkning av demonstrationstankar. Vidare utveckling och applicering av system för kontinuerlig tillståndövervakning av tanken samt experimentell mätning av bränsleläckage från komposittanken.

1.2.3. Nyttan för Försvarmakten.

Förutom möjlighet till konceptuell analys av projektspecifika frågeställningar ger projektet även tillämpning av generell metodik för optimering av kompositstrukturer (hur antal lager med fibrer i riktningarna 0, 90 och ± 45 grader fördelas). Praktisk erfarenhet av applicering av system för kontinuerlig tillståndövervakning, vilket skulle kunna utgöra en del i ett förmågeflygt för JAS, Gripen. Projektet ger även möjlighet till upp-

⁴ TPS: Thermal Protection System

följning av status inom detta forskningsaktiva område samt kontakter med de ledande aktörerna i Europa.

FOI övar sin konceptuella förmåga och får även möjlighet att vidareutveckla metodik för optimerad strukturanalys samt experimentell mätteknik.

1.2.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Ytterligare en optimering av kompositstrukturen har genomförts med mer realistiska bivillkor än vid den första optimeringen. En rapport håller på att skrivas. Läckage ur ett kompositrör (simulerar den cylindriska delen av en tänkt bränsletank) har provats vid 77 K under mekanisk belastning. Rapportskrivning har påbörjats.

1.2.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Inga under denna period.

2. Aerodynamik

2.1. AFLoNext “Active Flow - Loads and Noise Control on Next Generation Wing”

Samarbete: EU 7:e ramprogrammet

Antal partners: c:a 30

Medverkande länder: c:a 15

Projektid: 2013-2017

Projektledare: Peter Eliasson

2.1.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

AFLoNext leds av Airbus och syftar till att förbättra befintliga koncept för laminärhållning, strömningsstyrning, lastomlagring och bullerkontroll för att nå en högre TRL-nivå. Dessa koncept har haft en begränsad omfattning inom Clean Sky (Smart Fixed Wing) och de mest lovande koncepten kommer att väljas ut för att tas med i det man tror blir Clean Sky 2 (eller motsvarande) med uppskattad start 2016. Projektet är indelat i arbetspaket med hybrid laminärhållning (WP1), aktiv strömningsstyrning (WP2), vibrationskontroll (WP3), bullerkontroll (WP4) samt strömningsstyrning vid bakkant (WP5).

2.1.2. FOI:s roll i projektet

FOI deltar med arbete inom hybrid laminärhållning, aktiv strömningsstyrning och vibrationskontroll. Vi leder en task inom vibrationskontroll.

Projektet ger oss bl.a. möjligt att förbättra vår förmåga att göra design och optimering tillsammans med strömningsstyrning, ta fram koncept för laminärhållning och förbättra vår förmåga att göra kopplade fluid-struktur beräkningar. Metoder och verktyg kommer att implementeras i FOIs egenutvecklade CFD-kod Edge som även är Saabs huvudverktyg för CFD-beräkningar för Gripen-applikationer.

2.1.3. Nyttan för Försvarsmakten.

Projektet innehåller flera områden som FOI bedömer vara nyckel-discipliner som t.ex. formoptimering och strömningsstyrning. Formoptimering är centralt vid aerodynamisk design av farkoster, likaså strömningsstyrning för att t.ex. reducera avlösta områden som kan skapa stort motstånd, reducera lyftkraften eller öka bullernivån. Sammantaget får vi med detta projekt möjligheten att utveckla och tillämpa metoder och verktyg som stärker vår förmåga att stötta utvecklingen av framtida flygsystem. Minskning av motstånd ger möjlighet till längre operationstider för t.ex. spanings UAV:er.

2.1.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

I WP2 har vi gjort preliminära beräkningar på de två konfigurationerna vid start och landning. Det är den störda strömningen över vingen vid motorgondolen och vid den förlängda vingspetsen som beräknats. Vi har också börjat analysera hur strömningsstyrningen kan modelleras på ett effektivt sätt, samt fastställa kraven på aktuatorernas optimala placering. Vi förhandlar med företrädarna för AVERT, ett äldre projekt om strömningsstyrning, om att få tillgång till analyser och experimentdata.

I WP3 har vi, tillsammans med KTH, börjat med nätgenerering för en Airbus A320 konfiguration där vi ska titta på lasterna till luckorna för landningsställ. Stationära CFD-beräkningar har just påbörjats och kommer att följas av instationära beräkningar.

Inom WP5 har vi fått tillgång till experimentdata från AVERT där stötinducerat s.k. "buffet" har analyserats och kontrollerats med en jetstråle vid vingens bakkant. Vi ska använda detta fall för att validera våra beräkningsmetoder.

2.1.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Inga än så länge.

2.2. *ATTESI "Active Flow Control Technique on Trailing Edge Shroud for Improved High Lift Configurations"*

Samarbete: EU 7:e ramprogrammet

Antal partners: 3

Medverkande länder: DE, SE

Projekttid: 2011-2014

Projektledare: Stefan Wallin

2.2.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Design och optimering av ett höglyftssystem utan framklaff med stor potential för innovationer som strömningsstyrning och smarta flexibla strukturer. FOI ska designa "spoiler droop" och klaffsättning inklusive strömningskontroll som "fluidic Gurney flap" och "fluidic vortex generators". Vindtunneltest kommer att genomföras vid TU-Braunschweig⁵. En hårdvarudemonstration görs på IBK⁶.

⁵ TU-Braunschweig: Technische Universität Braunschweig

⁶ IBK: Ingenieurbüro Dr. Kretzschmar

2.2.2. FOI:s roll i projektet

FOI kommer att använda en unik och effektiv metod för att modellera strömningsseparationsstyrning, som gör det praktiskt möjligt att inkludera CFD beräkningar (EDGE) i optimeringsloopen i 2D. Metoden utvecklas på KTH och görs tillgänglig för FOI genom tidigare samarbetsprojekt finansierade av Airbus och KTH.

2.2.3. Nyttå för Försvarsmakten.

Kontroll av strömningsseparation är viktigt inom militär flygteknik, t.ex. vid design av luftintag för UAV:er, robotar och jaktflygplan samt för styrning av flygande system utan rörliga kontrolllytor. Mycket av denna teknik drivs av behovet av reducerad radar-signatur. Metodiken för design och optimering av totala system är direkt användbar i militära tillämpningar.

FOI får denna metod för strömningsseparationsstyrning testad och utvärderad mot nya unika aerodynamiska experiment. FOI får också tillgång till mätdata för att kalibrera en speciell metod.

2.2.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Slutrapporten för projektet håller på att skrivas och sammanställas.

2.2.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Inga under kvartal 1.

2.3. CALAS “Computational Aero-Acoustic Analysis with the Aid of Stochastic Method”

Samarbete: EU 7:e ramprogrammet

Antal partners: 2

Medverkande länder: IT, SE

Projektid: 2012-2014

Projektledare FOI: Shia-Hui Peng

2.3.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Projektet syftar till att numeriskt simulera aeroakustiska effekter hos en vinge med klaff samt med och utan staket på klaffsidan, samt även göra simuleringar för huvudlandningstill med och utan bullerreducerande åtgärder.

FOI och Chalmers kommer att samarbeta i detta projekt där Chalmers kommer att göra stokastiska analyser med RANS för att uppskatta bullerkällan på ett sätt som sedan kan användas i lineariserade Euler ekvationer.

2.3.2. FOI:s roll i projektet

FOI kommer att vara koordinator för projektet och arbeta med turbulensberäkningar och akustisk analys med hjälp av analogimetoder i samarbete med Chalmers.

2.3.3. Nyttan för Försvarsmakten.

Nyttan för försvarsmakten med detta projekt är den utveckling av turbulensmodellering som projektet ger. Turbulensmodellering är viktig i militära applikationer som vapenfällning, inre vapenschakt och strömning i krökta inloppskanaler.

2.3.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

EG-Clean Sky JU har godkänt en 3-månaders förlängning av projekttiden på grund av det försenade valet av konfiguration för det lågbullrande huvudlandningsstället (flera alternativa konfigurationer fanns som valmöjlighet och det tog tid att prioritera dessa). Detta har förskjutit datum för projektets slutförande till den 14 mars. Under det första kvartalet har FOI fortsatt samordningen av projektarbetet. Den huvudsakliga verksamheten under kvartalet har varit beredningen av de två sista leverablerna, i samarbete med Chalmers. En leverabel utgör den sammanfattande rapporten om arbetet i WP 3 (D3.2). Den andra är den slutliga sammanfattande rapporten över hela projektarbetet (D1.1). D3.2 är klar för leverans och arbetet med D1.1 pågår. Dessutom, tillsammans med andra berörda JTI GRA⁷ partners / medlemmar, har FOI samordnat två konferensbidrag som presenterades vid "Greener Aviation 2014" konferensen den 12:e till 14:e mars 2014. Ett av konferensbidragen belönades med utmärkelsen "bästa papper" på konferensen.

FOI har samordnat CALLAS sista projektetmöte, som äger rum i Bryssel den 10:e mars.

2.3.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Deliverable 2.1: Methods used for stochastic sound noise modelling and for acoustical analysis. November 2012.

Deliverable 2.2: CAA analysis of flap side-edge configuration. September 2013

Deliverable 2.3: CAA analysis of the flap side-edge baseline configuration based on hybrid RANS-LES modelling. November 2013

Deliverable 3.1; CAA analysis of baseline landing gear configuration. December 2013.

Deliverable 3.2: CAA analysis for low-noise landing-gear configurations, March 2014

Deliverable 1.1: Final summary report of the project. (In preparation) March 2014.

G. Mingione, G. Rapicano, M.A. Averardo, M. Di Giulio, T. Rougier, P. Brandstätt, S.-H. Peng, L. Davidson, H. Yao and M. Mesbah: "Landing Gear Noise Reduction Technology Development for Future Green Regional Aircraft". Presented at 3AF/CEAS Conference "Greener Aviation: Clean Sky breakthroughs and worldwide status", 12-14 March, Brussels.

M. Barbarino, I. Dimino, C. Stoica, S.H. Peng, P. Eliasson, O. Grundestam, H. Yao, L. Davidson, L. Tysell, L.E. Eriksson, T. Le Garrec, E. Manoha, F. Moens, S. Ben Khelil, D.-C. Mincu, F. Simon, J.L. Godard and M. A. Averardo. "Airframe Noise Reduction Technologies applied to High-Lift Devices of future Green Regional Aircraft". Presented at 3AF/CEAS Conference "Greener Aviation: Clean Sky breakthroughs and worldwide status", 12-14 March, Brussels. (Awarded as the best paper).

2.4. ETRIOLLA "Advanced , high aspect ratio Transonic Wing for Regional Aircraft with Load Control & Alleviation devices"

Samarbete: EU 7:e ramprogrammet

Antal partners: 4

⁷ JTI: Joint Technical Investment. GRA: Green Regional Aircraft

Medverkande länder: Tyskland, Sverige, Storbritannien, Italien
Projektid: 2013-2014
Projektledare: Peter Eliasson

2.4.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Projektet syftar till att optimera en vinge som har designats för laminär strömning med lågt motstånd under påverkan av laster, d.v.s. aerodynamisk optimering med aeroelasticitet. Formen på vingen utan last är framtagen inom Clean Sky och är optimerad för optimal prestanda. När man sedan belastar vingen under flygning deformeras vingen och man vill behålla så mycket som möjligt av prestanda. Man kommer att optimera vingkompontener, t.ex. bakkantsklaffar, för att omfördela laster vid cruise och off-design för att den deformerade vingen ska ha så bra prestanda som möjligt. Den aeroelastiska vingen som tas fram ska sedan tillverkas och mätas på i vindtunnel. Slutligen jämförs mätta och beräknade prestanda.

2.4.2. FOI:s roll i projektet

FOI gör aerodynamisk design och optimering av vingkompontener som klaffar och spoilers för optimal prestanda. Komponenternas position, antal och storlek samt utfällning kommer att optimeras för att lasten ska bli optimal på den belastade vingen. Beräkningar och optimering görs med FOI:s beräkningsprogram Edge. FOI bistår även i utformningen och uppsättningen av experimenten i vindtunnel och kommer att validera experimentella resultat mot beräknade sådana.

Projektet är viktigt för flygverksamheten på FOI eftersom det förbättrar vår förmåga att göra multidisciplinär optimering av struktur, aerodynamik och laminärhållning. Projektet ger oss också möjlighet att ta del av de aeroelastiska mätdata som tas fram inom projektet, sådana mätdata är mycket ovanliga. Projektet ger dessutom möjlighet att förbättra de verktyg som vi har för denna typ av beräkningar.

Metoder och verktyg kommer att implementeras i FOIs egenutvecklade CFD-kod Edge som även är Saabs huvudverktyg för CFD-beräkningar för Gripen-applikationer.

2.4.3. Nyttå för Försvarsmakten.

Svenskt försvar behöver ha förmåga att bedöma dagens och kommande stridsflygssystem. Oavsett om Sverige köper in nästa stridsflygssystem eller utvecklar dessa själva eller i samarbete med andra behöver vi ha kompetens att analysera och utvärdera olika flygssystem, troligen också utvecklingsförmåga att bidra med i samarbeten som är intressant för våra samarbetspartners.

För att utveckla/designa ett nytt flygssystem måste man ta hänsyn till flera olika aspekter och discipliner. Några av de discipliner som FOI bedömer som nyckel-discipliner är aeroelasticitet (koppling aerodynamik & struktur), form-optimering, och strömningsstyrning. Framtida flygssystem kommer att vara lättare och vekare så aeroelasticitet är ett centralt område. Genom detta projekt kan vi utveckla metoder och verktyg samt tillämpa dessa med syfte att stärka vår förmåga att stötta utvecklingen av ett framtida flygssystem.

2.4.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Kompletterande beräkningar av olika off-design fall som kommer att mätas i ONERA:s⁸ vindtunnel har gjorts. Ett utkast till rapport har producerats där transitionsprediktering och optimering av klaffar och spoilers sammanfattas.

2.4.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Inga än så länge.

2.5. GARTEUR AG 52 “Surrogate-based global aerodynamic design optimization”

Antal partners: 9

Medverkande länder: DE, EN, ES, FR, IT, NL, SE

Projektetid: 2012-2015

Projektledare FOI: Olivier Amoignon

2.5.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

FOI har utvecklat förmågan att optimera med hjälp av CFD beräkningar och syftet med GARTEUR projektet är att göra förberedande arbeten för att lyfta sådana metoder från en akademisk nivå till en mer tillämpad nivå, till en så kallad industriell flygplansdesign med hjälp av modellbaserad global optimeringsdesign.

2.5.2. FOI:s roll i projektet

FOI utvecklar en adaptiv ”Radial Basis Functions (RBF)” metod för att bygga en modell baserad på ”mätningar” (integrerade funktionsvärden från CFD simuleringar) som också kan integrera en känslighetanalys (gradient) som kommer från adjunkta lösningar räknade i CFD-verktyget, EDGE. Arbetet utvecklar FOI:s verktyg för optimering baserat på CFD beräkningar i de fall där global optimering behövs, som t.ex. i konceptdesign där flera discipliner kopplas samman (strömning och struktur eller strömning och flygmekaniska egenskaper).

2.5.3. Nyttan för Försvarmakten.

Verktyg för koncept design av flygande farkost, eller stöd till JAS 39, Gripen för integration av nya system.

2.5.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Ett möte vid INTA⁹ genomfördes den 19-20 januari.

En litteraturstudie och undersökning (i Matlabmiljö) har genomförts för att välja en metod som ska möjliggöra integration av gradient-beräkningar från adjunkt (CFD) analys i surrogatmodellen baserad på RBF som FOI utvecklar.

2.5.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Anteckningar (Minutes) från mötet på INTA (19-20 januari).

⁸ ONERA: Office national d'études et de recherches aérospatiales

⁹ INTA: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

Inga rapporter.

2.6. GARTEUR AG 53 “Receptivity and Transition Prediction: Effects of Surface Irregularity and Inflow Perturbations”

Antal partners: 8
Medverkande länder: 5
Projektetid: 2013-2016
Projektledare FOI: Ardeshir Hanifi

2.6.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Genom samarbete med andra forskningsinstitut, universitet och industrin skaffa nya kunskaper och förhöja sin kompetens inom flygteknik med fokus på prediktering av laminär-turbulent omslag samt strömningsstyrning för design av lågtmotstånd farkoster.

2.6.2. FOI:s roll i projektet

FOI med sina stora kunskaper inom området är en viktig partner. Ardeshir Hanifi som är forskningschef på FOI och adjungerad professor på KTH är koordinator.

2.6.3. Nytt för Forsvarsmakten.

De genererade nya kunskaper inom projektet kommer att förbättra förmågan att prediktera (beräkna) prestanda hos flygfarkoster samt förbättra förmågan att designa farkoster med lågt motstånd vilket kan leda till tystare, effektivare och miljövänligare farkoster.

2.6.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Under denna period har FOI tillsammans med KTH utvecklat en kod för att räkna amplituden hos gränsskiktstörningar som genereras av akustiska vågor.

2.6.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Inga rapport under denna period.

2.7. GARTEUR AG 54 “RANS-LES Coupling for Hybrid RANS-LES and Embedded LES Approaches”

Antal partners: 10
Medverkande länder: DE, ES, FR, IT, NL, SE, UK
Projektetid: 2014-2017
Projektledare FOI: Shia-Hui Peng

2.7.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Det huvudsakliga målet med AG54 projektet är att genom ett omfattande och gränsöverskridande samarbetsprojekt, utforska och ytterligare utveckla och förbättra RANS - LES koppling i samband med inbäddade LES (ELES) och hybrid RANS - LES metoder. Mer specifikt, de övergripande målen för arbetet är:

- Att utvärdera nuvarande RANS - LES gränssnittsmetod kopplat till hybrid RANS -

LES modellering. Vanligen genom anpassning till den turbulenta längdskalan med eller utan syntetiserad turbulens.

- Att utveckla/förbättra RANS - LES kopplingsmetoder för att införliva dessa i hybrid RANS - LES -modellering.
- Att utveckla metoder för inbäddad LES med förbättrade RANS - LES kopplingsmetoder.
- För att verifiera de utvecklade metodernas förmåga för upplösta turbulenssimuleringar för typiska turbulenta aerodynamiska strömningar.
- Att stödja analyser av flygapplikationer och ge relevanta riktlinjer för flygindustrin.

Majoriteten av nuvarande hybrid RANS - LES metoder utnyttjar en RANS modell för skiktet närmast väggen och använder LES för övriga områden. Denna typ av modellering har fått ett allt större industriellt intresse och ökade antal tillämpningar. Trots ett flertal existerande metoder är RANS - LES kopplingen ett utmanande problem både i teori och i praktiska tillämpningar. Det främsta syftet för FOI är att i samarbete med andra europeiska AG medlemmar förbättra hanteringen av RANS - LES -gränssnittet. Dessa förbättringar kommer att integreras i nuvarande hybrid RANS - LES metoder för att åstadkomma mer säkra förutsägelser om aerodynamisk turbulent strömning. Det kommer dessutom att innebära ett steg framåt i utveckling av inbäddad LES (ELES) där man lokalt löser upp turbulensen med LES metoder i kritiska regioner tillsammans med en övergripande RANS beräkning.

2.7.2. FOI:s roll i projektet

AG54 består av 10 organisationer, nämligen CIRA¹⁰, DLR¹¹, EADS-IW¹², FOI, INTA, NLR¹³, ONERA¹⁴, SAAB, TU-München och University in Manchester, Airbus-FR kommer att fungera som observatör. FOI är AG ordförande.

AG54 har utvecklats från EG69 som lanserades i mars 2013. FOI har varit ordförande i beredningen av den tekniska beskrivningen och arbetsplanen för AG54. AG54 arbetet kommer att omfatta tre uppgifter, RANS-LES koppling för icke-zonal modellering, RANS-LES koppling för inbäddad LES, och utvärdering av de utvecklade metoderna. FOI kommer främst att delta i två av de tre uppgifterna och, genom samarbete med Saab, vara engagerad i samtliga tre uppgifter. FOI kommer också att använda tre testfall för att utvärdera och verifiera den utvecklade metodiken.

2.7.3. Nyttan för Försvarsmakten.

I samarbete med de ledande europeiska flygforskningsorganisationerna och svensk flygindustri, syftar AG54 till att utveckla avancerade metoder i fysikalisk modellering av strömning och därigenom förbättra våra verktyg för CFD beräkningar. Dessa verktyg har använts i stor utsträckning för att hantera försvarsrelaterade aerodynamiska problem, i synnerhet i samband med icke-stationära aerodynamiska fenomen vilka vanligen åtföljs av omfattande strömningsseparation, intensiva dynamiska aerodynamiska krafter och virvelrörelser.

¹⁰ CIRA: Centro Italiano Ricerche Aerospaziali

¹¹ DLR: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

¹² EADS: European Aeronautic Defence and Space Company (

¹³ NLR: NLR: National Aerospace Laboratory

¹⁴ ONERA: Office national d'études et de recherches aérospatiales

Hybrid RANS - LES metoder har under det senaste decenniet alltmer tillämpats för aerodynamiska analyser av både civila och militära luftfarkoster, avseende aerodynamisk design och problemdiagnos. Inom försvarsindustrin används dessa metoder t.ex. för analyser av vapenseparation från vapenschackt, i prediktioner av aerodynamiska krafter för bättre stabilitetskontroll vid manövrering av missiler, vidare i aero - optiska analyser av stridsflygplan och missiler. De utvecklade metoderna för RANS - LES koppling kommer att ytterligare förbättra noggrannheten och tillförlitligheten av våra CFD-metoder och därmed förbättra aerodynamiska analyser för militära tillämpningar.

2.7.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Under det första kvartalet, 2014, har FOI främst arbetat med slutförandet av EG-gruppens¹⁵ förslag till GARTEUR GoR¹⁶ för bildandet av AG54¹⁷, samt med nödvändigt underlag för presentation av det nya AG vid GoR mötet. Förslaget godkändes i februari, 2014. FOI samordnar AG54:s ”kickoffmöte”, som planeras äga rum den 9:e april på FOI i Kista.

I samarbete med Saab, har en analys avseende en inbäddad ”zonalhybrid” RANS-LES-metod också initierats.

2.7.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Shia-Hui Peng (coordination): RaLESin: RANS-LES Interfacing for Hybrid RANS-LES and Embedded LES Approaches . FOI Diarienummer: FOI-2014-375.

S. Arvidson, S.-H. Peng and L. Davidson. Improved prediction of transonic duct flow using a new zonal hybrid RANS-LES modelling approach. Presented at 5th Symposium on Hybrid RANS-LES methods, College Station, Texas, USA, 19-21 March 2014.

2.8. GARTEUR AG 55 “Countermeasure Aerodynamics”

Antal partners: 5

Medverkande länder: Frankrike, Nederländerna, Spanien, Sverige

Projektetid: 2014-2015

Projektledare FOI: Olof Gundestam

2.8.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Syftet med projektet är att utveckla och utvärdera numeriska modelleringsmetoder för aerodynamisk simulering av motmedlen facklor och remsor. Noggranna simuleringsmetoder gör det möjligt att studera och förbättra motmedelsanvändningen med avseende på bl.a. hotsituation, manöver och fällarposition. Genom projektet kommer FOI även att forma relationer till naturliga samarbetspartner inom området och ta del av deras erfarenheter och kunnande.

¹⁵ EG: Exploratory Group

¹⁶ GoR: Group of Responsible

¹⁷ AG: Action Group

2.8.2. FOI:s roll i projektet

Tack vare de tidigare projekten Remsfällning Jas 39 Gripen fas1 och 2, är FOI en naturlig deltagare i AG-55. FOI kommer att leda projektet som helhet och kommer sannolikt också att vara koordinator för det arbetspaket som behandlar remsmodellering.

2.8.3. Nyttan för Försvarmakten.

Ett ökat kunnande kring motmedelsanvändning är av direkt nytta för försvarmakten eftersom en effektiv användning av motmedel kan vara direkt avgörande för den egna överlevnaden på slagfältet. Utöver detta kan resultat och data framtagna genom numeriska simuleringar användas för att utbilda flygstridsförare. Visualiseringar av simuleringar kan ofta åskådliggöra sådant som är svårt eller omöjligt att visa genom exempelvis fotografier av experiment eller flygprov.

2.8.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Ingen verksamhet har bedrivits under det första kvartalet.

2.8.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Inga under denna period.

2.9. Go4Hybrid "Grey Area Mitigation for Hybrid RANS-LES Methods"

Samarbete: EU 7:e ramprogrammet

Antal partners: 7

Medverkande länder: Tyskland, Frankrike, England, Nedreländerna, Sverige och Ryssland

Projekttid: 2013-2015

Projektledare: Shiu-Hui Peng

2.9.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Flygindustrin saknar tillräckligt hög tillförlitlighet till noggrannheten hos CFD-beräkningar för områden med starkt olinjär, icke-stationär strömning nära gränserna för flygenvelopen, där avancerade tillvägagångssätt och metoder krävs. Av alla CFD metoder som utvecklas för närvarande, så har Hybrid RANS - LES Methods (HRLM) bäst förutsättningar för att öka tillförlitligheten hos CFD beräkningar inom industrin till genomförbara kostnader. Dessa metoder har visat sig prestera betydligt bättre resultat än konventionella Reynolds - medelvärdesberäknade Navier - Stokes (RANS eller URANS) lösningar för situationer med kraftig eller omfattande strömningsseparation. Dock lider metoderna av problem relaterat till den så kallade grå zonen (Grey Area problem) vid strömningsseparation i tunna skikt där strömningsinstabilitet i dessa skjuvskikt spelar en betydande roll för flygplanets prestanda.

Go4Hybrid projektet syftar till att utveckla hybrid RANS - LES metoder genom nya/avancerade angreppssätt för att dämpa den grå zonens betydelse vilket därmed förbättrar prediktering av dessa viktiga grå zoner samtidigt som de ska ge ökad flexibilitet och förbättrat beslutsstöd för beräkningsingegören. De övergripande målen för projektet är:

- Att uppnå resultat bortom nuvarande "state-of-the-art" för zonfria (non-zonal) meto-

der genom utveckling av metodik och demonstration av generellt tillämpbara utvidgningar för att reducera gråzonsproblemet och därmed utvidga deras tillämplighet på viktiga industriella strömningsproblem vid gränsen för vad som kan åstadkommas.

- Att förbättra zonhybrid RANS - LES metoder med fokus på att förbättra metodens tillämpbarhet på godtyckliga komplexa geometrier, i motsats till många befintliga tekniker som kräver t.ex. antaganden om kanoniska gränsskikt eller homogena strömningsriktningar och därmed i grunden blir mindre flexibla.

I allmänhet kommer utvecklingsarbetet att drivas mot ett antal viktiga mål som bidrar till ökad tillämpbarhet, förbättrad noggrannhet, ökad flexibilitet, ökat beslutsstöd för beräkningsingegören och ökad teknisk mognadsgrad för hybrid metoder. Projektet är uppdelat på tre tekniska arbetspaket: WP 2 för reduktion av gråzonsproblemet för zonfria metoder, WP 3 för reduktion av gråzonsproblemet för zonmetoder och WP 4 för att utvärdera metoderna, bäst praxis samt kunskapsuppbyggnad. FOI kommer att fokusera på zonfria metoder i WP 2 och arbetar tillsammans med övriga partners i WP 4. Syftet med FOI:s arbete är att utveckla och förbättra zonfria hybridmodellstrategier där gråzonsproblemet är reducerat och som kan demonstreras och verifieras i flera testfall.

2.9.2. FOI:s roll i projektet

En stor del av FOI arbete kommer att ägnas åt WP 2, Grey Area Mitigation, för zonfria metoder. FOI kommer att arbeta på en metod som bygger på principen om energins bevarande som härrör från ett tidigare arbete med PANS (Partially Averaged Navier - Stokes). Dessutom kommer FOI att förbättra en metod för "Energy backscatter", som föreslagits i ett tidigare arbete, som introducerar energi till den upplösta turbulensen. Båda metoderna syftar till att förbättra den upplösta turbulens innehållet i den grå zonen för att minimera denna effekt.

Go4Hybrid är ett relativt litet EU-projekt med en löptid på 2 år, bestående av CFDB¹⁸, DLR, FOI, NLR, NT¹⁹, ONERA och University of Manchester, samt ett antal observatörer från industrier och forskningsorganisationer, bl.a. SAAB. . Projektet koordineras av CFDB. Den största insatsen i FOI:s arbete kommer att vara i WP2 där FOI arbetar med både modelleringsutveckling och verifiering. FOI är också ledare för WP 2 och Task 4.2. FOI kommer att göra beräkningar på tre utvalda testfall, och kommer också att koordinera ett av testfallen. Enligt planen kommer FOI också att vara värd för det andra (6 - månaders) mötet. FOI kommer också att vara ansvarig för fyra leverabler.

2.9.3. Nyttan för Försvarsmakten.

Go4Hybrid projektet syftar till att främja flygtekniskt forskningsarbete i Europa genom att bygga vidare på tidigare och befintliga nationella- och internationella- samt EU-projekt. Detta gäller i synnerhet inom området "computational fluid dynamics" (CFD), som används i stor utsträckning för aerodynamiska problem relaterade till tillämpningar som flygfarkoster och för vapendesign (missiler, bomber, raketer etc.). Nyttan av Go4Hybrid projektet har dubbla användningsområden (dual-use): det stödjer den europeiska forskningsagendan och bidrar till att förbättra konkurrenskraften hos den europeiska flygindustrin. Vidare kommer det att ytterligare förbättra våra färdigheter och metoder inom CFD - baserad aerodynamisk analys, designoptimering och problemdiagnos

¹⁸ CFDB: CFD SOFTWARE - ENTWICKLUNGS- UND FORSCHUNGSGESELLSCHAFT MBH

¹⁹ NT: NEW TECHNOLOGIES AND SERVICES LLC

av flygfarkoster och missiler. Detta kommer direkt att öka vår kompetens avseende militärrelaterade aerodynamiska projekt, speciellt i analyser av icke-stationär aerodynamisk prestanda för manövrerande flygfarkoster och missiler som utsätts för kraftig strömningsseparation vid stora anfallsvinklar, där upplöst turbulens i fria skjuvnings-skikt härrörande från gränsskiktsseparation är nära förknippad med noggrannheten på modellering och simuleringen.

2.9.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

FOI har i huvudsak arbetat med teoretiska analyser avseende vissa betydande modelleringsfrågor för att mildra gråzonproblemet. Baserat på tidigare FOI arbeten har analyser gjorts med en "tvingande" metodtyp som härstammar från PANS (Delvis Averaged Navier-Stokes) och en energiåterspridningsmetod. FOI har också påbörjat numeriska förberedelser för simuleringar av testfall F2 (blandningslager).

2.9.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

S. Wallin and S. Girimaji, Modelling energy scale transfer in variable resolution simulation of turbulence. Presented at 5th Symposium on Hybrid RANS-LES methods, College Station, Texas, USA, 19-21 March 2014.

2.10. HIPERLAM "Laminar wing optimization using adjoint methods"

Samarbete: EU 7:e ramprogrammet

Antal partners: 2

Medverkande länder: SE

Projekttid: 2013-2014

Projektledare: Olivier Amoignon

2.10.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Utveckling av optimeringsförmåga för flygplans design kräver stora insatser och hög akademisk kompetens för att höja användbarheten inom industrin. Deltagande i EU finansierade projekt ger oss möjlighet att ha kontakter och bygga upp samarbete med andra forskningsaktörer i andra europeiska länder. Inom HIPERLAM fortsätter vi samarbetet med KTH (Mekanik) inom aerodynamisk formoptimering och strömningskontroll för att öka området på vingen där gränsskiktet är laminärt. Målet är att ta fram en metod och datorprogram som effektivt kan hitta flygplansformer som har reducerat visköst motstånd.

2.10.2. FOI:s roll i projektet

FOI koordinerar projektet.

Metoder och verktyg kommer att implementeras i FOIs egenutvecklade CFD-kod Edge som även är Saabs huvudverktyg för CFD-beräkningar för Gripen-applikationer.

2.10.3. Nyttan för Försvarmakten.

Projektet syftar till att öka Sveriges/FOIs förmåga inom flygplansdesign. Försvarmakten har uttryckt ett intresse för konceptanalyser inom många områden kopplade till Gripen-systemet. FOI utvecklar i HIPERLAM förmågan att optimera med CFD och kom-

mer genom projektet att lyfta dessa metoder från en akademisk nivå till en mer tillämpad nivå, till sk. industriell flygplans design med hjälp av optimerad design. Sådan kompetens är direkt efterfrågad i liggande utredning ”AG stridsflyg” med tillämpningar exempelvis mot strukturintegrerade antenner, vapen balkar och annan hängande last (typ bränsletankar).

2.10.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Presentation av metoden (FFD) för parametrering av vingformen under AIAA konferensen Scitech 2014²⁰ vid National Harbor, Maryland, USA (januari 13-17).

En jämförelse av olika nätdeformationsmetoder pågår för att komplettera resultaten i leverabeln ”Evaluation of parameterizations and mesh deformations” (D2.2) som beräknas vara färdig i slutet av 1:a kvartalet.

2.10.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Inga under denna period.

2.11. IDIHOM, “Industrialisation of High-Order Methods – A Top-Down Approach”

Samarbete: EU:s 7:e ramprogram

Antal partners: 21

Medverkande länder: BE, DE, FR, IT, NL, PL, RU, SE, UK

Projektid: 2010-2014

Projektledare FOI: Peter Eliasson

2.11.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Syftet är att förbättra Europeisk flygindustris CFD-verktyg med snabbare och noggrannare verktyg. Fokus ligger på högre ordningens metoder med inriktning mot både stationära men framförallt instationära tillämpningar, t.ex. aeroelastiska och aeroakustiska beräkningar.

2.11.2. FOI:s roll i projektet

FOI är med och kommer att göra förbättringar i CDF-lösaren, EDGE, för att få både snabbare och mer noggranna beräkningar. EDGE kommer också att kopplas ihop med en annan strömningslösare som är mer noggrann.

2.11.3. Nyttan för Försvarsmakten.

Förbättrade möjligheter att göra snabbare och mer noggranna strömningsberäkningar för militära applikationer, som t.ex. JAS eller delar därav, missiler etc. Vidare förbättras FOI:s förmåga att med beräkningar göra snabba konceptuella studier, uppskattningsvis kan beräkningstiden minskas upp till en faktor 5. Aero-akustiska beräkningar för att beräkna den akustiska signaturen kommer också att kunna göras betydligt effektivare eftersom sådana beräkningar kräver storskaliga tidsberoende aerodynamiska beräkningar.

²⁰ SciTech: Science and Technology Forum and Exposition 2014

2.11.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

FOI har tillsammans med Linköpings universitet slutfört de instationära, noggranna beräkningar på en kavitet. Beräkningarna har dokumenterats.

2.11.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

D3.1-30a "Influence on flow solution quality of weak boundary conditions"
D3.4-30 "Influence on steady state convergence of weak boundary conditions"
D2.2-27 "Higher order calculations in IDIHOM with the Essense code"

2.12. *MARS "Manipulation of Reynolds Stress for Separation Control and Drag Reduction"*

Samarbete: EU:s 7:e ramprogram

Antal partners: 21

Medverkande länder: BE, CN, DE, ES, FR, IT, SE, UK

Projekttid: 2010-2014

Projektledare FOI: Shia-Hui Peng

2.12.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Projektet är ett samarbetsprojekt inom EU:s 7:e ramprogram och området "Transport med underrubriken driftkostnad för att operera flygplan". Projektet syftar till omfattande och grundläggande förståelse av strömningskontroll för olika typiska tekniska applikationer och deras mekanismer med hjälp av manipulering av Reynolds spänningar. Dessutom är målet att förbättra och optimera de komponenter som används för strömningsstyrning i aerodynamiska applikationer.

De generella aspekter som tas upp i MARS-projektet är:

- Att använda den periodiska strömningen som finns i två identifierade strömningssfall som grund för direkt kontroll av diskreta dynamiska strukturer till att manipulera Reynolds spänningar vilka kan observeras, mätas och simuleras.
- För att mäta, simulera och förstå effekten av vissa komponenters inverkan på diskreta strukturer i turbulenta skjuvlager och för att identifiera komponenter lämpliga för vidare utveckling avseende reduktion av friktion och strömningsseparation.

Projektarbetet är fördelat på 5 arbetspaket: "Ledning, datorverktyg och kommunikation", "Experimentell undersökning av mekanismer för strömningsstyrning", "Numerisk simulering av strömningsstyrning (WP3)", "Synthes, förståelse och designoptimering av komponenter för Reynolds spänningar", "Industriell demonstration och utvärdering. Projektet hade sitt kick-off möte den 27 oktober 2010.

2.12.2. FOI:s roll i projektet

FOI:s huvudsakliga arbete är numerisk modellering och simulering av strömningsstyrning för separation och friktionsreducering baserat på två testfall: ett bakåtvänt strömningsssteg och strömning kring NACA0015 vingen. FOI är projektledare för arbetspaket WP3. Under 2010 har FOI beräknat grundströmningen och gjort djupgående analyser med RANS och hybrid RANS-LES metoder avseende de båda testfallen.

Båda testfallen genomgår omfattande vindtunnelmätningar hos partners (med experimentella resurser) med och utan strömningsstyrningskomponenter (inklusive VG:s²¹, mikro jets, syntetiska jets, plasma etc). De experimentella data kommer att användas för validering av numeriska simuleringar. FOI kommer att fortsätta arbeta med numerisk analys av strömningsstyrning genom manipulation av Reynolds spänningar och modellering av effekter av strömningsstyrning. Den utvecklade metoden kommer att införas i FOI:s i interna CFD-verktyg, EDGE, och därmed användas i andra FoU-tillämpningar där strömningsstyrning utnyttjas.

2.12.3. Nyttja för Försvarsmakten.

Projektet samlar flera av de större europeiska flygplanstillverkarna, vilket inkluderar Airbus-Spanien, EADS-IW, Dassault-Aviation och Alenia. De är alla slutanvändare av teknik för strömningsstyrning och beräkningsmetodik för analys av strömningsstyrning. De utvecklade nya metoderna implementeras i FOI:s CFD-programvara. Dessa kommer att tillämpas i våra andra FoU-verksamheter som därmed tjänar framtida uppdrag från Försvarsmakten. Aerodynamisk strömningsstyrning är en mycket viktig aspekt inom försvarsforskning, som har bärkraft på, t.ex. stridsflyg och missiler mm.

Projektet omfattar både experimentellt och numeriska arbete. FOI arbetar med utveckling av numeriska modeller och numerisk analys av anordningar för strömningsstyrning. De utvecklade modelleringsstrategier för dessa enheter kommer att ingå i CFD-lösaren EDGE. En förbättrad förståelse för strömningsstyrningens mekanismer kan leda till utveckling av nya avancerade strömningsstyrnings-anordningar. Våra partners kommer att tillhandahålla experimentella data, i en databas, som vi också kan komma åt och därmed se hur FOI:s numeriska analyser relaterar till de experimentella data. Alla dessa aspekter kommer att förbättra FOI:s kompetens inom numerisk simulering och modellering av produkter för strömningsstyrning.

2.12.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

FOI har ägnat arbete åt sammanfattningen av simuleringarna avseende NACA0015 testfall som gjordes med hjälp RANS och IDDES (Förbättrad Fördröjd Fristående Eddy Simulation) metoder med och utan strömningskontroll (pulsade strålar). Dessutom har ett antal nya simuleringar genomförts för testfallet med det bakåtvända strömningssteget (BFS) och plasma DBD styrkomponenter. Den numeriska modellen av plasma styrkomponenter har verifierats med hjälp av stationära och instationära krafter. FOI:s arbete har slutförts. Vidare har FOI bidragit till leveransen D3.1 och, som WP ledare, samordnat sammanfattningen av arbetet som bedrivits i WP 3.

FOI deltog i det sista projektmötet i Bryssel (3-5 mars 2014). Projektet kommer att avslutas den 31:a mars 2014.

2.12.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

FOI:s presentationer av pågående arbeten dokumenteras inför alla projektmöten.

Deliverable 3.1: Summary report of numerical simulation of test cases with and without flow controls.

Deliverable 3.2: Summary report of numerical simulation data.

²¹ VG: Vortex Generator

S.-H. Peng, Shear-layer manipulation of backward-facing step flow with steady forcing: A numerical study, Abstract submitted to ETMM10 conference. September 2014.

2.13. NATO AVT-183/201 Reliable Prediction of Separated Flow Onset and Progression for Air and Sea Vehicles

Antal partners: min. 8

Antal medverkande länder: DE, DK, ES, FR, GR, IT, NL, SE, UK, US

Projekttid: 2010-2014

Projektledare FOI: Henrik Edefur

2.13.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

AVT-183: Projektet är uppdelat i en luft- och en sjö-del. På luft/flygsidan kommer speciella vindtunnelprov att utföras där noggranna mätningar av turbulens kommer att genomföras. Främst ska virvelbildning som uppstår på svepta vingars framkant vid hög anfallsvinkel studeras. Dessa mätningar ska sedan ligga till grund för att öka förståelsen inom turbulensmodellering. Arbetet inom turbulensmodellering består i att utveckla befintliga turbulensmodeller i befintliga CFD-koder. Arbetet startade officiellt 2010 och planerades pågå till 2012. På grund av förseningar av vindtunnelprovet har dock projektet förlängts till 2014.

2.13.2. FOI:s roll i projektet

FOI kommer att genomföra CFD-beräkningar för jämförelse med andra partners beräkningar samt experimentella data. Resultaten används för att validera EDGE-programmet samt att öka förståelsen för fenomenet med framkantsvirvlar vid höga anfallsvinklar.

AVT-201: Projektet är en direkt fortsättning på AVT-161 där man studerade möjligheten att med tillräckligt stor noggrannhet och effektivitet använda sig av CFD-beräkningar, ibland tillsammans med andra enklare metoder, för att ta fram styrning- och stabilitets-data vid dynamiska flygmanövrar. Resultaten från dessa beräkningar jämfördes sedan med data från vindtunnelprov. I AVT-201 fortsätter dessa studier men denna gång tar man även hänsyn till olika roderutslag på den generiska UAV (SACCON) som används som testobjekt. Nya vindtunnelprov kommer att genomföras med olika roderutslag.

2.13.3. Nyttan för Försvarmakten

CFD-beräkningar används i stor omfattning för att ta fram prestandaunderlag för alla möjliga sorters flygande farkoster som till exempel flygplan, UAV:er och robotar. Dessa prestandaunderlag används sedan bland annat för att ta fram taktik hur man som pilot ska hantera sitt flygplan under olika hotfulla situationer. För att kunna optimera denna taktik behöver man ett underlag som också stämmer väl överens med verkligheten. Då det kommer till utländska system (flygplan och robotar) så går det inte alltid att få fram ett sådant underlag från tillverkaren. Möjlighet finns då att med hjälp av CFD-beräkningar själva ta fram prestandaunderlaget. Det kräver då dock att man har en CFD-kod som är väl validerad mot många olika fall.

2.13.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Fortsatta CFD-beräkningar och förberedelser inför mötet i Köpenhamn (AVT Panel Business Week) i april.

2.13.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Inga under detta kvartal.

2.14. NATO AVT-203 "Transonic Aeroelastic reference test"

Antal partners: 9

Antal medverkande länder: CA, DE, FR, PL, PO, SE, TU, UK, US

Projekttid: 2010-2014

Projektledare FOI: Mats Dalenbring

2.14.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Att tillförlitligt kunna prediktera fluid-struktur-interaktionen hos flygplan är ett krav för att kunna utöka prestanda, minska den strukturella vikten (och spara energi), öka säkerheten, öka operationsförmågan samt minska skador och underhåll. Tillhandahållandet av experimentella referensdata möjliggör tid-kostnad-kvalité för utvecklingen av bemannade och obemannade flygplan. Projektet kommer att genomföra ett transoniskt aeroelastiskt referensprov där resultatet kommer vara en utmärkt startpunkt för tillförlitliga beräkningar.

I projektet ingår även att ta del av uppdateringen av "AGARD²² Manual on Aeroelasticity".

2.14.2. FOI:s roll i projektet

FOI kommer att genomföra beräkningar vid behov, samt bistå med vår expertis inom området.

2.14.3. Nyttan för Försvarsmakten:

Tillgång till unika vindtunnelprov och annars hemliga geometrier, som är viktiga för validering av EDGE (CFD).

2.14.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

FOI och NASA (Koordinator AVT-203) träffades för ett NATO arbetsmöte vid NASA Langley i början av januari 2014. Verksamheten har varit fokuserad på slutrapportering av arbete utfört inom AVT gruppen samt diskussioner om fortsättning.

2.14.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Inga under denna period.

2.15. RECEPT "Receptivity and Amplitude-Based Transition Prediction"

Samarbete: EU 7:e ramprogrammet

Antal partners: 12

Medverkande länder: DE, FR, IT, RU, SE

²² AGARD: (NATO) The Advisory Group for Aerospace Research and Development

Projektid: 2011-2014
Projektledare FOI: Ardeshir Hanifi

2.15.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Genom samarbete med andra forskningsinstitut, universitet och industri erhålles nya kunskaper och ökar kompetensen inom flygteknik med fokus på prediktering av lami-när-turbulent omslag, samt utnyttjande av strömningsstyrning för design av farkoster med lågt luftmotstånd.

2.15.2. FOI:s roll i projektet

FOI med sina stora kunskaper inom området är en av de viktiga partner och aktiv i alla arbetspaket. Ardeshir Hanifi som är forskningschef på FOI och adjungerad professor på KTH är koordinator (ledande organisation är KTH).

2.15.3. Nyttan för Försvarmakten

De genererade nya kunskaperna inom projektet kommer att förbättra förmågan att prediktera (beräkna) prestanda hos flygfarkoster samt förbättra förmågan att designa farkoster med lågt motstånd vilket kan leda till tystare, effektivare och miljövänligare farkoster.

2.15.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Under denna period har FOI utfört en så kallad sekundärstabilitetsanalys för ett antal testfall för att hitta en relation mellan förstärkningen för denna typ av störningar och omslagpunktens läge (omslag mellan laminär och turbulent strömning).

2.15.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Bidrag till texten i "Årsrapport 2013 för FoT-området Flygteknik med elektronik och byggsätt (FOI-R-3847-SE)".

2.16. RECREATE "REsearch on a CRuiser Enabled Air Transport Environment"

Samarbete: EU 7:e ramprogrammet
Antal partners: 8
Medverkande länder: DE, CH, NL, SE, UK
Projektid: 2011-2014
Projektledare FOI: Tomas Mårtensson

2.16.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Målsättningen är att genom deltagande i analys av förutsättningar, krav och möjliga lösningar för lufttankning i bredare omfattning än vad som kan ske idag öka förmågan att värdera olika lösningar ur både effektivitetssynpunkt och tekniska perspektiv.

2.16.2. FOI:s roll i projektet

De arbetspaket FOI medverkar i skall analysera parametrar för distribution av tankerflygplan ur bränsleeffektivitetssynpunkt med bibehållen robusthet (WP1) samt styrlags-syntes för automatisk tankning. (WP5)

I WP1 kommer studier att ske av hur storleken och fördelningen av tankerflygplan ska optimeras för en lägsta bränsleförbrukning för ett flygtankningssystem. Hur vädret (främst turbulens) påverkar verkningsgraden hos ett sådant system kommer att undersökas på klimatologisk nivå. Turbulens kommer också vara en av de viktigare störningarna som måste hanteras i WP5 där styrlagssyntes för tanker, bom och tankande flygplan ska genomföras.

2.16.3. Nyttan för Försvarsmakten.

RECREATE ger FOI kunskaper relevanta för Försvarsmakten på området lufttankning från systemnivå (optimering av tankerflotta) samt säkerhets- och certifieringskrav på ingående delar.

Arbetet ger vidare värdefulla kunskaper om vilken precision som krävs på styrautomater i ett komplext kopplat dynamiskt system. Under 2014 kommer robustheten och gränser för styrauktoritet att undersökas och kvantifieras ytterligare för automatiserad lufttankning.

2.16.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

WP1

I arbetspaket 1 har ett projektmöte vid ZHAW²³ i Schweiz genomfört i januari plus en telefonkonferens.

WP5 och WP6

Proceduren för automatisk lufttankningen påbörjas av mottagande flygplan bakom och under tankflygplanet från vilken en anflygning (approach) sker till positionen där tankningen ska genomföras. Bomkontrollen styr bommen till tanklocket på mottagande flygplan och systemet håller sedan alla tre enheterna på plats under tankning (station keeping). Efter genomförd tankning dras bommen undan och det tankade flygplanet avlägsnar sig från tankern (departure). FOI har utvecklat styrlagar och autopiloter. Sensorssystemet som ger flygplanen och bommen spatial uppfattning om inbördes position mellan enheterna är utvecklat av Tekniska Universitet i München (TUM).

Under 2014 kommer robustheten och gränser för styrauktoritet undersökas och kvantifieras ytterligare för automatiserad lufttankning.

2.16.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Rapporten "Updated operational Cruiser Feeder Concept" accepterad av EU. FOI-S-XXXX-SE

2.17. *RODTRAC "Robustness of distributed micron-sized roughness for transition control"*

Samarbete: EU 7:e ramprogrammet (Clean Sky)

Antal partners: 2

Medverkande länder: SE

Projekttid: 2012 - 2014

²³ ZHAW: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

Projektledare FOI: Ardeshir Hanifi

2.17.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Projektet handlar om numerisk och experimentell studie av 'micron-sized roughness elements' som styrmedel för kontroll av omslag från laminär till turbulent strömning och inverkan av yttre störningar på dess effektivitet.

2.17.2. FOI:s roll i projektet

FOI står för design/val av vingprofil för experimenten med transitionskontroll.

2.17.3. Nyttan för Försvarsmakten.

Kunskapsuppbyggnaden kring 'micron-sized roughness elements' är till stora delar generisk och kan användas för utveckling av effektiva (lågt motstånd) flygfarkoster. Militärt kan utvecklingen av nästa generations militära flygplan och UAV-er komma att ha ett behov av de verktyg och metoder som ska utvecklas i projektet.

2.17.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Under denna period har ett antal numeriska beräkningar utförts där strömningen runt vingmodellen som sitter i en vindtunnel studerats. Syftet med detta är att designa väggkonturerna i vindtunneln så att isobarer på vingen blir parallella med vingens framkant.

2.17.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Bidrag till texten i "Årsrapport 2013 för FoT-området Flygteknik med elektronik och byggsätt (FOI-R-3847-SE)".

3. Strukturmekanik

3.1. DAEDALOS, "Dynamics in Aircraft Engineering Design and Analysis for Light Optimized Structures"

Samarbete: EU:s 7:e ramprogram

Antal partners: 13

Antal medverkande länder: CH, CZ, DE, ES, IL, IT, NL, SE

Projekttid: 2010-2014

Projektledare FOI: Rolf Jarlås

3.1.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Dagens konstruktionsregler och metoder för certifiering av flygplan är huvudsakligen baserade på konservativa statiska belastningar som leder till extra vikt, och eventuellt till strukturellt osäkra flygplan. Det övergripande målet för utvecklingsprojektet DAEDALOS är att utarbeta metodik för att bestämma de dynamiska påkänningar som flygplan utsätts för, och beakta effekterna av dynamisk buckling, material-dämpning och mekanisk hysteres.

Projektet syftar till att förbättra design-metoder genom:

- Korrekt beräknat dynamiskt belastningsspektra för strukturell dimensionering.

- Minskad vikt hos strukturella komponenter genom att konservativ design baserad på kvasistatisk belastning ersätts av mer realistiska fall motsvarande dynamiska belastningar. Detta mål kommer att uppnås genom förbättrad beskrivning av strukturens dämpningsförmåga och detaljerad analys.
- Ökad strukturell säkerhet genom mer realistiska lastscenarier.
- Etablering av nya rutiner för definitionen av laster, för användning vid konstruktion av flygplan och av certifierande myndigheter.

De huvudsakliga målen kan sammanfattas enligt följande:

- Bestäm mer realistiska belastningar verkande på flygplansstrukturen
- Upprätta en vetenskaplig grund för reduktion av de pseudostatiska laster som används för dimensionering av flygplansstruktur
- Definiera ett nytt strukturkoncept och en design filosofi som kan förbättra den dynamiska responsen hos strukturen i flygplanskroppen.
- Utökat kunnandet om dynamiska lastförlopp, vilket bör leda till innovativ teknik, viktiga experimentella resultat och simuleringsresultat.
- Uppdatera aktuell designfilosofin för att uppnå ca 15% viktminskning i flygplans-strukturer.

Tekniska mål:

Struktur-modell och lastfallsdefinition

- Kritisk genomgång och granskning av definitionen av dimensionerande laster för en flygplanskropp
- Definiera de analysmodeller som skall användas för de olika stegen i analysen
- Identifiera numeriskt / experimentellt den typiska last-historien avseende landing,
- manövrar och turbulens (vindbylaster)

Tillämpning av dynamisk belastning

- Jämförelse av resultat mellan statiska och dynamiska dimensionerande laster med hjälp av parameterstudier
- Definiera nya strukturella koncept för att kunna absorbera dynamiska belastningar

Strukturell provning

- Experimentell utvärdering av materialens dämpande egenskaper för typiska strukturella komponenter
- Validera de modeller som utvecklats under simuleringarna.

Designriktlinjer och validering av ny teknik

- Definiera nya förfarandet för definition av laster som ska användas vid flygplanskonstruktion
- Kvantifiera de potentiella viktbesparing för strukturella komponenter som är möjlig på grund av den överbelastning som är en effekt av antagen statisk belastning
- Utveckla designriktlinjer

3.1.2. FOI:s roll i projektet

FOI bidrar med cirka fem procent av den budgeterade arbetstiden för projektet och kommer att vara delaktig i följande aktiviteter.

- Kritiskt granska nuvarande praxis när det gäller att definiera de statiska lastfall som ofta används för strukturdimensionering.
- Definition av analysmodeller.
- Definition av belastningar.
- Undersöka effekten av i tiden varierande belastning på flygplansstruktur.
- Jämförelse mellan statiska och dynamiska resultat.
- Undersöka effekten av strukturellt betingad hysteres.
- Analysera lastomfördelningen på grund av buckling och plasticitet.
- Identifiera strukturområden där vikt kan sparas, och formulera ett koncept för en viktoptimal ny dimensioneringsprocess.
- Utarbeta en systematisk metodik för att beräkna en mer exakt dimensionerande belastning för flygplanets struktur.
- Uppskatta den resulterande viktbesparingen.
- Utveckla riktlinjer för strukturutformning.

3.1.3. Nyttan för Försvarsmakten.

Med förbättrad metodik och ökad kunskap om de fenomen som studeras kan viktsbesparingar och säkrare bedömningar av de påkänningar som flygplan utsätts för göras utan att tillförlitligheten påverkas negativt. Vidare kan system med högre prestanda konstrueras, utan att ge avkall på tillförlitlighet och livscykelkostnad. Konsekvenser av förändrad flygplansanvändning, t.ex. ökad landningsvikt, kan också göras med ökad tillförlitlighet.

3.1.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Ingen verksamhet har bedrivits under kvartal 1, 2014.

3.1.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Inga.

3.2. GARTEUR AG 35 “Fatigue Testing of Hybrid Structures”

Antal partners: 6

Antal medverkande länder: DE, FR, IT, NL, SE

Projektid: 2013-2015

Projektledare FOI: Joakim Schön

3.2.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Ett primärt problem i livslängdsbedömning och fullskaleprovning av hybrid komposit/metallstruktur är skillnaderna i utmattningsbeteende på materialnivå samt den olika inverkan av lastspektra på respektive materialklass. Dragbelastning är normalt kritiskt för metall medan kompositen typiskt är mest känslig för tryckbelastning, speciellt kopplat till slagskador och ut ur planet verkande laster. Vid traditionell fullskaleprovning av metallstruktur så trunkeras de högsta lasterna bort, då dessa kan orsaka lokal plasticering som är gynnsam ur livslängdssynpunkt. För kompositer är det precis tvärtom. De maximala lasterna är mest kritiska och man förhöjer lastnivåerna vid provningen för att simulera inverkan av skadliga miljöeffekter och för att ta hänsyn till materialets större statiska spridning avseende mekaniska egenskaper.

I projektet kommer främst uppbyggd hybridstruktur med mekaniska fästelement att studeras, men även limförband finns med. Speciell hänsyn kommer att tas till hur termiska spänningar som uppstår i drift ska kunna simuleras och verifieras i samband med fullskaleprovning.

3.2.2. FOI:s roll i projektet

FOI kommer att utföra kopplad mekanisk/termisk analys av Gripen NG vingkoppel mellan inre metalldel och yttre kompositdel. Dessutom kommer provning av relevant strukturdela, simulerande nämnd detalj, troligen en typ av fyrpunktböjprovstav, att utföras. Speciellt studeras inverkan av termiska laster samt inverkan av olika trunkeringsnivåer på resulterande livslängd.

3.2.3. Nyttä för Försvarsmakten:

Projektet utförs tillsammans med Saab Aerosystems och utgör en väsentlig del i planeringen och utförandet av fullskaleprovning av Gripen NG. Framtagen metodik ger mer tillförlitliga resultat av fullskaleprov och möjliggör stora besparingsmöjligheter genom att möjliggöra gemensam certifiering av både komposit- och metallstruktur med ett enda fullskaleprov.

3.2.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Ytterligare några provstavar har provats i utmattning. En rapport har färdigställt.

3.2.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Biaxial Testing of Composite Joints at Elevated Temperature, Joakim Schön, FOI-R—3740--SE

3.3. MAAXIMUS “More Affordable Aircraft though Extended, Integration and Mature Numerical Sizing”

Samarbete: EU:s 7:e ramprogram

Antal partners: 57

Antal medverkande länder: AT, BE, CH, CZ, DE, ES, FR, GR, NL, IE, IL, IT, PL, PT, RU, SE, TR, UK

Projektid:2008-2016


Projektledare FOI: Börje Andersson

3.3.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande


En central målsättning i projektet är att ersätta stora och dyrbara experiment av kompositstruktur med analys. Detta innebär att utveckla virtuell dimensioneringsteknik och ny produktionsteknik möjliggörande kortare cykeltider (20%), lägre utvecklingskostnader (5%) och mer tillförlitliga (flygsäkerhet, och "right-first-time" teknologi) metoder för dimensionering av stora kolfiberkompositstrukturer bestående av bl. a. multifunktionella material med ickekonventionell fiberuppläggning samt att validera denna virtuella teknik genom tillverkning och hållfasthetsprovning av en 12 meter lång civil flygplanskropp (diameter ca 4 meter).

EU FP7 Project: MAAXIMUS 2008-2012(15)
“More Affordable Aircraft though Extended, Integration and Mature Numerical Sizing”

- 58 Partners från 18 länder, budget 650 MSEK. Projektledare är Airbus France.
- FOI leder sub-projektet "Analys" med en budget på 250 MSEK där 45 partners från 18 länder deltar.
- Målsättningen är att vid tillverkning av stora strukturdelar i kolfiberkomposit uppnå:
 - kortare cykeltider (20%),
 - lägre utvecklingskostnader (5%) genom mer analys/optimering med nya tillförlitliga metoder
 - lägre strukturvikt (5%)
- Målen skall nås genom arbeten i en virtuell och en fysisk plattform där ny konstruktions-, beräknings-, tillverknings-, prov- och mätteknik utvecklas och införs. Tekniker valideras genom provning av en 12 meter lång flygplanskropp.
- Tekniskt vetenskapligt genomför FOI i MAAXIMUS bl. a. världens största och mest exakta hållfasthetsberäkningar
- Projektet har stark Dual-Use karaktär genom att hela Europas elit på struktur och materialfrågor deltar i MAAXIMUS och att FOI genom sin centrala roll får unik insikt i nya teknologier vilka senare sannolikt kommer att användas i militära applikationer.

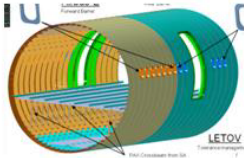


Deltagande Länder

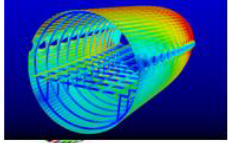


1-årsmöte i Stockholm

Virtuell Plattform




Kroppskal och golv av komposit (diam 4m, L=12m)




Storskalig analys av skador och brott i kolfiberstruktur


Fysisk Plattform



Nya fibertekniker



Snabb montering



Experiment

Figur exemplifierande huvudaktiviteter i EU:s FP7 projekt MAAXIMUS

3.3.2. FOI:s roll i projektet

FOI leder det största arbetspaketet 'Analys' i MAAXIMUS, med 45 partners. FOI ingår också i MAAXIMUS s.k. Core Team bestående av 14 personer vilka leder projektet. Detta gör att FOI får full insyn i MAAXIMUS vilket är ett unikt strukturprojekt vad avser storlek och ambitionsnivå i FP7.

Det tekniska arbetet i MAAXIMUS består för FOI:s del av strukturprovning och fortsatt utveckling av storskaliga beräkningsmetoder för statistisk analys av skador och brott i kompositstruktur. FOI ansvarar i MAAXIMUS också för att utföra två större tekniska s.k. "Challenges" med inriktning mot komplex analys och V&V ("Verification and Validation").

3.3.3. Nyttan för Försvarsmakten

Kompositerna används i JAS på ett mycket konservativt sätt (stora säkerhetsmarginaler) eftersom analysverktygen för strukturoptimering, bucklingsanalys, förband, initiering av skador och propagering till brott var för outvecklade då JAS dimensionerades. Ett annat skäl var att datorresurserna var otillräckliga. MAAXIMUS projektet kommer att tillföra nya validerade analysmetoder av hög kvalitet och en integrerad plattform för s.k. *virtuell testing*, något som inte är tillgängligt idag.

Detta möjliggör även en framtida effektivare framtagning av försvarsmateriel genom ett skickligare utnyttjande av modellering och simulering inför tillverkning av verklig hårdvara.

För flygande farkoster i perspektivet 2020, där konstruktioner nyttjande multifunktionella kompositmaterial och med icke-konventionella fiberuppläggningar förutses bli

standard bedöms kompetensförsörjningen via MAAXIMUS vara av stor vikt för försvaret. Beträffande det pågående omfattande svenska Nanoteknikprogrammet så kommer i MAAXIMUS erfarenheterna att bli kompletterande och delvis unika (nanoförstärkt matrix).

3.3.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Verksamheten under kvartal 1 karakteriseras dels av ett avslutande av första fasen av MAAXIMUS (2008-2014), och ett intensivt arbete med uppstart av fas II av MAAXIMUS (2014-2016). FOI deltar som passiv partner i MAAXIMUS II och får därför information om mycket av det som utvecklas i MAAXIMUS II.

Ett nytt arbetsprogram (DoW6.1: Description of Work version 6.1) framtoogs under december 2013 [1]. Detta godkändes av EU-kommissionen i februari 2014. I DoW6.1 finns också en beskrivning av den nya fas II av MAAXIMUS (sidorna 182-206).

I fas II, 2014-2016 finns i princip bara de stora organisationerna från etapp I kvar. De kvarvarande 10 (av ursprungliga 58) aktiva parterna i MAAXIMUS etapp II är: Airbus, EADS IW, DLR, NLR, SAMTECH²⁴, EUROCOPTER, IMA, INASCO²⁵ och ESI.

Ett litet konsultföretag BARE (bestående av personal som pensionerats från FOI) deltar som ny egen partner i MAAXIMUS II. BARE:s uppgifter i fas II av MAAXIMUS II rör storskaliga beräkningar och arbete på *verifiering och validering*. Detta arbete är en fortsättning på FOI:s framgångsrika sex år i MAAXIMUS. Genom detta arbete vinner FOI extra insikt i MAAXIMUS II projektet och får tillgång/kunskap om tekniker rörande design, dimensionering, optimering, storskalig analys, tillverkning, icke-förstörande provning och testning.

FOI har under kvartalet skött sina styrgruppsuppgifter innebärande bland annat delta-gande i fyra 2-timmars telefonmöten i MAAXIMUS styrgrupp [2-5], kontrolläsning av fyra rapporter [6-9] samt deltagit i ett 3-dagars styrgruppsmöte [10] i Bremen under februari 2014 [10]. Vid mötet deltog ett 20-tal Airbus specialister under de tre dagarna. 17 presentationer gavs [11-27].

FOI har framtagit tre rapporter över FOI-arbete [28-30] under perioden. Under kvartal 2, 2014, kommer FOI att färdigställa tre påbörjade rapporter över utfört FOI-arbete i MAAXIMUS.

Det 6:e årsmötet med kommissionen blir 20-22 Maj 2014. Ett program för mötet framtoogs under första kvartalet [31]. FOI (via SP3-ledaren) skall förbereda och presentera alla tekniskt-vetenskapliga analysmetoder framtagna under MAAXIMUS första sex år inom disciplinerna optimering, analys, tillverkning och icke-förstörande provning (subprojekten SP2-SP5 i MAAXIMUS). Förberedelsearbetet ger tillgång till ett 40-tal MAAXIMUS rapporter som FOI annars inte skulle få tillgång till.

²⁴ SAMTECH: European specialist in Computer Aided Engineering (CAE) software for Finite Element Analysis (FEA) and Multi-Disciplinary Optimization (MDO).

²⁵ INASCO: INtegrated Aerospace Sciences COrporation - Home

3.3.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

- [1] Description of Work version 6.1 (DoW6.1), Dec 10 2013, 800 sidor
- [2-5] "Minutes", MAAXIMUS telefon möten, 27/1, 3/3, 12/3, 19/3
- [6-9] AI-D's, CIRA's och DLR's rapport D3.10.11, EADS IW-F och Univ of Cachan Paris rapport D3.10.9, Israeli Industries rapport D3.2.10, Airbus-F rapport D3.2.11
- [10] "Minutes" från MAAXIMUS styrgruppsmöte i Bremen februari 4-5, 2014. 14 sidor.
- [11-27] Föredrag från organisationerna Airbus (3), DLR (1), EADS IW-f (2), NLR(2), ECD (1), Dassault Systems (2), IMA(1), ESI(1), INASCO(1) och 3 föredrag från styrgruppen.
- [28] B Andersson och U Falk, "FOI Verification examples demonstrating the new solution capabilities on barrel level to be used for reliable and robust Virtual Design.", MAAXIMUS rapport CTD3.12.7, 44 sidor
- [29] J Schön, "FOI Friction Measurements", MAAXIMUS rapport D6.5.4, 54 sidor
- [30] B Andersson, "NLR, CENAERO, FOI Verification examples demonstrating the new solution capabilities on barrel level to be used for reliable and robust Virtual Design.", MAAXIMUS rapport D3.12.7, 98 sidor
- [31] Preliminär agenda för Årsmöte 6 med EU-kommissionen i Dresden 20-22 Maj, 2014

4. Signaturanpassning och miljöeffekter

4.1. NATO AVT-198 "Recent developments in noise reduction technologies applied to military vehicles and platforms - foster future innovations"

Antal partners: min. 11

Antal medverkande länder: BE, CA, DE, FR, UK, HU, NL, PL, ES, SE, US

Projektid: 2010-2014

Projektledare FOI: Ulf Tengzelius

4.1.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

Arbetet syftar till att möta de krav och förordningar man tror kommer från myndigheterna vad gäller buller vid militära baser/flygplatser. Fokus kommer att ligga på reduktion av buller från gasturbinmotorer på flygplan och är uppdelat på följande kategorier: 1) Source noise reduction control, 2) Aeroacoustics, 3) Measurement techniques & diagnostics, 4) Outdoor measurements, 5) Noise propagation and impact predictions, 6) Perception, 7) Operational Mitigation, 8) Human protection.

Arbetet kommer att genomföras genom "work shops" 2 gånger per år där kunskap mellan de olika parterna överförs.

4.1.2. FOI:s roll i projektet

Presentera det vi kan inom området samt inhämta kunskap från deltagande parter. Etablera kontakter för kommande samarbeten, samt sprida information inom Sverige.

4.1.3. Nyttan för Försvarsmakten:

Kunskap och metoder för att minska buller vid militära flygplatser och vid militära övningar. Tillgång till de senaste rönen från NATO.

4.1.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Begränsad verksamhet under det första kvartalet.

4.1.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Inga under denna period.

5. Nätverk

5.1. CEAS-ASC “Confederation of European Aerospace Societies - Aeroacoustics Specialists Committee”

Antal partners: 8 + ca 8 lösare knutna till kommitéen.

Antal medverkande länder: 8+8

Projektledare FOI: Ulf Tengzelius

CEAS-ASC har organiserats för att stödja såväl det akademiska som det industriella samfundet inom området aeroakustik i Europa. Till verksamheten hör att man organiserar årliga konferenser och work-shops inom området aeroakustik, söker samarbete med partners inom Europa samt upprätthåller täta kontakter med motsvarande organisation i USA (Aeroacoustics Technical Committee of the American Institute of Aeronautics and Astronautics, AIAA-ATC).

CEAS-ASC är ett unikt forum för att knyta band med ledande representanter från flygindustri och forskningsinstitut. Deltagande i sammankomster bedöms dels kunna öka möjligheten till att få en tidig uppfattning om kommande forskningsinriktningar och satsningar, samt dels möjlighet att själva kunna delta i dessa.

5.1.1. Nytt för Försvarsmakten.

Inom området flygbuller, som medför ansevärd utgifter för FM bl.a. i form av tilläggsisolering av fastigheter kring Flygvapnets flygplatser och är föremål för kontinuerlig åtstramning, bedöms medverkan också i ett långsiktigt perspektiv utgöra en stark resurs för FM.

5.1.2. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Ingen verksamhet under kvartal 1, 2014.

5.1.3. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Inga.

5.2. EASN “European Aeronautics Science Network”

Samarbete: EU:s 6:e ramprogram

Antal partners: c:a 50

Antal medverkande länder: 36

Projektledare FOI: Shia-Hui Peng

EASN är ett nätverk för att främja samarbetet mellan de europeiska flygforskningsinstitut, industrin och universiteten. Den centrala idén är ett öppet Internet-baserat nätverk för att möjliggöra kommunikation mellan grupper och tillgång till en databas. Samarbete bedrivs bland annat inom forskningsområdena aerodynamik, aerostruktur, flygmekanik och framdrivning.

I Sverige deltar Chalmers, KTH, Luleå Tekniska Högskola, Linköpings universitet samt FOI. FOI är nationell kontaktpunkt.

Nätverket har definierat ett antal forskningsområden med olika intressegrupper. FOI deltar de flesta grupper inom flygsystem, CFD, instationär strömning, strömningsstyrning, vingdesign och höglyft.

5.2.1. Nyttan för Försvarsmakten.

EASN är ett nätverk inom flygteknik i allmänhet, som omfattar ett antal europeiska universitet, forskningsorganisationer och flygindustrier. Nätverket utgör inte bara ett levande forum utan är också engagerat i diskussioner om nya EU FP-förslag bland EASN medlemmarna, liksom samarbetsprogram, t.ex. mellan EU och Japan och mellan EU och USA, som diskuterats under 2011. Dessa aktiviteter leder till välorganiserade internationellt samarbete för utveckling av avancerad teknik och metoder. Detta kommer att förbättra FOI:s verktyg och öka förmågan vilket gynnar FOI:s militärrelaterade arbete.

5.2.2. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

FOI har varit inblandade i EoI (intresseanmälan) avseende eventuella förslag till den första ansökningsomgången i Horisont 2020 som samordnas av EASN och distribuerat av EASN organiserade aktiviteter kopplade till svenska universitet.

5.2.3. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Inga under denna period.

5.3. ERCOFTAC "European Research Community On Flow, Turbulence And Combustion"

Antal partners: ca 100

Medverkande länder: De flesta EU-länderna

Projektledare FOI: Stefan Wallin

5.3.1. Övergripande syfte och målsättning för svenskt deltagande

ERCOFTAC är en organisation som organiserar konferenser, workshop och sommarskolor samt publicerar en tidsskrift och en bulletin, se www.ercoftac.org. Mycket av arbetet har handlat om att kvalitetssäkra CFD-metoder, vilket har resulterat i "Best Practice Guidelines" som kan beställas, samt en databas med CFD erfarenheter. QNET-CFD (se www.qnet-cfd.net) som snart kommer att öppnas upp mot en avgift.

Syftet med FOI:s deltagande är att knyta kontakter inom Europa till forskningsinstitut, industrier och universitet inom "Flow, Turbulence and Combustion" för att initiera samarbeten samt utbyta erfarenheter och verktyg. Ambitionen är att inom Ercoftac aktivt driva verksamheter inom FOI:s kärnområden av intresse för Försvarsmakten och svensk försvarsindustri.

5.3.2. FOI:s roll i projektet

ERCOFTAC är organiserat i ett tjugotal SIGs "Special Interest Groups" varav FOI är aktiva i två av dessa:

- SIG15 (Turbulence modelling) organiserar regelbundna workshops om "Refined Turbulence Modelling". FOI är med i "Organizing Committee".
- SIG33 (Transition Mechanisms, Prediction and Control) koordineras av FOI och organiserar regelbundna workshops.

FOI är med i Ercoftac centrala "Management Board" och "Scientific Programme Committee" samt "Industrial Programme Committee" där strategier och samarbeten diskuteras. FOI är koordinator för "Nordic Pilot Centre" (finansieras av KTH) vilket organiserar en nordisk konferens varje år som samlar doktorander och seniora personer från universiteten samt representanter från industrin och forskningsinstitut, se www2.mech.kth.se/ercoftac

5.3.3. Nyttan för Försvarsmakten

ERCOFTAC är ett utmärkt forum för att knyta kontakter inom Europa till forskningsinstitut, industrier och universitet inom "Flow, Turbulence and Combustion" och leder till samarbeten, utbyte av erfarenheter och verktyg och en kontinuerlig värdering och kvalitetssäkring av den forskning som vi bedriver på Analys och Beräkning. Detta kommer naturligtvis alla våra projekt till godo där vi tillämpar våra CFD verktyg och metoder.

5.3.4. Verksamhet under 1:a kvartalet 2014

Ingen verksamhet har bedrivits under kvartal 1, 2014.

5.3.5. Rapporter / Memon / Spårbara protokoll / Spårbara anteckningar

Inga under kvartal 1.