



Signaturmaterial

Inspiration, Samarbete, Utmaning 2008-2010

JAN-OLOF OUSBÄCK, ÅSA ANDERSSON,
CHRISTINA ÅKERLIND, HANS KARIIS



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
Informationssystem
Box 1165
581 11 Linköping

Tel: 013-37 80 00
Fax: 013-37 81 00

www.foi.se

FOI-R--3121--SE
ISSN 1650-1942

Användarrapport
November 2010

Informationssystem

Jan-Olof Ousbäck, Åsa Andersson, Christina
Åkerlind, Hans Kariis

Signaturmaterial

Inspiration, Samarbete, Utmaning 2008-2010

Titel	Signaturmaterial, Inspiration, Samarbete, Utmaning 2008-2010
Title	Signature materials 2008-2010
Rapportnr/Report no	FOI-R--3121--SE
Rapporttyp Report Type	Användarrapport User Raport
Sidor/Pages	19 p
Månad/Month	November/November
Utgivningsår/Year	2010
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	FM
Projektnr/Project no	E3096
Godkänd av/Approved by	Lars Bohman

FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut

Avdelningen för Informationssystem

Box 1165

581 11 Linköping

FOI, Swedish Defence Research Agency

Information Systems

Box 1165

SE-581 11 Linköping

Sammanfattning

Rapporten sammanfattar den verksamhet som bedrivits inom projektet "Signaturmaterial" inom tidsperioden 2008-2010. Ett begrepp som återkommer är multispektralitet dvs. man eftersträvar signaturanpassning över flera olika våglängdsintervall samtidigt (exempelvis radar, IR och visuellt våglängdsområde). Vidare studeras adaptivitet för att möta krav på flexibla skydd för internationella operationer i varierande miljöer.

Arbetet inom projektet har lett till utveckling av nya material samt utgör en del av bevakningen av den forskningsverksamhet som finns nationellt och internationellt. Bevakningen av den militära utvecklingen sker främst genom internationella samarbeten. Vetenskaplig bevakning sker genom samarbete med universitet och högskolor.

Den kompetens som inom projektet upprätthållits har kommit det svenska försvaret och försvarsindustrin till godo genom avtappning till FMV-finansierade projekt och expertstöd vid värdering och anskaffning av materiel.

Nyckelord: signatur, skydd, radar, IR, visuellt, styrbar, multispektral

Summary

The report summarizes the activity that has been done in the project “Signature materials” within the time frame of 2008-2010. One reoccurring concept is multi spectrality i.e. one is aiming at low signature in several wavelength intervals simultaneously (for example radar, IR and optical wave lengths). Adaptivity is studied to address higher requirements on flexibility for defence material since international operations are conducted in varying environments.

It is important that improvement of the signature in one wave length region does not deteriorate it in another. This is achieved by collaboration between experts of different types of threat within the same project.

The work within the project has lead to development of more advanced materials and coverage of national and international research, mostly due international cooperation.

Keywords: signature, protection, radar, IR, visible, adaptability, multi spectral

Innehållsförteckning	Sida
1. INLEDNING	6
2. NYTTA FÖR FÖRSVARET	7
2.1 I närtid	7
2.2 På längre sikt	7
3. INTERNATIONELLA SAMARBETEN	8
3.1 NATO	8
3.2 EDA	10
3.3 Ungern (HT-RAM)	10
4. OMVÄRLDSBEVAKNING	11
4.1 Militärt	11
4.2 Vetenskaplig	11
5. AVTAPPNING AV KOMPETENS	12
5.1 Militärt inriktade konferenser	12
5.2 Utbildningar	12
5.3 Kundmöten	12
5.4 Svensk försvarsindustri	12
5.5 Expertstöd	12
6. FORSKNINGSPRODUKTION	13
6.1 Vetenskaplig publikation	13
6.2 Vetenskaplig kompetensutveckling	13
6.3 Tillämpad forskning	13
7. SLUTSATSER OCH REKOMENDATIONER	15
8. REFERENSER	16

1. INLEDNING

Avancerade optiska och elektromagnetiska sensorer har på senare år fått stor spridning i många länder och bland diverse icke statliga organisationer. För att möta detta hot behöver vi signaturanpassning som är anpassad till en multispektral (visuellt, nära IR, termisk IR, radar) hotmiljö. Med Försvarmaktens ökade fokus på internationella insatser i konfliktområden ställs större krav på skydd för soldater, markfordon, fartyg och flygfarkoster.

Det är av stor vikt att Sverige upprätthåller en kompetens inom området signaturmaterial för att:

- Kunna avtappa kunskap till FM och den svenska försvarsindustrin
- Kunna ge expertstöd till FMV vid upphandling, utveckling och modifiering av materielsystem
- Kunna ge expertstöd till svensk industri vid utveckling av material
- Kunna bevaka trender inom den öppna forskningen i omvärlden.
- Genom internationella samarbeten få ta del av icke öppen forskning och utveckling
- Medverka vid värdering av egna sensorsystem och hotsystem
- Genom egen forskning modellera och designa nya signaturmaterial
- Genom kunskap om vad som är möjligt att uppnå med moderna material upprätthålla en rimlig pris/prestandarelation
- Kunna agera som en oberoende värderingsinstans

Projektet har genom att bevaka den nationella och internationella utvecklingen på signaturmaterialområdet deltagit i konferenser, seminarier, internationella samarbetsprojekt, litteraturstudier, etc. och genom tillämpad forskning producerat ett antal FOI rapporter [1] – [14].

Genom projektet har FOI upprätthållit kompetens att göra en oberoende värdering av signaturmaterial vid upphandling eller inhemsk utveckling. TRL nivån, som vid projektets början 2008 låg på 2 bedöms vid projektets slut 2010 höjts till 3.

Projektet har deltagit i och delvis finansierat tre internationella samarbeten (EDA, NATO, bilateralt med Ungern). Därigenom har Sverige tagit del i tekniska landvinningar från andra länder och deltagit i diskussioner om hot och utveckling av ny och förbättrad skyddsmateriel, vilket ger ökad överlevnadspotential för svenska soldater utomlands.

Denna rapport sammanfattar verksamheten inom Projekt Signaturmaterial under de tre åren 2008-2010.

2. NYTTA FÖR FÖRSVARET

Projektet har genom att utveckla och upprätthålla kompetens inom området signaturmaterial bidragit till att det svenska försvaret, både i närtid och på längre sikt, fått tillgång till såväl nationell som internationell kunskap.

2.1 I nutid

Den kompetens som har byggts upp inom projektet har kommit FM och den svenska försvarsindustrin till godo genom avtappning via externa projekt (FMV) och via direkt expertstöd. Några exempel på detta är:

- Temporära maskeringsfärger för fordon
- Expertråd till FMV avseende integrering av navigationsradar på VISBY
- Avtalsbundet mätkompetensstöd åt ACAB (Applied Composites AB)
- Utbildningsverksamhet, se avsnitt 5.2
- Värdering av soldatsystem i varm och fuktig miljö, samverkan med NATO.
- Utveckling av avancerade material, system och värderingsmetoder för adaptivt kamouflage (inom NATO-grupp SCI-230)

2.2 På längre sikt

Projektet har genom vetenskaplig forskning fått ta del av internationell kompetens inom området. Detta har skett genom internationella samarbeten och utbyte via konferenser och gemensamt författade vetenskapliga artiklar.

På längre sikt medför detta att FOI kommer att vara en internationellt respekterad aktör och attraktiv partner vid kommande samarbeten. Exempel på eventuella kommande internationella samarbeten är:

- EDA: ALOMAS, avancerade multispektrala material
- Bilateralt Sverige-Ungern, högttemperaturreadarabsorbenter (flygmotorer)
- Soldatsystem för internationella insatser i arktisk miljö (förfrågan finns från internationella kontakter)
- Smarta textilier

Dessa kompetensutbyten kommer även att komma till det svenska försvaret till godo vid utveckling/modifiering/inköp av materielsystem. Sveriges kompetens ligger inom mätning, modellering, simulering och värdering av material och system. Vi samverkar med parter som är experter på tillverkning av material och demonstratorer.

3. INTERNATIONELLA SAMARBETEN

Genom internationella samarbeten får vi, med en tämligen begränsad egen arbetsinsats, tillgång till andra länders kompetens, material och arbetskraft. Samarbeten säkrar fortsatt nationell grundkompetens och ger en extern kvalitetsstämpel på det vi gör.

Deltagandet gör oss till en attraktiv samarbetspartner för framtida projekt genom att vi befäster vår roll som en viktig del i ett europeiskt nätverk inom signaturområdet.

3.1 NATO

Under projektets gång har vi deltagit i två samarbeten inom NATO:s forsknings- och utvecklingsorganisation RTO. I dessa projekt finansierar varje land sitt eget deltagande, arbetet fördelas och resultaten delas av alla deltagare. Projektet ”Signaturmaterial”, har finansierat Sveriges deltagande i båda.

SCI-179 Utilization/ Dynamic Control of Adaptive Camouflage Materials

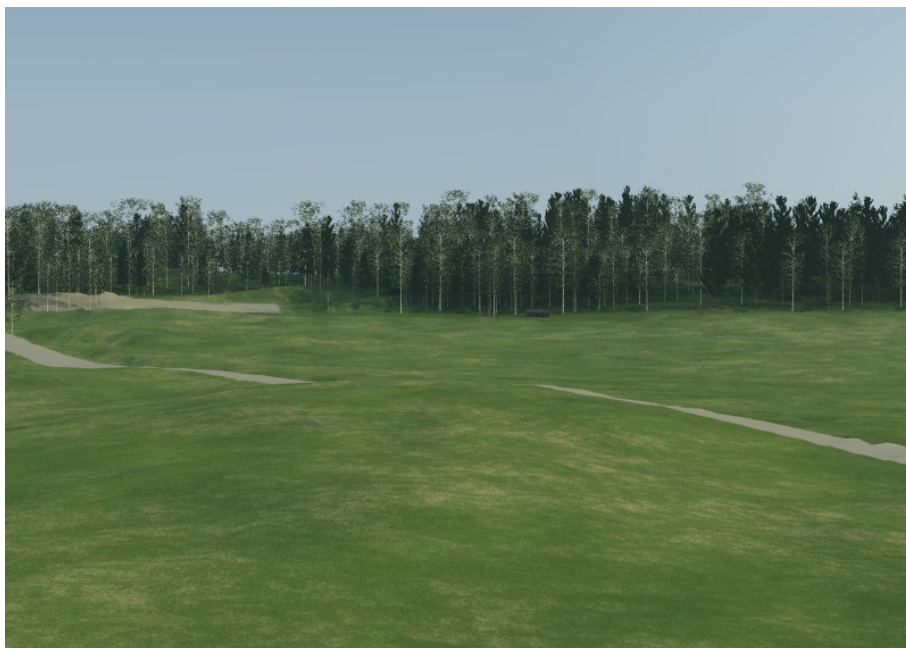
Projektet pågick 2006-2009 och har framgångsrikt avslutats. Slutrapporten kommer att publiceras under 2010.

Deltagande länder var Nederländerna, Sverige, Storbritannien, USA, Estland, Litauen, Polen, Italien, Canada, Rumänien, Tyskland och Tjeckien. Nederländerna var ordförande och Canada sekreterare i gruppen. Varje deltagande land finansierade sin egen medverkan. Det svenska deltagandet finansierades dels av ett FMV-uppdrag dels genom Försvarmakten i FoT-projektet ”Signaturmaterial”.

Inom projektet har ett landfordon med dynamiskt styrbar signatur i synligt och IR simulerats. En styrbar panel har också tillverkas. Jämförelser har gjorts mellan simulerade och observerade resultat.

Sveriges huvudsakliga uppgift har varit karaktärisering och värdering av material tillverkade av andra länder. Vi har bra utrustning för IR-mätningar och bara vi kan mäta mikrovågsegenskaper på materialnivå. Vi har, utan att själva behöva lägga resurser på materialframställning, fått tillgång till tillverkningsmetoder och signaturdata för ett stort antal avancerade material och komponenter från andra länder.

Med en tämligen begränsad arbetsinsats från svensk sida har vi fått tillgång till resultat som ligger i svenskt intresse, både vad gäller simulering och tillverkning av hårdvara.



Simulerad bild på signaturanpassat fordon, framtagen i gruppen SCI-179.

SCI-230 Advanced Materials, Systems and Evaluation Methods for Adaptive Camouflage

En låg signatur minskar risken för upptäckt, identifiering, klassificering, och bekämpning. I vårt flexibla insatsförsvar finns ibland behov av att snabbt kunna förändra signaturen med hänsyn till uppdrag, hotbild, terräng, ljusförhållanden och väder. Gruppen har studerat adaptivt kamouflage för förmågan att på kort varsel kunna verka i på förhand okänd omgivning. Samtliga deltagande länder har trupp i Afghanistan, som därför ofta får tjäna som exempel när behoven diskuteras, men de material, system och metoder som studeras skall vara tillämpliga i olika miljöer. Det alternativ till adaptivt kamouflage som nu används är utbytbara system, som måste lagerhållas i varianter för alla tänkbara insatsområden, till hög kostnad. Inom SCI-230 används modellering och utvecklas evalueringsmetoder för modelleringen.

Inom projektet "Signaturmaterial" har inte rymts tillverkning av material så det görs istället av andra länder; Kanada, Estland, Nederländerna och Litauen har tillverkningsresurser av hög klass. Sverige kan, till en låg kostnad, leda andra länders egenfinansierade arbete och få del av material och kompetens. Att flera NATO-länder vill ha med Sverige i gruppen och dessutom anser att vi bör leda den visar att vi är (eller i alla fall har varit) internationellt framstående.

Projektet är 3-årigt med formell start 1 januari 2011 och slut 30 december 2013. Fokus ligger på markarenan (fordon och soldater) och skydd i visuellt, nära-IR (NVG) och termisk IR. Projektet kan hantera hemlig information upp till NATO Confidential. Endast statliga institutioner deltar. Deltagande länder:

Sverige, Nederländerna, Tyskland, Kanada, Estland, Litauen, Tjeckien, Rumänien, USA.

Som ordförande har vi stora möjligheter att inrikta projektet och få en bra utväxling på de pengar vi satsar.

NATO SCI-219 Camouflage in hot and humid areas

Projektet signaturmaterial och den kompetens som finns har möjliggjort deltagande i NATO-samarbete inom projektet "Camouflage in hot and humid areas" under åren 2010-2012 men finansiering för Sveriges deltagande kommer från FMV.

3.2 EDA (ALOA, Advanced Low Observable Materials)

ALOA är ett projekt inom EDA som avslutas 2010. Det 3-åriga projektet är ett samarbete mellan Tyskland, Frankrike, Nederländerna och Sverige. Från svensk sida deltar Saab Aerosystems och FOI. Avsikten med projektet är att öka kompetens och oberoende inom Europa rörande signaturmateriel. Projektet har studerat fyra olika materialgrupper:

- Magnetiska radarabsorbenter
- Multispektrala material (IR- och radar)
- Nanostrukturella material
- Multilager strukturer

FOI har huvudsakligen arbetat med multispektrala material.(IR-, radar).

Projektet har inneburit att det svenska försvaret har fått tillgång till en stor kunskapsbank rörande signaturmaterial. Projektet ALOA har producerat ett 30-tal tekniska rapporter.

3.3 Bilateralt samarbete Sverige-Ungern (HT-RAM, High Temperature Absorbers)

Projekt HT-RAM studerar möjligheter att utveckla radarabsorbenter som tål höga temperaturer (typiskt 600° - 1000°) för flygmotortillämpningar.

Projekt HT-RAM är ett samarbete mellan Sverige och Ungern och har från svensk del huvudsakligen finansierats av FMV. Projekt Signaturmaterial har bidragit med en liten finansiell del, men framför allt med den kompetens inom modellering och mätteknik som har byggts upp.

4. OMVÄRLDSBEVAKNING

Projektet har bevakat området både nationellt som internationellt. Under år 2008 – 2010 har inga större genombrott skett men ett antal tendenser kan identifieras.

4.1 Militärt

Ett större intresse för den enskilde soldatens skydd och komfort är märkbart. Inte minst därför att internationella insatser i olika miljöer där soldaten agerar som plattform för sensor- och vapensystem har blivit vanligare.

Ett ökat intresse för stridsfältradar kan ses, vilket ställer ökade krav på signaturanpassning inom radarområdet. Sverige är ett av få länder inom EU som saknar egna system av denna typ varför kunskapen om dem har varit låg.

Sensoraktiverade skydd på markfordon i internationella insatser utvecklas. Detta medför att god kunskap om hotsystems signaturer behövs.

Sensorer för mörkerseende har blivit billigare och kan köpas relativt enkelt via internet. Detta medför ett större hot mot plattformar och enskilda soldater vid internationella insatser.

4.2 Vetenskaplig

Inom det vetenskapliga området kan några områden utpekas som intressanta och som kommer att ha potentiella utvecklingsmöjligheter.

- Nanomaterial
- Styrbara material
- Metamaterial
- Biomimetiska material
- Grafen

Nanostrukturella material har under ett antal år studerats och utvecklats. Genom små strukturer kan material med förbättrade eller helt nya egenskaper skapas. Inom området signaturmaterial har bl.a. inom projekt ALOA och HT-RAM utveckling skett för att tillverka kompositer med kolnanorör och keramiska nanomaterial som förlustmaterial.

Styrbara signaturmaterial utvecklas på laboratorier runt om i världen (t ex USA, Tyskland, Ryssland). Inom radarområdet finns mekaniska styrbara radomer. Elektromagnetiska styrbara material finns men är för närvarande mycket dyra och svåra att komma över.

Metamaterial är syntetiska material som har elektromagnetiska egenskaper som har förutsättningar att skapa mycket intressanta signaturmaterial. Det har experimentellt visats att materialen fungerar, men är smalbandiga. En stor utvecklingspotential kan dock förutses med verklig osynlighet som mål.

Biomimetik handlar om att hämta inspiration i naturen för att hitta lösningar på tekniska problem. Dock handlar det inte om att kopiera naturens finurliga strukturer utan om att tekniskt implementera de av naturen använda principerna. Ofta tvingar det till samarbete mellan flera discipliner, biologi, kemi, fysik för att förstå biologins lösningar. I detta projekt studeras optisk interaktion med skalbaggestrukturer i samarbete med Linköpings Universitet i syfte att finna metoder för bredbandigt kamouflage i IR-området.

Det kanske mest intressanta materialet är grafen. Det är ett tunt kolskikt (en atomtjocklek) som har mycket goda hållfasthets- och elektriska samt värmelednings-egenskaper. Efter upptäckten 2004 [15] har materialet undersökts mycket och belönats med nobelpriset i fysik 2010. Detta material kommer att ha mycket intressanta tillämpningar inom signaturmaterial, multifunktionella skydd och displayteknik.

5. AVTAPPNING AV KOMPETENS

Projektet har avtappat kunskap till olika intressenter.

5.1 Militärt inriktade konferenser

H. Kariis, "Signature management for increased soldier survivability", FOI-S--3029--SE, Soldier survivability and personal protection. Proc. on CD, p. 1-9, 2008

H. Kariis, T. Hallberg, A. Jänis, C. Åkerlind, "Multispectral signature reduction using advanced materials", FOI-S--2902--SE, Stockholm Contributions in Military-Technology, No. 1, p. 175-188, 2008

H. Kariis, "Signature Management for Increased Soldier Survivability", Soldier Survivability and Personal Protection, London 2008

C. Åkerlind, "Temporära färger" SAT- symposium 20-21 april 2009 FHS/Livgardet

H. Kariis, "Styrbara Signaturmaterial inom NATO", SAT- symposium 20-21 april 2009 FHS/Livgardet

C. Åkerlind, H. Kariis, "Coatings for temporary camouflage" (Nato restricted), SCI-213 Symposium and SCI Panel Business Meeting, 4-8 May 2009 Brno, Czech Republic

H. Kariis, "New Materials for Improved Signature Management", Soldier Survivability and Personal Protection, London 2009

A. Pohl, "Electronic Noses for Detection of Explosives", Soldier Survivability and Personal Protection, London 2009

H. Kariis, "Utilization/ dynamic control of adaptive camouflage

materials”, ISIS, International Symposium for Indirect Protection Systems, Bad Reichenhall, 2009

A. Pohl, ” Textiles for signature management in the thermal IR”, ISIS, International Symposium for Indirect Protection Systems, Bad Reichenhall, 2009

H. Kariis, Köpenhamn, “Adaptive camouflage” presentation för NATO SCI-panel 5-6 maj 2010

Projektet har bevakat konferensen Future Soldier, Prag, 14-15 oktober, 2010

A. Pohl, “Evolutionary Developments in Signature Management”, Soldier Survivability, London 2010

5.2 Utbildningar

Projektet har med sin kompetens medverkat vid ett antal utbildningar för FM och den svenska försvarsindustrin. I de flesta fall har mottagaren betalat FOI för utbildningen.

- Seminarium för DuPont, Västervik, 10 april 2008
- Kurs i nanoteknik för Försvarshögskolan, 22-23 september 2008
- Nanoteknikkurs för näringslivet, 12-13 november 2008
- Kurs i signatur, BaE Systems Hägglunds, Örnsköldsvik, 10-12 mars 2009
- Kurs i signaturanpassning, Ing2, Eksjö, 28 maj 2009
- Nanoteknikkurs för näringslivet, 24-25 september 2009
- Seminariedag för Saab Barracuda, 2 juni 2010
- Kurs i nanoteknik för Högkvarteret, 10-11 november 2010
- Nanoteknikseminarium, näringslivet, 20 november 2010
- Exekutiv kurs, värdering av signaturanpassning, FMV, 30 nov – 1 dec 2010

Inom projektet har vi hjälpt flera studenter vid Försvarshögskolan som gjort examensarbeten kopplade till signaturanpassning och material

5.3 Kundmöten

Ett antal möten med avnämare har genomförts. Speciellt med MSS och FarbS där goda kontakter har upparbetats.

5.4 Svensk försvarsindustri

Saab AB

Inom projekt ALOA och HT-RAM har modellerings- och mätverksamhet genomförts. FOI besitter en nationell unik kompetens rörande signaturmaterials reflektionsegenskaper på höga temperaturer (upp till ca 1000°). Föredrag har hållits på Saabs huvudkontor 26 oktober 2010.

ACAB (Applied Composites AB)

Ett avtalsbundet mätsamarbete och kompetensutbyte pågår fortlöpande inom området radomer.

Volvo Aero

Inom projekt HT-RAM pågår ett samarbete rörande radarabsorbenter för tillämpningar vid höga temperaturer.

5.5 Expertstöd

Expertstöd till FM har getts via korta projekt eller direkta kontakter. exempel på detta är:

- Temporära maskeringsfärger för fordon
- Expertstöd till FMV avseende integrering av navigationsradar på VISBY
- Expertstöd och uppmätning av färger för FMV

6. FORSKNINGSPRODUKTION

Under projektets lopp 2008-2010 har bl.a. följande åstadkommits:

6.1 Vetenskaplig publikation

Beskrivning av hur avancerade material kan användas i olika försvarstillämpningar för en bred internationell teknisk tidskrift
S. Savage, H. Kariis, C. Lopes, L. Österlund, "Suited for defence"
FOI-S--3365--SE, Materials World, vol. 18, (no. 3, p. 31-33, 2010)

Optiska studier av en vit skalbagge ska inspirera till design av andra vita strukturer för kamouflage tillämpningar. forskningen har presenterats på en internationell konferens.
C. Åkerlind, T. Hallberg, H. Kariis, H. Arwin, J. Landin, K. Järrendahl,
"Scattering and depolarization properties of natural structures - optical studies of the beetle Cyphochilus insulanus". FOI-S--3443--SE, (5th Int. conf. on Spectroscopic ellipsometry), 2010

Man önskar designa ett material med vissa spektrala egenskaper tex för signaturmaterial i IR området vill man ha ett material med hög reflektans mellan 8-12 µm där sensorn (en IR-kamera) är aktiv, medan man vill ha låg reflektans vid andra våglängsområden för att "släppa ut värme" och på så vis undvika överhettning av soldaten. Vid FOI utför man reflektansmätningar på olika material. Forskargrupperna vid LU och LiU studerar reflektansen teoretiskt med hjälp av kvantkemiska beräkningar och kan därigenom ge värdefull information om vilka egenskaper materialet bör ha.
P. Persson, A. Lenz, K. Ojamäe, A. Pohl, H. Kariis, "Advanced materials modelling for camouflage and sensor applications", FOI-S--3354--SE, 2009, p. 1-15

Studier av ett kemiskt switchbart material som ändrar färg då det utsätts för syra eller bas. Studien motiveras av att mer kunskap behövs om olika typer av switchbarhet för ett framtida adaptivt kamouflage. Forskningen har presenterats på två vetenskapliga konferenser (se nedan) och är inskickad november 2010 för publicering till tidskriften "Thin solid Films".
C. Åkerlind, H. Arwin, F. L. E. Jakobsson, H. Kariis, K. Järrendahl, "Optical properties and switching of a Rose Bengal derivative", Workshop on Spectroscopic Ellipsometry, 2009

C. Åkerlind, H. Arwin, F. L. E. Jakobsson, H. Kariis, K. Järrendahl, "Optical properties and switching of a rose bengal derivative studied by spectroscopic ellipsometry", FOI-S--2954--SE, EOS Annual Meeting 2008, p. 1-2, 2008

6.2 Vetenskaplig kompetensutveckling

En licentiatavhandling har publicerats:

Anna Jänis, "Investigation of electrical and magnetic properties of nanoparticles and nanofibers with the aim to tailor material properties of nanocomposites", CTH, 2008

Två doktorandstudier pågår, delvis finansierade av projektet:

- Anna Jänis i samverkan med Chalmers
- Christina Åkerlind i samverkan med Linköpings universitet

6.3 Tillämpad forskning, FOI rapporter

C. Åkerlind, "Redovisning av milstolpe kv2 2010 för projekt Signaturmaterial", FoT nr AF.9220404.12, FOI MEMO 3237, 2010

H. Kariis, "Teknisk prognos, skyddsmaterial", FOI-S--3150--SE, Teknisk prognos seminarium, p. 1-9, 2009.

A Pohl, H Kariis, "IR spectroscopy measurements on textiles for signature management", FOI MEMO 2656, 2009

H. Kariis, J-O. Ousbäck, A. Pohl, S. Savage, C. Åkerlind, "Utvecklingsläget för signaturmaterial 2008", FOI-R--2630--SE, Underlagsrapport/Base Data Report, 2009

J-O. Ousbäck, A. Pohl, H. Kariis, "Samtidig mätning av infraröd- och radaregenskaper", FOI-R--2781--SE, Teknisk Rapport/Technical Report, 2009

C. Åkerlind, H Arwin, F L E Jakobsson, H. Kariis, K. Järrendahl, "Redovisning av milstolpe kvartal 4, 2009 för projekt Signaturmaterial, FoT 4", FOI MEMO 3013, 2009

J-O. Ousbäck, Å. Andersson, H. Kariis, "Polymerbaserade frekvensselektiva radarabsorbenter", FOI-R--2495--SE, Teknisk Rapport/Technical Report, 2008

J-O, Ousbäck, T Hallberg, Y. Duval, "Conceptual multispectral materials", EDA: ERG103.080-DOC-2200-001-FOI, 2008

7. SLUTSATSER OCH REKOMENDATIONER

Forskning kring signaturmaterial har under tidigare år varit omgärdad av en hög sekretess på grund av dess nära koppling till adekvata tillämpningar. Under senare år har intresse visats, främst inom Europa, för att genom multilaterala samarbeten höja kunskapsnivån och för att minska beroendet av kunskap och material från övriga världen. En förutsättning för att kunna delta i internationella samarbeten är dock att man har en hög och internationell erkänd kompetens inom området.

Under de tre år projektet har pågått har bl. a. följande effekter uppnåtts:

- Fortsatt integrering av forskargrupper för radar och optronik
- Hög vetenskaplig nivå
- Internationell bevakning av området
- Internationella samarbeten
- Samverkan med UoH (bl a genom en adjungerad professor och 2 doktorander)
- Avtappning av kunskap till FM och svensk försvarsindustri

I framtiden bör verksamheten fokuseras på:

- Nationell och internationell bevakning av området signaturmaterial
- Internationella samarbeten
- Arbeta på hög vetenskaplig nivå endast inom några smala områden för att säkra kvaliteten och bereda oss tillträde till nätverk och information.
- Studier av material, system och metoder avsedda att öka skyddet för soldater i en föränderlig insatsmiljö
- Multispektral signaturanpassning
- Avtappning till FM och den svenska försvarsindustrin

Genom att veta vad framtida flexibla material kan komma att prestera kan vi stödja FMV vid kravsättning. FMV får tillgång till oberoende värderingskompetens inför upphandlingar.

8. REFERENSER

1. S. Savage, H. Kariis, C. Lopes, L. Österlund, "Suited for defence"
FOI-S--3365--SE, Materials World, vol. 18, (no. 3, p. 31-33, 2010
2. C. Åkerlind, T. Hallberg, H. Kariis, H. Arwin, J. Landin, K. Järrendahl,
"Scattering and depolarization properties of natural structures - optical
studies of the beetle *Cyphochilus insulanus*". FOI-S--3443--SE, (5th Int.
conf. on Spectroscopic ellipsometry), 2010
3. C. Åkerlind, "Redovisning av milstolpe kv2 2010 för projekt
Signaturmaterial", FoT nr AF.9220404.12, FOI MEMO 3237, 2010
4. P. Persson, A. Lenz, K. Ojamäe, A. Pohl, H. Kariis, "Advanced materials
modelling for camouflage and sensor applications", FOI-S--3354--SE,
2009, p. 1-15
5. H. Kariis, "Teknisk prognos, skyddsmaterial", FOI-S--3150--SE, Teknisk
prognos seminarium, p. 1-9, 2009.
6. A Pohl, H Kariis, "IR spectroscopy measurements on textiles for signature
management", FOI MEMO 2656, 2009
7. H. Kariis, J-O. Ousbäck, A. Pohl, S. Savage, C. Åkerlind, "Utvecklingsläget
för signaturmaterial 2008", FOI-R--2630--SE, Underlagsrapport/Base Data
Report, 2009
8. J-O. Ousbäck, A. Pohl, H. Kariis, "Samtidig mätning av infraröd- och
radaregenskaper", FOI-R--2781--SE, Teknisk Rapport/Technical Report,
2009
9. C. Åkerlind, H Arwin, F L E Jakobsson, H. Kariis, K. Järrendahl,
"Redovisning av milstolpe kvartal 4, 2009 för projekt Signaturmaterial,
FoT 4", FOI MEMO 3013, 2009
10. H. Kariis, "Signature management for increased soldier survivability",
FOI-S--3029--SE, Soldier survivability and personal protection. Proc.
on CD, p. 1-9, 2008
11. C. Åkerlind, H Arwin, F L E Jakobsson, H Kariis, K Järrendahl, "Optical
properties and switching of a rose bengal derivative studied by
spectroscopic ellipsometry", FOI-S--2954--SE, EOS Annual Meeting 2008,
p. 1-2, 2008
12. J-O. Ousbäck, Å. Andersson, H. Kariis, "Polymerbaserade
frekvensselektiva radarabsorbenter", FOI-R--2495--SE, Teknisk
Rapport/Technical Report, 2008

13. H. Kariis, T. Hallberg, A. Jänis, C. Åkerlind, " Multispectral signature reduction using advanced materials", FOI-S--2902--SE, Stockholm Contributions in Military-Technology 2007, No. 1, p. 175-188, 2008
14. J-O, Ousbäck, T Hallberg, Y. Duval, "Conceptual multispectral materials", EDA: ERG103.080-DOC-2200-001-FOI, 2008
15. K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S. V. Dubonos, I. V. Grigorieva, and A. A. Firsov, Science 306, 666 (2004).