

<u>Beställare</u>	<u>Beställningsdata</u>	<u>Granskad/godkänd av</u>	<u>Rapportfördelning</u>
Försvarets materielverk FMV:FuhFGU 115 88 STOCKHOLM	65870-LB113920 1999-08-23 Kjell Johansson	Hans Kling	Se sista sidan

Miljöutredning för bärgningshandbok – Bränsle- och hydraulsystem i fpl 37 och 39

2002-01-21

Handläggare: Per-Åke Skoog
Ao nummer: A00131

Telefon: 013-169143

E-post: per-ake.skoog@csm.se

TEK200104091.DOC

1 Sammanfattning

Denna utredning utgör en del av ett större arbete, som primärt innebär att kartlägga och dokumentera miljöproblem efter ett flygplanshaveri. Utredningen syftar till att kartlägga i vilken grad material och ämnen från specifikt bränsle- och hydraulsystemen i fpl 37 och 39 bidrar till hälsoskadliga ämnen på den haveriplatsen.

Samtliga material och ämnen som finns i bränslesystemet till fpl 39 och 37 och som skulle kunna bidra till att hälsofarliga ämnen bildas redovisas. Bedömningen är dock att det är flygfotogen som är den helt klart dominerande bidragskällan, varför utredningen inriktats på att kartlägga vilka hälsoskadliga ämnen som den kan bidra med på haveriplatsen.

Flygfotogen är en oerhört komplicerad produkt som innehåller ett mycket stort antal olika typer av föreningar. Följaktligen kan också bidraget från flygfotogen på haveriplatsen bli betydande, alltifrån oförbrända till förbrända samt oxiderade kolväten. Från experiment där flygfotogen hade brunnit tillsammans med kolfiberkomposit detekterades i stoft och partiklar en hel del föreningar, som specifikt kunde härledas till flygfotogen. Merparten av dessa föreningar hade aromatisk struktur. Dessa föreningar, som också inkluderar PAH var i hög grad adsorberade på fibrer och stoftpartiklar. Förekomst av svävande partikelaggregat i form av aerosoler kan inte heller uteslutas. Dessa har stor förmåga att adsorbera olika kemiska föreningar till sig.

Många av föreningarna i flygfotogen är kända som neurotoxiska, genotoxiska, mutagena och reproduktionstoxiska. Eftersom i hög grad aromater och sannolikt även PAH finns på stoft och partiklar på mark och i luft på haveriplatsen utgör detta en hälsorisk. Aerosoler misstänks på kort tid och vid relativt låga koncentrationer ge lungskador. Påverkan från det stora antalet olika hälsoskadliga ämnena på haveriplatsen kan genom additiva- och synergistiska effekter ytterligare förstärkas.

Angivna resultat hänför sig enbart till i rapporten beskrivna och registrerade föremål. Rapporten får ej utan medgivande av CSM Materialteknik AB ärges eller refereras annat än i sin helhet.

Innehållsförteckning

	Sida
1 Sammanfattning	1
2 Inledning	3
3 Omfattning	3
4 Undersökning	3
4.1 Inventering av material i bränslesystem till fpl 39 och 37	3
4.2 Förteckning över driv- och smörjmedel till fpl 39 och 37	5
4.3 Undersökning över driv och smörjmedlens beteende vid brand	5
4.3.1 Flygfotogen 75	5
4.3.2 FMO 860 och 874	5
4.3.3 Tryckolja 021	6
4.3.4 Smörjfett 138	6
4.4 Slutsats	6
5 Riskbedömning	6
5.1 Kemiska ämnen från flygfotogen	6
5.2 Bedömd hälsorisk	7
6 Slutsatser	7
7 Referenser	8

2 Inledning

Denna utredning ingår som en del i ett större projekt, som primärt innebär att kartlägga och dokumentera miljöproblem vid flygplanshaveri. Det framtagna materialet skall ingå i en bärgningshandbok för bärgningspersonal och haveriutredare. Det större projektet är avrapporterat i vår tekniska rapport TEK01-0391, 2001-06-05 (1).

3 Omfattning

Utredningen omfattar i vilken grad material och ämnen från specifikt bränsle- och hydraulsystemen till fpl 37 och 39 bidrar till hälsoskadliga ämnen på haveriplatsen.

Arbetet har bestått dels av en inventering av material och ämnen i bränsle- och hydraulsystemen till fpl 37 och 39 samt dels en bedömning av vilka material och ämnen som har betydelse för arbetsmiljön på haveriplatsen. Dessutom görs en riskbedömning av de farliga ämnen som bärgningspersonal och haveriutredare skulle kunna utsättas för.

4 Undersökning

I detta avsnitt inventeras vilka polymera material som finns i bränslesystemet till fpl 39 och 37. Dessutom redovisas ungefärliga mängder och typ av driv- och smörjmedel som används i respektive system, samt deras beteende vid brand.

4.1 Inventering av material i bränslesystem till fpl 39 och 37

I tabell 1 redovisas en förteckning över alla typer av organiska material som förekommer i skrov och bränslesystem till fpl 39.

Materialslag	Saabnr/Annat	Materialtyp	Materialslag	Saabnr/Annat	Materialtyp
Gummi	7233-70	Nitril	Plast	5956-00	Acetal
"	7836-60	Fluorsilikon	"	4524-00	Polyamid
"	7801-70	Fluorgummi	"	5677-06	Glasfiber/epoxi
"	7281-70	Hydr nitril	Tejp	5221-01	Silikon
"	7229-70	Nitril	"	5203-01	Polyuretan
"	7425-70/-60	Kloropren	"	Gore Skyflex	
Tätningemedel	9160-01/9160-02	-	Lådvätska	4113-02	
"	9114-02	-	Lack	LA53	
"	9119-02	-	"	LA81	
Lim	9338-03	-	Primer	9160-03	

Tabell 1: Organiska material i skrov och bränslesystem till fpl 39.

I tabell 2 redovisas en förteckning över alla typer av organiska material som förekommer i bränslesystem till fpl 37.

Saabnr	IN	Materialtyp	Benämning	Saabnr	IN	Materialtyp	Benämning
1308-70	1738979-001	Fluorgummi	O-ring, Viton	4124-50	0002112-000	Fenolplast	Platta
7224-70	4057015-000	Nitrilgummi (NBR)	Profil	4524-00	5009225-000	Amidplast (PA 6)	Platta
7229-50	5005236-000	Nitrilgummi (NBR)	Skyddshylsa	5814-00	5006318-000	Polytetrafluoreten (Teflon)	Platta
7233-70	5000000-042	Nitrilgummi (NBR)	O-ring	5954-00	1748139-001	Polykarbonat (PC)	Platta
7425-50	5002356-000	Kloroprengummi (CR)	Platta	5956-02	5000014-061	Acetalplast (POM), sampolymer	Platta
7427-10	5000040-021	Kloroprengummi (CR)	Cellgummi	9114		Polysulfid	
7823-50	0450572-000	Silikongummi	Platta	9145		”	
7836-60	1903432-169	Fluorsilikongummi	Klamplatta	9119		”	
7866-70	1746730-001	Fluorsilikongummi 7836-60 med en vävarmering av polyester-trikå	Membranduk				

Tabell 2: Organiska material i bränslesystemet till fpl 37.

I tabell 3 redovisas en förteckning av material i olika artiklar som förekommer i bränslesystemet till fpl 37. I tabellen redovisas alla typer av organiska material.

Artikel / IN	Beteckning	Materialtyp	Benämning
Nivåströmställare / 8071000	-	Nitrilgummi	Bussning Maranyl A190
”	-	Kloroprengummi	Flottör Expand Hycar
Slangedning, innergummi / 1777524-001	AS 251207 / AS 251202	Nitrilgummi	
Inkopplingsventil / 8051 000	7266-60	Nitrilgummi med en vävarmering av polyester	Membranduk
Avtappningsventil / 8062 000	7228	Nitrilgummi	-
”	7226	Nitrilgummi	O-ring
”	7265	Nitrilgummi med en textilarmering	Membranduk
Nivåströmställare / 8071000	/ STD 4058	Olefin	Krympslang RT-876
Magnetventil / 8020000	/ STD 4058	Olefin	Krympslang RNF-100
Kapillärpatron	5515	Glasfiberarmerat polyesterlaminat	(AS 145515)

Tabell 3. Polymera material från artiklar i bränslesystemet till fpl 37.

4.2 Förteckning över driv- och smörjmedel till fpl 39 och 37

I tabell 4 och 5 redovisas en förteckning över vilka driv- och smörjmedel som förekommer i fpl 39 respektive fpl 37. Ungefärliga mängder för varje produkt har också angetts.

Produkt:	System/Volym	Total ca volym
Flygfotogen 75	5000 l	5000 l
FMO 860	Motor / 12 l Vxl / 8 l APU / 5 l	25 l
Tryckolja 021	Hydraulsystem / 15 l	15 l
PAO	Radarkylare	8 l

Tabell 4. Driv- och smörjmedel till fpl 39.

Produkt:	System / Volym	Totalt ca volym
Flygfotogen 75	7000 l	7000 l
FMO 874	Motor / 25 l Vxl / 10 l CSD / 6 l	45 l
Tryckolja 021	Hydraulsystem / 15 l	15 l

Tabell 5. Driv- och smörjmedel till fpl 37.

De polymera materialen utgör en försumbar mängd gentemot driv- och smörjmedlen. Den fortsatta undersökningen inriktas därför i första hand på de sistnämnda produkterna.

4.3 Undersökning av driv och smörjmedlens beteende vid brand

I detta avsnitt ges ett ungefärligt innehåll för varje produkt samt deras beteende vid brand.

4.3.1 Flygfotogen 75

Flygfotogen 75 är en ytterst komplicerad produkt som innehåller flera tusen olika föreningar. Innehållet i flygfotogen kan indelas i följande grupper: Paraffiner 30-60%, naffener 10-45%, olefiner 0,5-5%, aromater ca 18% samt 2-ringsaromater ca 2%. Dessutom finns olika typer av spårämnen såsom svavelorganiska föreningar, ca 0,05%, kväveorganiska föreningar <10 ppm, syreorganiska föreningar < 200 ppm. Till flygfotogen 75 tillsätts olika additiv, såsom antioxidant ca 20 mg/l, smörjförbättrare ca 15 mg/l och anti-statmedel ca 3 mg/l.

I samband med haveri och brand kan flygfotogen bidra med alltifrån fullständigt förbrända till oförbrända kolväten samt olika grader av oxiderade kolväten. Sannolikt bildas en hel del högre aromater, såsom PAH. Dessutom bildas mycket sot.

4.3.2 FMO 860 och 874

FMO 860 och 874 består av polyolestrar. Dessa är uppbyggda av flervärda alkoholer samt karboxylsyror som ger produkter med ca 20 st kolatomer. Vissa tillsatsämnen sätts till oljorna, såsom oxidationsstabilisator, korrosionsskydd, antiskum, filmstyrkaförbättrare (trikresylfosfat < 1%).

Dessa oljor är betydligt mindre brandbenägna än t ex mineralolja. De bedöms endast bidra marginellt vid en brand.

4.3.3 Tryckolja 021

Tryckolja 021 är sammansatt av mineralolja, som innehåller kolväteföreningar med ca 15-20 st kolatomer samt tillsatsämnen såsom oxidationsstabilisator, antiskummedel, filmstyrkaförbättrare och viskositetsförbättrare (akrylat).

Tryckoljan är mycket brandbenägen och ger allt från oförbrända till fullständigt förbrända kolväten med olika inslag av oxidationsprodukter samt stora mängder sot.

4.3.4 Smörjfett 138

Smörjfett 138 innehåller syntetiska kolväten med ca 8-30 st kolatomer, och förtjockningsmedel t ex aluminiumsilikat samt tillsatsämnen.

Eftersom mängden smörjfett är förhållandevis litet är dess bidrag till brand försumbar.

4.4 Slutsats

Undersökningen visar att det är flygfotogen och i viss mån hydraulolja som huvudsakligen kan bidra till spridning av kemiska ämnen på en haveriplats. Kemiskt sett skiljer sig inte hydrauloljan så mycket från flygfotogen. Hydrauloljans beteende vid brand är därför relativt likt flygfotogen. Den fortsatta undersökningen inriktas följaktligen på endast flygfotogen.

5 Riskbedömning

I en slutlig riskbedömning förs ett resonemang baserat på teoretiska och experimentella data över vilka kemiska ämnen som flygfotogen kan bidra med på haveriplatsen. Dessutom bedöms dessa föreningar ur hälsorisksynpunkt.

5.1 Kemiska ämnen från flygfotogen

Eftersom flygfotogen 75 är en mycket komplex produkt, som innehåller en mängd olika kolväten, enligt avsnitt 5.3.1 bör en minst lika komplex variation av kolväten återfinnas på haveriplatsen. Vid brand kan det också bildas en hel del andra ämnen som normalt inte finns i bränslet. Flygfotogen är relativt svårflyktigt och kan därför ligga kvar länge på mark och vrakdelar innan en eventuell brand. En viss anrikning mot tyngre komponenter sker då. Avdunstning av flygfotogen är starkt beroende av tid och väderlek. Det är rimligt att anta att de kemiska föreningar som härrör från flygfotogenet och som huvudsakligen bör återfinnas på haveriplatsen är dels tyngre komponenter från flygfotogen samt förbränd eller delvis förbränd flygfotogen. Dessa föreningar antas också i hög grad finnas adsorberade på fibrer, sot, stoftpartiklar samt på mer eller mindre opåverkat material.

När bärgningspersonal och haveriutredare är på plats är eventuell brand släckt. Lokalt kan det dock finnas material, som har förhöjd temperatur. Det finns därmed en risk för exposition av partiklar med kemiska föreningar adsorberade till dessa, samt från föreningar i gasform.

Det kan inte heller uteslutas förekomst av aerosoler (2). Dessa skulle här kunna bestå av aggregat av fasta partiklar adsorberade till småvätskedroppar och gaser. De partiklar som bygger upp aggregaten är i storleksordning 1 µm och mindre. De mindre aggregaten kan hålla sig svävande under låg tid och har stor förmåga att ytterligare adsorbera kemiska ämnen till sig.

Vid en experimentell undersökning där flygfotogen brann tillsammans med kolfiberkomposit detekterades flera ämnen som kunde härledas till flygfotogen (1, 3). Dessa ämnen återfanns i stoftproven, vilket stöder ovanstående resonemang om adsorption. Det är anmärkningsvärt att merparten av de föreningar som härrörde från flygfotogen var aromater. Flygfotogen utgörs främst av paraffiner och naftener, ca 80%, medan resterande är aromater. Det är därför troligt att det här sker en anrikning av aromater, analogt med resonemanget ovan beträffande anrikning av tyngre komponenter. Dessutom kan det inte uteslutas att vissa naftener, dvs cykliska föreningar omlagras till aromater, vid hög temperatur.

Den experimentella utrustning som användes vid försöken (3) var inte anpassade för att analysera eventuella polyaromatiska kolväten (PAH). Emellertid bildas PAH ofta vid ofullständig förbränning av kolväten. PAH adsorberas gärna till partiklar.

5.2 Bedömd hälsorisk

Många av föreningarna i flygfotogen är kända som neurotoxiska, genotoxiska, mutagena och reproduktionstoxiska. Ett stort antal djurstudier visar på organeffekter vid exponering för flygfotogen. Liknande effekter kan inte uteslutas på människan (4).

Eftersom i hög grad aromater och sannolikt även PAH finns på stoft och partiklar på mark och i luft på haveriplatsen utgör detta en hälsorisk. Aromater är fettlösliga ämnen och påverkar akut centrala nervsystemet och kan på sikt ge kronisk skada. Flera polycykliska aromatiska kolväten (PAH) har i djurförsök visats ge mutagena och carcinogena effekter. Metabolismen av PAH sker huvudsakligen i levern men metabolism i lungvävnad kan också vara betydelsefull eftersom dessa celler exponeras för relativt höga PAH koncentrationer då förorenad luft inandas. Effekterna av PAH uppkommer inte direkt av PAH-molekylerna utan av dess nedbrytningsprodukter, som binds till kritiska delar av DNA (5).

Inandning av aerosoler bestående av fasta partiklar adsorberade till små vätskedroppar och gaser kan på kort tid och vid relativt låga koncentrationer ge lungskador (4). I övrigt är effekterna av aerosoler dåligt kända och området kräver ytterligare studier.

På haveriplatsen är därmed risken stor för exposition av ett mycket stort antal olika hälsoskadliga ämnen, vars påverkan genom additiva- och synergistiska effekter ytterligare kan förstärkas.

6 Slutsatser

- Från bränsle- och hydraulsystem på fpl 37 och 39 bidrar huvudsakligen flygfotogen till spridning av kemiska ämnen på den haveriplats.
- Flygfotogen består av ett mycket stort antal olika typer av föreningar, varvid dess bidrag på haveriplatsen kan bli mycket komplex.
- En hel del föreningar, som specifikt härrör från flygfotogen kan i hög grad adsorberas på stoft och partiklar på haveriplatsen. Merparten av dessa föreningar har aromatisk struktur och som också inkluderar PAH.
- Eftersom i hög grad aromater finns på haveriplatsen utgör detta en speciell hälsorisk.
- Förekomst av aerosoler - fasta partiklar adsorberade till små vätskedroppar och gaser härrörande från flygfotogen - kan inte uteslutas.

- Aerosoler misstänks på kort tid ge lungskador. Dess övriga effekter är dåligt kända.
- Påverkan från det stora antalet olika hälsoskadliga ämnena på haveriplatsen kan genom additiva- och synergistiska effekter ytterligare förstärkas.

7 Referenser

1. H. Kling, "Miljöutredning för bärgningshandbok", TEK01-0391, 2001-06-18.
2. S. Gandhi, R. E. Lyon, "Health Hazards of Combustion Products from Aircraft Composite Material, 1998.
3. Examensarbete "Arbetsmiljöaspekter vid brand i kolfiberkomposit i samband med flygplanshaveri.
4. H. Kling, P-Å. Skoog, "Flygfoto-gen 75 Arbetsmiljöpåverkan, T80591MO.081, 1998-08-25.
5. K. Victorin, mfl, "Indicators and guidelines for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in the ambient air", 1999, Naturvårdsverket, Solna.

CSM Materialteknik AB Kemisk/fysikalisk analys

Per-Åke Skoog

Rapportfördelning:

Företag	Namnreferens	Antal ex
FMV		1
FMV:ProjDU	Åke Johansson	1
FMV:ILSUhber	Kjell Johansson	1
FMV:ILSTinfo	Arne Gustavsson	1
FMV:ProjDU	Ingela Bolin Holmberg	1
TeK 37/39	Nils-Erik Andersson	1
F17	KG Bergkvist	1
FM HS	Johann Hallin	1