



Statens haverikommission
Swedish Accident Investigation Board

ISSN 1400-5719

Rapport RL 2005:13

**Olycka med helikopter SE-HSI
i Linetjåkke, NV Ammarnäs, AC län,
den 4 augusti 2004**

Dnr L-28/04

SHK undersöker olyckor och tillbud från säkerhetssynpunkt. Syftet med undersökningarna är att liknande händelser skall undvikas i framtiden. SHK:s undersökningar syftar däremot inte till att fördela skuld eller ansvar.

Det står var och en fritt att, med angivande av källan, för publicering eller annat ändamål använda allt material i denna rapport.

Rapporten finns även på vår webbplats: www.havkom.se

Statens haverikommission (SHK) Swedish Accident Investigation Board

Postadress/Postal address
P.O. Box 12538
SE-102 29 Stockholm Sweden

Besöksadress/Visitors
Wennerbergsgatan 10
Stockholm

Telefon/Phone
Nat 08-441 38 20
Int +46 8 441 38 20

Fax/Facsimile
Nat 08 441 38 21
Int +46 8 441 38 21

E-mail Internet
info@havkom.se
www.havkom.se

2005-04-14

L-28/04

Luftfartsstyrelsen

601 73 NORRKÖPING

Rapport RL 2005:13

Statens haverikommission har undersökt en olycka som inträffade den 4 augusti 2004 i Linetjåkke, NV Ammarnäs, AC län, med en helikopter med registreringsbeteckningen SE-HSI.

Statens haverikommission överlämnar härmed enligt 14 § förordningen (1990:717) om undersökning av olyckor en rapport över undersökningen.

Statens haverikommission emotser tacksamt besked senast den 14 oktober 2005 om hur de i rapporten intagna rekommendationerna följs upp.

En översättning av rapporten till engelska insänds senare.

Carin Hellner

Sakari Havbrandt

Henrik Elinder

Innehåll

	SAMMANFATTNING	4
1	FAKTAREDOVISNING	6
1.1	Redogörelse för händelseförloppet	6
1.2	Personskador	6
1.3	Skador på luftfartyget	6
1.4	Andra skador	6
1.5	Besättningen	7
1.5.1	<i>Befälhavaren</i>	7
1.5.2	<i>Förarens tjänstgöring</i>	7
1.6	Luftfartyget	7
1.6.1	<i>Allmänt</i>	7
1.6.2	<i>Trimsystem</i>	8
1.7	Meteorologisk information	8
1.8	Navigationshjälpmedel	8
1.9	Radiokommunikationer	9
1.10	Flygfältsdata	9
1.11	Färd- och ljudregistratorer	9
1.12	Olycksplats	9
1.12.1	<i>Olycksplatsen</i>	9
1.12.2	<i>Luftfartygsvraket</i>	9
1.13	Medicinsk information	9
1.14	Brand	9
1.15	Överlevnadsaspekter	9
1.16	Särskilda prov och undersökningar	10
1.16.1	<i>Teknisk undersökning</i>	10
1.16.2	<i>Undersökning av helikopterns rotor- och styrsystem</i>	10
1.16.3	<i>Undersökning av trimsystemet</i>	10
1.16.4	<i>4-vägsomkopplare (Trim Switch)</i>	10
1.16.5	<i>Trimaktuator (Trim Actuator) i det laterala systemet</i>	11
1.16.6	<i>Trimaktuator i det longitudinella systemet</i>	11
1.16.7	<i>Mätning av förekommande spakkrafter</i>	11
1.16.8	<i>Praktiska prov att manövrera i rolled med stora trimkrafter</i>	12
1.17	Företagets organisation och ledning	12
1.18	Övrigt	12
1.18.1	<i>Tidigare olycka med helikopterindividen</i>	12
1.18.2	<i>MD Helicopters Service Bulletin DN-184</i>	12
1.18.3	<i>Regelverk och dokumentation beträffande spakkrafter</i>	12
2	ANALYS	13
2.1	Olyckan	13
2.2	Felfunktionen	14
2.3	Trimsystemet	15
2.4	Spakkrafter	15
3	UTLÅTANDE	16
3.1	Undersökningsresultat	16
3.2	Orsaker till olyckan	16
4	REKOMMENDATIONER	16
BILAGA		
1	Utdrag ur cert.reg. beträffande föraren (endast till Luftfartsstyrelsen)	

Rapport RL 2005:13

L-28/04

Rapporten färdigställd 2005-04-14

<i>Luftfartyg; registrering, typ</i>	SE-HSI, Hughes 369 D
<i>Klass, luftvärdighet</i>	Normal, gällande luftvärdighetsbevis
<i>Ägare</i>	Fjällflygarna i Arjeplog AB
<i>Tidpunkt för händelsen</i>	2004-08-04, kl. 14.00 i dagsljus Anm.: All tidsangivelse avser svensk sommartid (UTC + 2 timmar)
<i>Plats</i>	Linetjärke, NV Ammarnäs, AC län, (pos. 6610N 01533E; ca 800 m över havet)
<i>Typ av flygning</i>	Kommersiell flygtransport
<i>Väder</i>	Enligt SMHI:s analys: Vind SO/5-10 knop, CAVOK ¹ , temp./daggpunkt +18/+10 °C, QNH 1020hPa
<i>Antal ombord; besättning</i>	1
<i>passagerare</i>	4
<i>Personskador</i>	Lindriga
<i>Skador på luftfartyget</i>	Omfattande
<i>Andra skador</i>	Nej
<i>Befälhavaren:</i>	
<i>Kön, ålder, certifikat</i>	Man, 41 år, CPL(H)
<i>Total flygtid</i>	3 540 timmar, varav 8 timmar på typen
<i>Flygtid senaste 90 dagarna</i>	50 timmar, varav 8 timmar på typen
<i>Antal landningar senaste 90 dagarna</i>	124, varav 60 på typen

Statens haverikommission (SHK) underrättades den 4 augusti 2004 om att en olycka med en helikopter med registreringsbeteckningen SE-HSI inträffat i Linetjärke, NV Ammarnäs, AC län, samma dag kl. 14.00.

Olyckan har undersökts av SHK som företrätts av Olle Lundström, ordförande t.o.m. den 15 augusti 2004 och därefter Carin Hellner, Mats Öfverstedt, operativ utredningschef t.o.m. den 14 februari 2005 och därefter Sakari Havbrandt, samt Henrik Elinder, teknisk utredningschef.

SHK har biträtts av Sven Holmberg som operativ expert.

Undersökningen har följts av Luftfartsverket genom Magnus Axelsson.

Sammanfattning

Föraren startade med helikoptern med fyra passagerare ombord. Ungefär en halv minut efter starten tyckte han att det krävdes allt mer kraft för att hålla helikoptern neutralt i rollplanet. Han försökte att komma tillrätta med problemet bl.a. genom att manövrera trimreglaget på styrspaken men kraften i styrspaken blev allt större.

Efter någon minut hade kraften åt vänster blivit så stor att föraren var tvungen att hjälpa till med vänsterhanden och vänster knä för att hålla helikoptern i normalt flygläge och han beslutade sig för att landa på första möjliga plats. Svårigheten att manövrera helikoptern var så stor att han tvingades att avbryta det första landningsförsöket. Vid det andra försöket slog helikoptern hårt i marken och välte.

¹ CAVOK – Sikt > 10 km, inga moln under 5000 fot

Vid den tekniska undersökningen, som gjordes efter olyckan, konstaterades att det laterala trimsystemet var trimmat till vänster ytterläge. Spån av ett silverliknande material hittades i trimreglaget (Trim switch) och växellådan på trimaktuatorn i det laterala trimsystemet var kraftigt sliten.

SHK konstaterar i undersökningen bl.a. att gällande konstruktionsbestämmelser för lätta och tunga helikoptrar saknar gränsvärden för maximalt tillåtna spak- och roderkrafter.

Olyckan orsakades av ett tekniskt fel i helikopterns laterala trimsystem som resulterade i att det blev okontrollerbart och att det successivt arbetade sig till vänster ytterläge. Bidragande har varit att trimsystemet är konstruerat att kunna ge spakkrafter på närmare 14 kp.

Rekommendationer

Luftfartsstyrelsen rekommenderas att;

- på den aktuella helikoptertypen och på andra typer, där trimsystemet kan förorsaka en flygsäkerhetsrisk, vid behov föreskriva gångtidsrestriktioner på ingående komponenter samt föreskriva att funktionskontroller av trimsystemet ska utföras med styrsystemet belastat (*RL 2005:13 R1*) samt att
- i samarbetet med internationella luftfartsmyndigheter verka för att högsta tillåtna spak- och pedalkrafter införs i konstruktionsbestämmelser även för små och stora helikoptrar (*RL 2005:13 R2*).

1 FAKTAREDOVISNING

1.1 Redogörelse för händelseförloppet

Föraren skulle med helikoptern transportera fyra passagerare med bagage från Ältsvattnet till Ammarnäs. Flygningen till Ältsvattnet och landningen där gick utan problem och starten därifrån skedde så snart passagerarna tagits ombord.

Ungefär en halv minut efter starten, när helikoptern befann sig under stigning till marschhöjd, tyckte föraren att det krävdes allt mer kraft för att hålla helikoptern neutralt i rollplanet. Han upplevde det som om att styrspaken började ”dra åt vänster”. Han försökte att komma tillrätta med problemet bl.a. genom att manövrera trimreglaget (4-vägsomkopplare) på styrspaken men kraften på styrspaken blev allt större.

Efter någon minut hade kraften åt vänster blivit så stor att föraren var tvungen hjälpa till med vänsterhanden och vänster knä för att hålla helikoptern i normalt flygläge. Han informerade sina passagerare om att han hade problem att manövrera helikoptern och att han avsåg att landa på första möjliga plats.

Med användning av båda händerna gjorde han en inflygning till ett plant och öppet område på fjället och planerade att landa där. I samband med upphovringen, när han var tvungen att släppa styrspaken med vänster hand för att greppa stigspaken, rollade helikoptern över åt vänster så våldsamt att han avbröt landningen.

Han tyckte att spakkraften åt vänster var mycket kraftig och att det var påtagligt svårt att manövrera helikoptern. Han gjorde därefter ett andra landningsförsök ett par hundra meter från den plats han först hade tänkt landa. Trots att han höll emot styrspaken med vänster knä lyckades han inte att hovra upp helikoptern före sättningen utan den slog i marken hårt med vänster landställsskida. Därefter välte helikoptern och lade sig på vänster sida.

De ombordvarande skadades endast lindrigt och kunde själva lämna helikoptern.

Olyckan inträffade i position 6610N 01533E; ca 800 m över havet.

1.2 Personskador

	<i>Besättning</i>	<i>Passagerare</i>	<i>Övriga</i>	<i>Totalt</i>
Omkomna	–	–	–	–
Allvarligt skadade	–	–	–	–
Lindrigt skadade	1	2	–	3
Inga skador	–	2	–	2
Totalt	1	4	–	5

1.3 Skador på luftfartyget

Betydande.

1.4 Andra skador

Inga andra skador uppstod. Olyckan hade ingen miljöpåverkan.

1.5 Besättningen

1.5.1 Befälhavaren

Befälhavaren, man, var 41 år och hade gällande CPL-H certifikat.

<i>Flygtid (timmar)</i>			
<i>Senaste</i>	<i>24 timmar</i>	<i>90 dagar</i>	<i>Totalt</i>
Alla typer	-	50	3 540
Aktuell typ	-	8	8

Antal landningar aktuell typ senaste 90 dagarna: 124, varav 60 på typen.

Inflygning på typen gjordes 2004-07-16.

Senaste PC (periodisk flygträning) genomfördes i juli 2004 på Hughes 369.

Senaste OPC (operativ periodisk flygträning) genomfördes i juli 2004 på Hughes 369.

1.5.2 Förarens tjänstgöring

Föraren hade före olyckan varit i tjänst i 3 timmar.

1.6 Luftfartyget

1.6.1 Allmänt

LUFTFARTYGET

<i>Tillverkare</i>	Hughes Helicopters Inc.
<i>Typ</i>	369 D
<i>Serienummer</i>	811041 D
<i>Tillverkningsår</i>	1981
<i>Flygvikt</i>	Max tillåten startvikt 1 360 kg, aktuell 1 285 kg
<i>Tyngdpunktsläge</i>	Inom tillåtna gränser
<i>Total gångtid</i>	8 099 timmar
<i>Antal cykler</i>	2 946
<i>Gångtid efter senaste periodiska tillsyn</i>	90 timmar
<i>Bränsle som tankats före händelsen</i>	Jet A1, 150 liter

MOTOR

<i>Motorfabrikat</i>	Allison
<i>Motormodell</i>	250 C20B
<i>Antal motorer</i>	1
<i>Motor</i>	
<i>Total gångtid, timmar</i>	
<i>Gångtid efter översyn</i>	9791
<i>Cyklar efter översyn</i>	9915

ROTOR

<i>Rotorfabrikat</i>	Hughes
<i>rotorgångtid efter grundöversyn</i>	
<i>huvudrotor</i>	119 timmar
<i>stjärtroror</i>	119 timmar

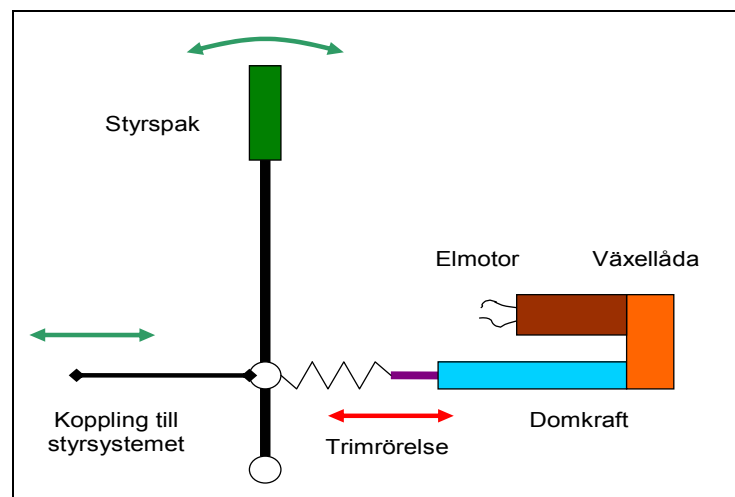
Styrsystemet är mekaniskt och saknar servo.
Helikoptern hade gällande luftvärdighetsbevis.

1.6.2 Trimsystem

Helikoptertypens styrsystem är utrustat med ett elektromekaniskt trimsystem. Med trimsystemet kan föraren, genom en elektriskt styrd fjädermekanism, kompensera för aerodynamiska krafter som kan uppstå i olika faser under flygning i det cykliska styrsystemet och därigenom minska styrkrafterna. Systemet manövreras med en återfjädrande 4-vägsomkopplare (Trim Switch, ofta kallad "kineshatt") som är placerad överst på styrspaksgreppet. Om styrspaken t.ex. "drar" åt vänster kan föraren föra reglaget några gånger åt höger till dess kraften i styrspaken blir balanserad.

Balanseringen av spakkräfterna sker med hjälp av två s.k. trimaktuatorer (Trim Actuators) som är kopplade till helikopterns styrsystem i respektive roll- och tippel. Varje aktuator har en elektrisk motor som via en växel driver en skruvdomkraft. Domkraften är mekaniskt kopplad till länkar i respektive styrsystemet via en fjäder vilken samtidigt ger en artificiell tröghet i styrsystemet. Trimaktuatorerna saknar ändlägesbrytare, dvs. aktuatorerna kan vara strömförsörjda även om trimning skett till systemets mekaniska ändlägen.

När rotorsystemet är avlastat (rotorn står stilla) hålls styrspaken i ett balanserat läge med hjälp av aktuatorernas fjädrar. Om styrspaken trimmas i någon riktning så förflyttas spakens läge i samma riktning, d.v.s. spaken rör sig i den riktningen. (Se nedanstående principskiss.)



Principskiss av trimaktuatorernas funktion

Enligt tillverkarens underhållsföreskrifter (Maintenance Manual) är 4-vägsregnsomkopplare gångtidsbegränsad till högst 1 000 flygtimmar. För övriga ingående komponenter i trimsystemet finns inga gångtidsrestriktioner angivna. Funktionskontroll ska göras i samband med ordinarie tillsyner och görs normalt obelastat.

1.7 Meteorologisk information

Enligt SMHI:s analys: Vind SO/5-10 knop, CAVOK, temp./dagpunkt +18/+10 °C, QNH 1020hPa.

1.8 Navigationshjälpmedel

Inte aktuellt.

1.9 Radiokommunikationer

Inte aktuellt.

1.10 Flygfältsdata

Inte aktuellt.

1.11 Färd- och ljudregistratorer

Fanns inte. Erforderades inte.

1.12 Olycksplats

1.12.1 Olycksplatsen

Helikoptern slog ner i öppen och förhållandevis plan fjällterräng. Marken var bevuxen med gräs, mossa och låga buskar.

1.12.2 Luftfartygsvraket

Helikoptern hamnade liggande på vänster sida. Strukturen var skadad, vänster landställ var knäckt och stjärtbommen var avslagen. Samtliga huvudrotorblad hade brutits av nära rotornavet.



Olycksplats

1.13 Medicinsk information

Ingenting har framkommit som tyder på att förarens psykiska eller fysiska kondition varit nedsatt före eller under flygningen.

1.14 Brand

Brand uppstod inte.

1.15 Överlevnadsaspekter

Nödsändaren av typ CIR-11-2 aktiverades vid nedslaget och stängdes av av föraren. Farten vid nedslaget var låg. Kabinen förblev relativt intakt och de ombordvarande var fastspända i fyrpunktsbälten och diagonalbälten vilket sannolikt bidrog till att endast lindriga personskador uppstod.

1.16 Särskilda prov och undersökningar

1.16.1 Teknisk undersökning

En teknisk undersökning av helikoptern har utförts av SHK med assistans av en certifierad flygtekniker och certifierad helikopterverkstad. En första undersökning och dokumentation av helikoptern gjordes på olycksplatsen. På olycksplatsen konstaterades bl.a. att det laterala trimsystemet var trimmat till maximalt vänster trimläge. Vid funktionsprov av trimsystemet i obelastat läge fungerade systemet normalt. Helikoptern transporterades därefter till en hangar för fortsatt undersökning.

1.16.2 Undersökning av helikopterns rotor- och styrsystem

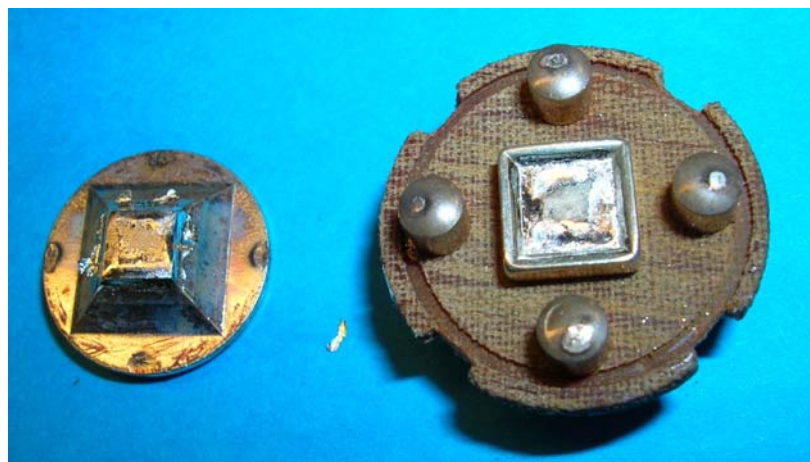
Samtliga rotor- och styrsystem i helikoptern med tillhörande komponenter har kontrollerats och funktionsprovats så långt det har varit praktiskt möjligt. Förutom vad gäller trimsystemet (se nedan) har inget fel eller onormalt kunnat konstateras som bedöms ha kunna påverkat händelseförloppet.

1.16.3 Undersökning av trimsystemet

Efter bärgning av helikoptern funktionsprovades det laterala trimsystemet på nytt i obelastat skick i helikoptern. Efter att ha kört systemet i båda riktningar några gånger stannade det i höger läge. Själva trimmotorn fungerade då i båda riktningar men trimaktuators utgående stötstång rörde sig inte normalt. Förutom motorljudet kunde höras ett skorrande ljud från aktuators växellåda. Helikopterns styrspak och båda trimakuatorer demonterades från helikoptern för vidare undersökning. Före och efter demonteringen kontrollerades samtliga kablage och kontakter ingående i helikopterns trimsystem med avseende på glappkontakt eller skador. Inget fel eller onormalt kunde då konstateras.

1.16.4 4-vägsomkopplare (Trim Switch)

4-vägsomkopplare, som var av senaste utförande (se 1.18.2), har funktionsprovats i bänk och befunnits fungera utan anmärkning och utan tendens till kärvning eller glappkontakt. Vid demontering av kontakten konstaterades flera spån av ett silverliknande material i utrymmet för kontaktstift och kontaktplatta. På kontaktplattan förekom "utsmetade" spån av samma material. Något tydligt tecken på att överslag förekommit mellan centrumplatta och någon av kontaktstiften har inte kunnat konstateras. (Se foto nedan.)



Kontaktplatta och kontaktstift i 4-vägsomkopplare

Omkopplaren är gångtidsuppföljd och hade enligt helikopterns tekniska dokumentation ackumulerat 863 flygtimmar före olyckan.

1.16.5 Trimaktuator (Trim Actuator) i det laterala systemet

Trimaktuatoren, som till det yttre var fysiskt oskadad, funktionsprovades i obelastat skick före demontering och befanns inledningsvis fungera normalt i båda riktningar. Efter det att aktuatoren skakats några gånger ”hakade den upp sig” sporadiskt i båda riktningar, trots att motorn arbetade. Vid demontering av aktuatorns växellåda konstaterades omfattande skador på kuggdrevet samt förekomst av metallspån av olika storlek. (Se foto nedan.)



Drev i trimaktuatorns växellåda

Kuggarna på det ingående drevet (det minsta) var samtliga till stor del nedslitna. Kuggarna på det mellersta drevet var delvis nedslitna i vissa sektorer. Kuggarna på det utgående drevet (det största) var slitna men intakta. Det mellersta drevet är lagrat i växellådshuset samt i växellådslocket. Dess axiella läge kan justeras med hjälp av distansbrickor på drevets axlar. Skador på drevets kuggar tyder på att det varit axiellt förskjutet så att kuggarna inte har varit i ingrepp utefter hela dess längd.

Trimaktuatoren är inte gångtidsuppföljd och det har inte varit möjligt att fastställa hur många flygtimmar som den ackumulerat före olyckan. Det finns inget i luftfartygshandlingarna som tyder på att aktuatoren är bytt efter nyleverans av helikoptern.

1.16.6 Trimaktuator i det longitudinella systemet

Trimaktuatoren i det longitudinella systemet byttes vid två tillfällen ut i samband med en reparation av helikoptern som utfördes före olyckan till följd av en tidigare inträffad olycka (se 1.18.1). Detta gjordes dels i samband med reparationen p.g.a. yttre skador, dels efter transportflygningen till ägaren p.g.a. felfunktion. Den senast installerade aktuatoren hade efter reparationen ackumulerat ca 115 flygtimmar. Vid besiktning och funktionskontroll av aktuatoren konstaterades inget fel eller onormalt.

1.16.7 Mätning av förekommande spakkrifter

För att få en uppfattning om vilken kraft som kan erfordras för att neutralställa styrspaken vid maximal trimning i rollplanet har SHK utfört praktiska mätningar på en helikopter av samma typ som den aktuella.

Mätningarna gjordes under markkörning, med marschvarvtal på rotern (100 % RPM) och med hjälp av en dynamometer applicerad på styrspakens grepp. Den använda mätmetoden var förhållandevis primitiv och smärre mätfel kan ha uppstått.

Vid mätningarna konstaterades att trimsystemet under dessa förhållanden kan påverka helikopterns styrsystem med spakkrifter på mellan 7,5 kp och 11,5 kp, beroende på i vilket ytterläge spaken var trimmad och var på spakgreppet mätningen gjordes.

1.16.8 *Praktiska prov att manövrera i rolled med stora trimkrafter*

SHK har låtit olika personer ("förare") prova att manövrera en "styrspakstrapp" i rolled med olika simulerade trimkrafter applicerade. Proven visar entydigt att krafter över 4-6 kp medför avsevärda svårigheter för en förare att manövrera med precision under längre tid än några sekunder, även för muskelstarka förare. Detta gäller speciellt om den oönskade kraften verkar från det naturliga "handgreppet", dvs. åt vänster om man håller styrspaken med höger hand.

1.17 **Företagets organisation och ledning**

Företaget har sitt säte i Adolfsström och bedriver olika typer av taxiflygverksamhet i fjällområdet. Vid tiden för olyckan hade man fyra fast anställda medarbetare och opererade med två helikoptrar av typ Hughes 369B.

1.18 **Övrigt**

1.18.1 *Tidigare olycka med helikopterindividen*

Helikopterindividen var år 2003 inblandad i en olycka. Vid olyckan uppstod skador på helikoptern som krävde en omfattande reparation vilket utfördes av en certifierad helikopterverkstad. I samband med reparationen funktionsprovades trimsystemet obelastat och befanns fungera utan anmärkning. Efter reparationen har helikoptern opererat 119 flygtimmar utan någon anmärkning på det laterala trimsystemet.

1.18.2 *MD Helicopters Service Bulletin DN-184*

MD Helicopters, som år 1994 hade tillverkaransvaret för helikoptertypen, publicerade den 10 Mars 1994 Service Bulletin DN-184 i vilken föreskrivs att den aktuella 4-vägsomkopplaren, P/N A218-100646-02, senast före 100 flygtimmar eller inom ett år från bulletinens utgivningsdatum, det som inträffar först, ska bytas ut mot en omkopplare av senare utförande. Orsaken anges vara att omkopplare av det tidigare utförandet kan kärva och förorsaka oönskad trimning. Enligt tillverkaren kan en trimning till ändläge ge upphov till spakkrifter på upp till 30 lbs (13,6 kp) vilket kan "öka förarens arbetsbelastning".

I informationsmaterialet avseende DN-184 nämns också att intern kortslutning kan uppstå i kontakten om lösa silverflagor hamnar så att en elektrisk brygga uppstår mellan kontaktplattan och något kontaktstift, någonting som också kan resultera i att en oönskad trimning sker.

Enligt SHK tekniska undersökning var den aktuella 4-vägsomkopplaren av det senare utförande.

1.18.3 *Regelverk och dokumentation beträffande spakkrifter*

I FAR² 23.143 (avseende små flygplan) och i FAR 25.143 (avseende stora flygplan) föreskrivs högsta tillåtna spakkraft i rollplanet enligt nedan;

Momentant: max 30 lbs (14 kp)

Varaktigt: max 5 lbs (2,3 kp)

² FAR – Federal Aviation Regulations (Amerikanska konstruktionsbestämmelser)

SHK har i motsvarande regelverk för små och stora helikoptrar, FAR 27 och FAR 29 respektive CS³ 27 och CS 29 inte funnit någon föreskrift vad gäller högsta tillåtna spakkraft. Generellt anges i dessa bestämmelser att spakkrifterna inte får vara så stora att de kan förhindra precis manövrering av helikoptern.

I helikoptertillverkarens flyghandbok (Flight Manual) anges följande beträffande önskad trimning:

”Runaway cyclic trim failures can produce cyclic stick forces of approximately 30 pounds in the direction of the runaway. Although the forces required to move the cyclic will be higher than normal, the helicopter will respond normally to all cyclic inputs by the pilot.”

Innebörden är att ett fel i trimsystemet kan förorsaka en önskad spakkraft i någon riktning på maximalt 30 lbs (14 kp). Även om kraften som då krävs för att manövrera spaken blir högre än normalt så kommer helikoptern att reagerar normalt på alla spakrörelser.

2 ANALYS

2.1 Olyckan

Flygningen till Ältsvattnet och landningen där gick enligt föraren utan problem. Problemet uppstod strax efter starten när helikoptern accelererade framåt och ökade flyghöjden. I den fasen av flygningen är det troligt att föraren gjorde smärre trimjusteringar genom att manövrera trimsystemets 4-vägsomkopplare på styrspaken. Detta är normalt på helikoptertyper utan servosystem, som den aktuella, för att neutralisera de aerodynamiska krafter som då kan påverka styrspaken.

Föraren tyckte då att det krävdes allt större kraft för att hålla helikoptern neutralt i rollplanet och upplevde att styrspaken utsattes för en kraft åt vänster, trots att han på olika sätt försökte att trimma åt höger.

Han uppfattade störningen som ett fjädrande motstånd i styrspaken snarare än ett mekaniskt stopp eller kärvning. Efter olyckan konstaterades att det laterala trimsystemet var trimmat i vänster ytterläge.

Allt talar därför för att ett fel uppstod i trimsystemet efter starten, som innebar att det inte reagerade normalt på förarens manövrering av 4-vägsomkopplaren. Felet förvärrades successivt och trimsystemet hakade slutligen upp sig helt i vänster ytterläge.

De prov som SHK utfört visar att trimsystemet, om det trimmas i ett ytterläge, kan åstadkomma spakkrifter på över 10 kp. Vidare råder det inget tvivel om att önskade spakkrifter i det laterala styrsystemet som överskrider 4-6 kp, under längre tid än några enstaka sekunder, gör det mycket besvärligt för en förare att manövrera helikoptern. Detta gäller i synnerhet om kraften verkar åt vänster och föraren måste flyga med höger hand.

Eftersom en förare under landningsfasen måste manövrera helikopter med stor precision, både med styrspak, stigspak och pedaler för att kunna göra en säker landning, är en felfunktion i trimsystemet enligt ovan mycket allvarlig ur flygsäkerhetssynpunkt. Det visar inte minst den aktuella olyckan där föraren, trots stor flygerfarenhet, inte lyckades landa helikoptern med detta fel.

³ CS – Certification Specifications (Europeiska konstruktionsbestämmelser)

2.2 Felfunktionen

Vid den tekniska undersökningen av helikoptern hittades två oberoende fel som båda skulle ha kunnat förorsaka en oönskad trimning.

I styrspakens 4-vägsomkopplare hittades lösa metallspån som enligt Service Bulletin DN-184 kan orsaka elektriskt överslag mellan kontaktplatta och något av kontaktstiften. Om så sker kan en oönskad trimning ske i någon riktning. Emellertid fanns det i omkopplaren inget brännmärke e.d. som skulle kunna tyda på att överslag skett. Vidare ter det sig osannolikt att en sådan eventuell kontaktbrygga skulle kunna finnas kvar så lång tid som i detta fall, särskilt med hänsyn till förarens flitiga manövrering av omkopplaren.

Mer troligt är därför att störningen orsakades av en felfunktion i det laterala timsystemets trimaktuator. Vid undersökning av aktuatoren konstaterades att två av dreven i växellådan var kraftigt slitna. Samtliga kuggar på det drivande drevet och vissa kuggar på det mellersta drevet var i stort sett nedslitna.

I samband med nedslaget uppstod stora krafter och onormala rörelser i helikopterns rotor- och styrsystem som kan ha skadat trimaktuatoren. Eftersom aktuatoren inte hade några yttre fysiska skador skulle sådana eventuella krafter i så fall ha överförts via aktuatorns fjäder vilken borde ha fungerat som dämpare. Det faktum att det största drevet i växellådan, som är förbunden med den utgående stötstången, var i stort sett oskadat talar för att växellådan inte skadades vid nedslaget utan att den var behäftad med allvarliga skador redan före olyckan.

Det troliga är därför att åtminstone det drivande ingångsdrevet var kraftigt nedslitet. Orsaken till det kan ha varit att det mellersta drevet inte varit korrekt justerat i axiell led vilket resulterade i inkorrekt kuggingrepp och därigenom ökat slitage.

När slitaget blivit tillräckligt stort har sannolikt överkugging skett. Först sporadiskt sedan oftare, vilket resulterat i att slitaget snabbt förvärrades.

Det bör i sammanhanget påpekas att vissa av de skador på kuggdreven, som konstaterades vid undersökningen, kan ha uppstått i samband med felsökningen efter olyckan då trimmotorn kördes fram och tillbaka flera gånger.

Trimning av styrspaken görs ofta under flygning för att balansera spakkrakterna. De aerodynamiska krafter som uppstår i styrsystemet varierar under olika faser av flygningen vilket gör att en förare sannolikt inte omedelbart uppmärksammar om sporadiska fel uppstår i trimsystemet.

Allvarliga skador i trimaktuatoren kan därför ha funnits i systemet en tid före händelsen utan att någon har uppmärksammat det. De kan ha funnits där även vid funktionskontroller som gjort i samband med tillsyn men då inte resulterat i någon felfunktion eftersom dessa kontroller normalt görs med systemet obelastat.

Det mest troliga scenariot är därför att felet fanns före flygningen och förvärrades i samband med starten. När föraren trimmade för att neutralisera den laterala spakraften fick han inte den reaktion han förväntade sig. Sannolikt manövrerade han då 4-vägsomkopplaren flera gånger för att komma tillrätta med problemet. Omedvetet kan han även ha manövrerat omkopplaren i olika riktningar för att få trimsystemet att reagera normalt.

Sannolikt förvärrades skadorna i växellådan snabbt under detta moment. Aktuatoren kan i vissa lägen ha varit helt låst men i andra lägen kanske rört sig i endast en riktning. Även förarens manövrering av styrspaken kan ha överfört krafter till växellådan och påverkat drevens rörelser och förorsakat överkuggingar.

Allt talar därför för att en hastig försämring av trimaktuatorns funktion i kombination med förarens manövrering av 4-vägsomkopplare och styrspak, i en olycklig sekvens, medförde att aktuatorn, successivt arbetade sig åt vänster till dess maximalt trimutslag nåddes. I det läget låste sig trimsystemet helt, kanske delvis beroende på att föraren då var tvungen att med stor kraft motverka trimsystemets läge för att kunna flyga helikoptern.

När trimsystemet efter olyckan kontrollerades och befanns fungera till synes normalt kan det förklaras med att systemet då var obelastat vilket gjorde att den tidigare låsningen släppt och att det då krävdes mindre kraft för att åstadkomma trimrörelsen.

2.3 Trimsystemet

Trimsystemet är mekaniskt kopplat direkt till det laterala och longitudinella styrsystemet. Undersökningen har visat att ett eventuellt fel i trimsystemet, som innebär att en oönskad trimning sker till något ytterläge, kan göra helikoptern mycket svår att manövrera. Detta gäller speciellt vid start och landning när styrspaken måste manövreras med endast en hand.

Förutom det fasta elkablaget i helikoptern består trimsystemet i princip av 4-vägsomkopplaren på styrspaken samt de två trimaktuatorerna. Med tanke den stora flygsäkerhetsrisk ett tekniskt fel i någon av dessa komponenter kan medföra finner SHK det otillfredsställande att trimaktuatorerna, till skillnad från 4-vägsomkopplaren, inte har någon gångtidsrestriktion utan kan vara monterade i helikoptern "så länge den fungerar" (on condition). Den aktuella aktuatorn kan i princip ha varit monterad i helikoptern sedan nyttillverkning och skulle i så fall ha varit i drift under drygt 8000 flygtimmar.

Detta gäller i synnerhet som sporadiska fel inte alltid uppmärksammas av förare. Vissa felfunktioner, till följd av inre mekaniskt slitage i växellådan, visar sig inte heller alltid vid de funktionskontroller som regelbundet görs eftersom styrsystemet då är obelastat.

Det finns därför skäl för Luftfartsstyrelsen att, på den aktuella helikoptertypen och på andra typer där trimsystemet kan förorsaka en flygsäkerhetsrisk, vid behov föreskriva lämpliga gångtidsrestriktioner på ingående komponenter samt krav på att funktionskontroller utförs med styrsystemet belastat.

2.4 Spakkrafter

Som framgår av 1.18.3 finns i gällande konstruktionsbestämmelser i FAR angivet högsta tillåtna spak- och pedalkrafter, momentant och varaktigt, för små respektive stora flygplan. I dessa förskrivs bl.a. att högsta tillåtna spakkraft i rollplanet får vara max 5 lbs (2,3 kp) varaktigt.

Detta gränsvärde och de praktiska prov som SHK utfört gör att tillverkarens uppgift i flyghandboken om att flygning med oönskade spakkrafter upp till 30 lbs (14 kp), visserligen innebär att det krävs större krafter för att manövrera styrspaken men att helikoptern för övrigt reagerar normalt på alla spakrörelser, är missvisande. I själva verket är det i praktiken omöjligt att landa en helikopter säkert med sådana stora laterala spakkrafter.

Man kan ifrågasätta varför trimsystemet på helikoptertypen över huvudet taget är konstruerat för att kunna ge så stora spakkrafter.

SHK finner det vidare märkligt att regelverket, FAR och CS, avseende lätta och tunga helikoptrar inte anger gränsvärden för högsta tillåtna spak- och pedalkrafter. I synnerhet som helikopterflygning ofta ställer högre krav på precis manövrering än vid flygning med flygplan. Det finns därför skäl

för Luftfartsstyrelsen att i det internationella samarbetet med andra luftfartsmyndigheter verka för att högsta tillåtna spak- och pedalkrafter införs i konstruktionsbestämmelser även för lätta och tunga helikoptrar.

3 UTLÅTANDE

3.1 Undersökningsresultat

- a) Föraren hade behörighet att utföra flygningen.
- b) Helikoptern hade gällande luftvärdighetsbevis.
- c) Det laterala trimsystemet var trimmat till vänster ytterläge.
- d) Spån av ett silverliknande material hittades i stigspakens 4-vägsomkopplare (Trim switch).
- e) Växellådan på trimaktuatorn i det laterala trimsystemet var kraftigt sliten.
- f) Trimaktuatorerna har ingen gångtidsbegränsning.
- g) Gällande konstruktionsbestämmelser för lätta och tunga helikoptrar saknar gränsvärden för maximalt tillåtna spak- och roderkrafter.
- h) Trimsystemet kan ge spakkrifter upp till 14 kp.
- j) Önskade spakkrifter större 4-6 kp, under längre tid, gör det mycket svårt för en förare att manövrera med precision.

3.2 Orsaker till olyckan

Olyckan orsakades av ett tekniskt fel i helikopterns laterala trimsystem som resulterade i att det blev okontrollerbart och att det successivt arbetade sig till vänster ytterläge. Bidragande har varit att trimsystemet är konstruerat att kunna ge spakkrifter på närmare 14 kp.

4 REKOMMENDATIONER

Luftfartsstyrelsen rekommenderas att;

- på den aktuella helikoptertypen och på andra typer, där trimsystemet kan förorsaka en flygsäkerhetsrisk, vid behov föreskriva gångtidsrestriktioner på ingående komponenter samt föreskriva att funktionskontroller av trimsystemet ska utföras med styrsystemet belastat (*RL 2005:13 R1*) samt att
- i samarbetet med internationella luftfartsmyndigheter verka för att högsta tillåtna spak- och pedalkrafter införs i konstruktionsbestämmelser även för små och stora helikoptrar (*RL 2005:13 R2*).