



SHK
BIBLIOTEKET

Araden

HAVERI

SE-HIT

Helikopter typ Bell 205 A 1

söder Ludvika

4 juni 1983

UTREDNINGSRAPPORT SE-HIT 19/83

Oktober 1984



STATENS HAVERIKOMMISSION

UTREDNINGSRAPPORT

angående haveri

söder om Ludvika

4 juni 1983

HELIKOPTERTYP	Bell 205A1
REGISTRERING	SE-HIT
ÄGARE	Sterner Aero AB Box 8302, 781 08 Borlänge
BESÄTTNING, antal	1
PASSAGERARE, antal	-
HAVERIPLATS	
TIDPUNKT FÖR HAVERIET	1983-06-04 k1 1205 SST

INNEHÅLL

		sid
	INLEDNING	1
1	FAKTAREDOVISNING	2
1.1	Redogörelse för flygningen	2
1.2	Personskador	2
1.3	Skador på luftfartyget	2
1.4	Andra skador	3
1.5	Besättningen	3
1.6	Helikoptern	3
1.7	Väder	4
1.8	Navigationshjälpmedel	4
1.9	Radiokommunikation	4
1.10	Flygfält	4
1.11	Färdregistratorer	4
1.12	Haveriplats och helikoptervrak	5
1.12.1	Haveriplats	5
1.12.2	Helikoptervrak	5
1.13	Medicinsk information	6
1.14	Brand	6
1.15	Överlevnadsmöjligheter	7
1.16	Särskilda prov och undersökningar	7
2	ANALYS	11
3	SLUTSATSER	13
3.1	Sammanfattning av undersökningsresultat	13
3.2	Sannolik haveriorsak	14
4	REKOMMENDATIONER	15

BILAGOR

- 1 Skiss över aktuell motor
- 2 Registerutdrag betr föraren

Bilaga 2 endast till luftfartsverket.

1 FAKTAREDOVISNING

1.1 Redogörelse för flygningen

1983-06-04 utfördes med helikoptern SE-HIT typ Bell 205 A 1 skogsgödsling söder om Ludvika. Helikoptern hade hämtat en hängande behållare och stigit västerut från lastplatsen. Under stigningen ca 10 sekunder efter start erhöles spånvarning från motorn. Därefter förnam föraren en smäll och rassel från motorn, varefter "Engine out" varnade. Markpersonal såg en eldslåga slå ut från motorns utlopp. Helikoptern uppskattades vara något över trädtopps höjd, ca 30 m. Farten var för låg för att någon indikering skulle erhållas. Föraren beslöt att återvända till lastplatsen genom vänstersväng. Gödselbehållaren fälldes manuellt efter passage av en väg.

På grund av att helikoptern sjönk måste den efter ca 90° sväng sättas rakt fram i ett motlut på ett kalhygge till höger om vägen. Flygsträckan uppskattas till 700 m. Sättningen skedde med hög nos efter "flare" och helikoptern tog först mark med sporren. Genom tippmomentet som därvid erhöles blev sättningen så hård att medarnas fäströr trycktes in i helikoptern och rutorna i hela fronten splittrades. Bränsletanken sprang läck och bränslet rann ur.

Föraren som kände ryggsmärtor tog sig krypande ur helikoptern och satte sig i säkerhet för eventuell brand.

1.2 Personskador

Föraren fick allvarliga ryggsador.

1.3 Skador på luftfartyget

Omfattande.

1.4 Andra skador

Mindre skador på ungskog där behållaren fälldes.

1.5 Besättningen

Föraren var vid haveriet 54 år. Han hade giltigt B-certifikat för helikopter och behörighet för jordbruksflyg. Hans totala flygtid var 14 023 timmar, varav på flygplan 7 414 och helikopter 5 607. På Bell 205 hade han 613 timmar. De senaste 30 dagarna hade han flugit 49 och senaste flygdygnet 1,5 timmar.

1.6 Helikoptern

Helikoptern var av typ 205 A 1 och tillverkad år 1979 med tillverkningsnummer 30286. Den hade luftvärdighetsbevis gällande till 1984-05-31. Den ägdes av Sterner Aero AB, Borlänge, och hade en total drifttid av 2 756 timmar. Gångtid efter senaste tillsyn 21 timmar (100-timmarstillsyn).

På Flight Log nr 22795 för tiden 1983-06-01--06-04 fanns följande anmärkningar:

1. Spånvarning i motorn.
2. Oljeläckage rotor brake Quill.
3. Liten spricka i överkant av höger motorfäste.
4. Aft pos light u/s.

Åtgärd:

1. Chip-plugg kontrollerad och rengjord^{*)}. Internal och ext oilfilter kontr u/a.
2. Införd på kvan nr 13.
3. Införd på kvan nr 14.
4. Nya lampor mont.

*) Enligt uppgift fanns ett trådliknande spån ca 2x0,2 mm.

Motorn var AVCO-Lycoming typ T 53-13 B med tillverkningsnummer LE 07195, tillverkningsår 1969, med en total drifttid av 1 596 timmar.

Drifttid efter tidigare spånvarning var 13 timmar. Vid en drifttid av 1 450 timmar reparerades Gearbox Assy typ 1-080-250-16 med tillverkningsnummer XA991 hos OAAB. Orsaken var förslitna kopplingsplines i startgeneratorns drev (koniskt kugghjul). OAAB monterade nytt drev. Motorns drifttid efter reparationen var vid haveriet 146 timmar.

1.7 Väder

Högtryck (1020 mb) med temperatur omkring 12°C. Sikten var god (> 20 km). På startplatsen rådde i startriktningen någon sidvind från vänster. Vind i Borlänge 300°/4 knop.

1.8 Navigationshjälpmedel

Ej aktuellt.

1.9 Radiokommunikation

Förekom ej. Var möjlig.

1.10 Flygfält

Som depå, lastplats, start- och landningsplats användes ett nedlagt grustag med plan botten. Grusplanen låg till höger om vägen, sett i flygriktningen, och i nivå med vägen. Till vänster om vägen och längs denna löpte en stolpledning. Platsen var omgiven av ung lövskog.

1.11 Färdregistratorer

Fanns ej. Ej erforderligt.

1.12 Haveriplats och helikoptervrak

1.12.1 Haveriplats

Helikoptern sattes på ett nyplanterat fall till vänster om en grusväg mellan Björnhyttan och Örtjärn. Från lastplatsen, belägen på höger sida om vägen och strax intill avtagsväg till Ljungskogen, ligger haveriplatsen 500 m fram på vägen hitom avtagsvägen till torpet Hjällåsen. Från denna punkt på vägen låg helikoptern med flygriktning 90° till vägen och ca 200 m upp på fallet (kalhygget) som sluttar ned mot vägen. Ett par större stenar passerades omedelbart före sättningen. Sporren och stjärtbommen samt medarna har gjort diken i den mjuka marken. Från första markkontakt har helikoptern rört sig ca 2 m framåt. Flygbränsle Jet A-1 har läckt ut på platsen.

1.12.2 Helikoptervrak

På haveriplatsen undersöktes helikoptern beträffande bränsle- och oljesystem. Ur bränslefilter och bränsleregulatorn tappades ca 3 dl vilket var allt som fanns. Bränslet syntes rent vid okulärbesiktning. Efter två dygn fälldes ca 1 cm^3 vatten ut i bränslet. Vattenförekomsten beror på att det regnade när provet togs. Motorns spånplugg togs ur. Den var helt fylld med spånor. Motorns oljefilter undersöktes. På filtrets silar fanns fjällliknande spån. Friturbinen kunde rundtagas.

Helikoptern fick vid sättningen omfattande skador. Bl a brast främre delen vid bakre övre dörrhörnen på båda sidor och alla rutor i nosdelen spräcktes och föll delvis bort. Frontrutorna, genomdragna av ett nätverk av sprickor, satt dock kvar. Ena rotorbladet har tangerat framkroppen och skurits tvärs på tre ställen av glas.

Medarna trycktes utåt och loss. Medfästena trycktes upp i kroppen så att de längsgående huvudbalkarna bucklades. Kopp-

lingsbalkarna och höger rörstag framför stjärtbommens kopplingsspant var brustna. Stjärtbommens botten skal hade bucklats på tre ställen. Vänster stabilisatorhalva hade bucklats av en stubbe. Bränsletankbotten var upptrückt till brott.

Motorn undersöktes efter helikopterns bärgning och transport till Sterner Aero, Borlänge. Oljeprov ur motorns oljesump, oljetank och helikopterns oljefilter sändes för SOAP-analys till FFV-U/Arboga.

Vid undersökning av motorn framkom följande:

1. Kompressorns rotor kunde ej rubbas.
2. Turbinaxeln med växel kunde rundtagas med kärvnings-tendenser
3. Apparatväxellåda på vänster sida för överhast,-varv-generator- och friturbinregulator (med pump) som drivs av turbinaxeln kunde roteras.
4. Undre apparatväxellådans drev för startgenerator, oljeseparator och varvgenerator kunde ej rubbas.
5. Färgen på returoljepumpen hade flagnat.
6. Spån fanns i returledning från bakre lager och returoljepump.

1.13 Medicinsk information

Föraren fick vid sättningen en sammantryckning av ryggkotpelaren varvid två kotor spräcktes. Ingenting tyder på annat än att föraren under flygningen var i god psykisk och fysisk kondition.

1.14 Brand

Trots läckning av stor mängd bränsle på haveriplatsen uppstod ej brand. Att bränslet inte fattade eld berodde på att motorn slocknat före nedslaget och att ringa skador uppstått på elsystemet.

1.15 Överlevnadsmöjligheter

Föraren satt fastspänd med axelremmar, som förblev intakta. Gynnsamt var tillgången till bår i företagets transportbil samt dennas ambulansinredning.

1.16 Särskilda prov och undersökningar

1. Vid SOAP-analys av motorolja från tanken, oljefiltret och oljesumpen konstaterades onormala mängder av järn, magnesium och koppar.

2. Motorn sändes 1983-06-30 till Standard Aero Ltd, Winnipeg, Canada, för undersökning och reparation.

Omfattande skador hos främre lager konstaterades och skadade detaljer lämnades till Heli-Jet Corporation för undersökning. Av deras rapport nr 83-013 1983-11-14 (SHK aktbil 13) framgår:

a) Turbinaxelns främre lager hade rullarna nedslitna till hälften radiellt sett genom att rullarna slutat rotera och lagret blivit glidlager med glidning såväl mellan turbinaxel och rullar som rullar och lagerbana. Skador i lagerhuset visade att lagrets ytterring roterat. Beträffande aktuellt turbinområde, se bilaga 1.

b) Turbinaxeln, som löper direkt på rullarna, hade nötts ned mot dessa så att ett djupt spår bildats bakom den ursprungliga banan. Spåret var ej koncentriskt med axelns mantel, varför axeln kastat under sin rotation. Axelns främre partier var anlöpta på grund av hög värme.

c) Av de sex skruvar, som håller det för turbinaxelns och kompressorns främre lager gemensamma lagerhuset, hade huvudena på fyra gått av vid övergången till skaften. Två av dessa hade sexkanthuvuden och två var av insextyp. De senare hade varit samlåsta med låstråd. Övriga två skruvar av insextyp, som var placerade efter varandra, var hela men hade sträckts så att de var 0,5 mm längre än nya av samma slag. Deras skaft var ej såsom på de andra skruvarna slipade.

c) Kompressorernas främre lager, som är ett spårkullager med delad innebana, hade kulhållarens skiljebommar nedslitna och vikta i rotationsriktningen. Kulornas inre löpbanor var rullpressade, varav den bakre mest. Skälning hade trots brunanlöpning ej ägt rum.

d) Kompressoraxelns främre del, som är inpressad i främre kompressorhjulet, hade släppt och axeln hade varit i kontakt med turbinaxeln så att denna nötts och anlöpts. Radiella oljekanalerna i kompressoraxelns främre del var helt igensatta med avverkat material.

e) Kompressoraxelns koniska kugghjul, som överför kraft till centrumväxeln och är monterad på axelns främre del, hade kuggarna skjuvade och delvis smälta så att en ränna bildats mitt i kuggarna.

f) Främre, gängade änden av kompressoraxeln hade brustit omedelbart framför koniska kugghjulet. Axelmuttern, som håller hjulet på plats, hade öppnats genom att den under drift dragits av vid ett av nyckelhaken. Mutterns baksida var hamrad av hjulet.

g) Centrumväxeln, som genom koniska kugghjul överför kraft från koniska kugghjulet på kompressoraxeln till undre hjälpparatdrivningar, hade mindre skador i form av minskad löpnoggrannhet hos lager och anlöpning med kuggskador på undre vertikalaxeldrevet.

h) Den O-ring som lagd i ett spår på turbinaxeln framför kugghjulet skall täta mot oljeläckning från rullagret saknades. Bakre sidan av kugghjulet var anlöpt.

i) Koltättringar för främre kompressorlagrets bakre sida var jämnt slitna men hade spruckit radiellt och tangerats av axeln. Den roterande delen av tätningen var normalt försliten men visade tecken på hög temperatur och var tryckformad framåt av kompressoraxeln.

j) Rörstuds, som överför olja från en fläns inskjuten i kompressorhuset till hål i lagerhusets fläns, hade genom axiell förskjutning tryckskadats i ena änden och O-ring på samma ände skadats. Ansats i lagerhusets fläns som skulle hindra studsens att gå ur hålet var tryckskadad.

k) Lagerhusets styrpinne, som tager vridlast, var böjd i samma riktning som turbinaxeln roterar.

l) Första kompressorhjulets skovlar hade tangerat kompressorhuset med sina spetsändytor så att dessa skrapats.

m) Skruvarna som höll lagerhuset laboratorieundersöktes varvid följande framkom:

Två av lagerhusets brustna intill varandra placerade fästskruvar kunde ej lossas för hand, men en tredje i samma område kunde lätt gängas ur. En fjärde hade gängats ur under drift och dess inre del av gängan hade gängorna helt borta. De två hela skruvarna var nästan oskadade så när som på några få plattade gängtoppar. Skaften hos dessa skruvar var inte slipade som de övriga och de var något böjda. Undersökning visade att de först nämnda hade brustit på grund av växelböjning åt ett håll, medan den helt lossnade skruven hade växelböjts åt två håll. De brustna skruvarnas brottytor visade att låg belastning med hög frekvens givit utmattningsbrott med litet restbrott.

Hållfasthetsundersökning har visat att de icke brustna insexskruvarna hade lägre hårdhet och dragbrottsvärden än nya av samma slag. De brustna hade högre hårdhet och dragbrottsvärden än både nya och de icke brustna skruvarna. De oslipade skruvarna motsvarade inte norm AMS 5037 som Lycoming STD 3022 anger och ej heller någon norm i 300-serien, som gäller för rostfritt stål. Metallurgiska prov visade också att de mekaniska egenskaperna var olika. Skruvarna var förmodligen tillverkade av dragen stång, som smitts med en minskning av 25-30 % för skaftarean. Genom anlöpning har materialet mjuknat och måste då mekaniskt härdas, vilket ej skett.

Lycoming Service Manual anger att skruvarna skall momentdragas med 70-95 inch-lbs, vilket ger en förspänning på skruvarna av 1 900 lbs (860 kps) för högsta momentet. Dragbelastningen blir ungefär 39 psi. För materialet hos de mjuka skruvarna låg sträckgränsen 35-55 psi. Det var därför möjligt att vid montering sträcka dessa skruvar.

De mjuka skruvarna var monterade i hål som låg intill varandra. Genom att de sträckts låg hela belastningen på de övriga fyra skruvarna. Osymmetrisk hållkraft har kunnat orsaka mindre glipning och rörelse mellan lagerhusets och kompressorhusets flänsar. Det har resulterat i växellaster på de fyra förspända skruvarna. Den högre statiska och växlande belastningen har skapat villkor som givit för tidig utmattning på skruvarna.

n) Helikopterns oljefilterinsats har undersökts. Den innehöll stora mängder stål- och andra metallspån. De senare utgjordes mest av silver. Det förekommer försilvrade ytor bl a i foder för yttre lagerringar. Skador på foder för bakre kompressorlager har konstaterats. Mycket få spån var bronsfärgade.

o) Soldrevet i propellerväxeln har fått tryckskador på kuggarnas drivflanker och en mindre missfärgning av axelns kopplingsdel.

2 ANALYS

Spånvarning erhöles ca 10 sekunder efter start med hängande last. Strax efter varningen stannade motorn. Helikoptern befann sig då på låg höjd över terräng som ej medgav möjlighet till säker autorotationslandning. Det är därför förståeligt att föraren efter att ha fällt lasten sökte återflyga till den drygt en kilometer därifrån belägna startplatsen. Under flygningen förlorade emellertid helikoptern höjd i sådan grad att möjligheten att genomföra en säker autorotationslandning väsentligt minskade. Att föraren under sådana förhållanden med det ringa rådrum han hade inte kunde undvika att sättningen på kalhygget blev hård är förklarligt. Allt tyder i stället på att föraren handlat rätt.

När det sedan gäller orsaken till motorbortfallet kan konstateras att vid montering av det för turbinaxellagret och kompressoraxellagret gemensamma lagerhuset har under momentdragning två av dess sex fästskruvar sträckts. De övriga har där- efter överbelastats, vilket successivt lett till utmattningsbrott under drift. Skruvarna som sträckts hade lägre sträckgräns än de andra på grund av felaktig tillverkningsmetod.

Lagerhuset har börjat röra sig och därmed har turbinlagrets ytterring oscillerat och O-ringen på axeln slitits samtidigt som rörstudsen för oljeförsörjning till lagren fått sin O-ring skadad. Oljeläckning och därmed för litet olja för smörjning och kylning har medfört överhettning av båda lagren. Turbinlagrets rullar har genom axiellt tryck bromsats så att de slitits mot axeln tills de stannat och lagret blivit ett glidlager. Kullagrets innerbanor har genom tryck och kastning från båda axlarna deformerats varvid lagerspelet ökat och kompressoraxeln sjunkit.

Axelmuttern, som håller kompressordrevet, har hamrat mot rulllagrets innerring så att muttern brustit. Kompressordrev

med axeltapp har börjat lossna i första kompressorhjulet. Drevet har härvid flyttats framåt så att dess spel i vertikalexelns kugghjul försvunnit. Skjuvning av drevets kuggar och varmgång har medfört låsning av vertikalexeln, som bl a driver bränslepumpen, varför denna stannat. Eftersom kompressordrevet lossnat har kompressorn förskjutits framåt och första stegets skovlar tangerat huset.

Turbinen har fortsatt att rotera på grund av upplagrad rörelseenergi i turbinhjul och rotor, vilket räckt för nödlandning.

De i skruvarna utbredda utmattningsbrotten och de mindre, slutliga restbrotten då skruvarna gått av tyder på att brotten utvecklats under längre tid.

Spånvarning erhöles 13 timmar före haveriet, varför det varit möjligt att följa upp om varningen var en tillfällighet eller om motorn blev sämre under fortsatt drift.

Att ny spånvarning ej erhöles förrän efter den sista starten har berott på att de spån som avverkades var så små att det tog tid innan kontaktavståndet i spåndetektorn bryggades över.

3 SLUTSATSER

3.1 Sammanfattning av undersökningsresultat

- a. Föraren var behörig att utföra flygningen.
- b. Hans psykiska och fysiska kondition var god.
- c. Helikoptern hade giltigt luftvärdighetsbevis.
- d. Helikopterns motor hade 13 timmar före haveriet haft spånvarning.
- e. Oljefilter hade kontrollerats utan anmärkning.
- f. Kontroll beträffande ökning eller minskning av spånbildning i motorn hade inte gjorts efter nämnda spånvarning.
- g. Aktuell spånvarning erhöles omedelbart före motorbortfallet. Spåndetektorn var då helt fylld av spån.
- h. Ett koniskt kuggdrev för drivning av startgenerator hade bytts av OAAB 146 timmar före haveriet.
- i. Turbinaxellagret och tre lager i undre hjälppapparathuset hade bytts av Standard Aero 822 timmar före haveriet på grund av spånbildning.
- j. Två skruvar i fästfläns för gasgeneratorns främre lagerhus har varit av fel material.
- k. Övriga fyra skruvar i samma fläns har överbelastats till brott.

l. Följdsador i lager och kraftöverföring till hjälppapparater har medfört utebliven bränsleinsprutning och kompressorstopp.

m. Motorbortfallet har tvingat föraren att från låg höjd autorotationslanda med hård sättnings.

n. Föraren har väl behärskat situationen och handlat rätt.

3.2 Sannolik haveriorsak

Under stigning efter start med hängande last fick helikoptern motorstopp på låg höjd med låg fart framåt över skogsterräng med begränsade landningsmöjligheter. Vid försök till återflygning till startplatsen förlorade helikoptern höjd i sådan grad att föraren tvingades autorotationslanda på ett kalhygge under sådana förhållanden att alltför hård sättnings ej kunde undvikas.

Motorbortfallet har berott på följskador i kompressorn och friturbinens främre delar. Följskadorna har uppstått på grund av att två feltillverkade skruvar i lagerhusets fläns sträckts mera än de fyra övriga normenliga skruvarna vid momentdragning. Därvid har lasten överförts på de normenliga skruvarna som belastats till utmattningsbrott.

Bidragande orsak till haveriet har varit bristande kontroll av spånmängd i motoroljan efter tidigare spånvarning.

4 REKOMMENDATIONER

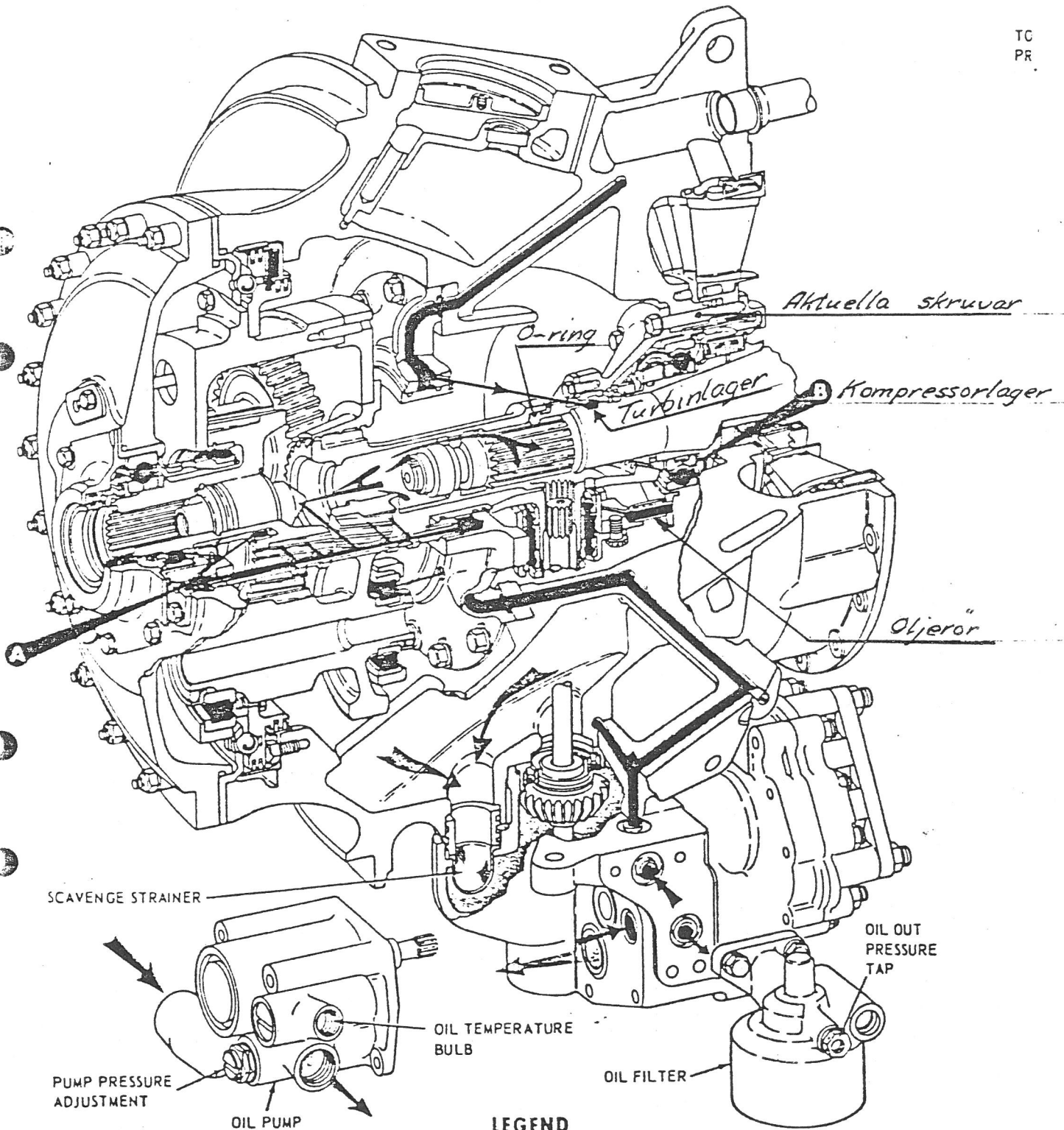
1. Luftfartsverket bör informera tillverkarlandets myndigheter samt motortillverkaren om tillverkningsfelet.
2. Luftfartsverket bör rekommendera helikopteroperatörerna att noggrant följa upp spånindikering med hjälp av SOAP-analys av oljan och noggrann filterkontroll (utbredning av pappersfilter).





K-E Andersson



Åge Röed



LEGEND

-  ENGINE PRESSURE OIL
-  SCAVENGE OIL