



SHK
BIBLIOTEKET

~~ARKIVEXEMPLAR~~

(incident)

HAVERITILLBUD

CCCP-85286

typ Tupolev TU-154 B-1

Stockholm-Arlanda flygplats

14 november 1978

UTREDNINGSRAPPORT TU 154 13/78

Augusti 1979



STATENS HAVERIKOMMISSION

HAVERITILLBUD

CCCP-85286

typ Tupolev TU-154 B-1

Stockholm-Arlanda flygplats

14 november 1978

I N N E H Ä L L

	Sida
SUMMARY	1
INLEDNING	5
1 FAKTAREDOVISNING	6
1.1 Redogörelse för flygningen	7
1.2 Personskador	7
1.3 Skador på flygplanet	8
1.4 Andra skador	8
1.5 Besättning	8
1.6 Flygplanet	8
1.6.1 Styrsystemet	8
1.6.2 Varningsskylten "Ej klart för start"	10
1.7 Väder	10
1.8 Navigationshjälpmedel	10
1.9 Radiokommunikationer	10
1.10 Flygfältdata	10
1.11 Färd- och ljudregistratorer	14
1.11.1 Färdregistratorer	14
1.11.2 Ljudregistratorer	18
1.12 Teknisk undersökning	19
1.12.1 Undersökning av lampa	20
1.12.2 Flygplanets konfiguration vid avkörning av banan	20
1.13 Medicinsk information	20
1.14 Brand	20
1.15 Överlevnadsmöjligheter	20
1.16 Särskilda prov	21
1.17 Övrigt	21
1.17.1 Uppgifter av besättningen	21
2 ANALYS	22
2.1 Inledning	23
2.2 Varför avbröts starten?	23
2.3 Diskussion av vissa registrerade data	25
2.4 Varför avbröts inte starten i tid?	26
2.5 Överlevnadsmöjligheter	30
2.6 Sammanfattande analys och diskussion	31
3 SLUTSATSER	34
3.1 Sammanfattning av undersökningsresultat	34
3.2 Sannolik orsak till haveritillbudet	34
4 REKOMMENDATIONER	35

BILAGOR till originalrapporten

- 1 Kommissionens sammanträden in pleno
- 2 Besättningsdata
- 3 Vittnesutsagor
- 4 SHK skriftliga frågor till Aeroflot
- 5 Brandkårens rapport om räddningstjänsten
- 6 Utskrift av ljudregistrering i översättning från ryska
- 7 Utdrag ur bandad radiotrafik

Handlingar

tillgängliga hos SHK:

Färdskrivardata

Fotografier

Väderdata

Flygplanhandlingar

Lastschema

Sovjetunionens tekniska undersökningsrapport

Styrsystemdata (tekniska)

Provrapport varningslampa

m fl

SUMMARY

1979-11-14 about 1157 GMT an Aeroflot Tupolev TU 154 B-1 operating as Flight SU 212 had to abort the take off from runway 26 Stockholm-Arlanda airport. The aircraft passed the runway end and continued 200 meters to an area where the ground surface slopes to a crossing road. The starbord wing hit and destroyed an ILS/localizer antenna. It was a scheduled international passenger flight. There were 65 passengers and 9 crewmembers on board. The aircraft was slightly damaged.

The Board of Accident Investigation, Sweden, has investigated the accident in cooperation with Sovjet representatives and found, that the events that led to the accident were as follows:

The captain aborted the take-off when he at speed V_R noted, that the control force was abnormally large, and the control column could only be pulled back a short distance. As he initiated the take-off abortion he saw that the warning sign "Not ready for start" was flashing. This light flashes, for instance, when the nose wheel steering is in the taxiing position or the control system hydraulic booster switches have not been locked in the ON-position.

The captain testified that no check of free controls were made prior to take-off at Stockholm. The flight recorder data show that the elevator did not move when the captain moved the control column. The Sovjet technical investigation team could find nothing wrong with the control system when the aircraft was checked after the accident. The flight recorder data taken during the investigation of the control system support the conclusion that the system functioned normally. The lamp in the warning sign "Booster" on the system operators panel was burned out when controlled after the accident.

Based on the above the Board concludes that the crew did not place the control system booster switches in the correct position prior to take-off and that this explains why there was no response when the captain pulled back the control column at the rotation speed V_R .

The Board finds that the following factors may have contributed to bring the crew in this position.

1. The Aeroflot crew selection method, where the same crew members always fly together, may lead to reduced cross-checking on the flight deck.
2. The method of reading the check-list after the various actions in the cockpit are concluded instead of at the same time as the action is made, may change the check-list reading from a real check of actions to a routine reading of words.
3. A warning system that flashes continuously from the moment the engines are started at the ramp until the aircraft is at the take-off position and the nose wheel steering is switched to the take-off mode may make a whole crew blind to the fact that the warning is still on. Thus, the warning "Not ready for start" is considered unacceptable.
4. Also, the warning sign "Booster" on the system operator panel was burned out. This reduced the possibility for the system operator to see that the booster system had not been switched on. This warning sign was illuminated by one lamp only. Two lamps should be used in order to ensure redundancy. Between the lamps there should be a separating wall so that only half of the sign is illuminated when one lamp is burned out. This makes it possible to detect lamp failure. Thus, the design of the "Booster" warning sign was unacceptable.

The above factors led to the aborted take-off. This should, however, not have led to an accident since the take-off was discontinued at V_1 , which in this case is the same as V_R , and the runway available was roughly 50 % longer than the balanced field length. Furthermore, the runway was dry and had a rough surface giving braking friction coefficient near one. The accident was caused by several factors that combined to make it difficult to stop on the available distance. These factors were:

1. It took time for the captain to realize that something was wrong since he did not obtain any sudden alarming warning, as in the case of an engine failure, when he attempted to rotate the aircraft at V_R ($V_R = V_1$).
2. Aborted take-off at V_1 with all engines running usually lead to acceleration to speed considerably above the V_1 -speed before the aborting is initiated. This has been the case in several accidents with airplanes from various countries. In this case a ground speed of approximately 270 km/h ($V_i \approx 305$ km/h), was reached. This is not considered in the internationally accepted rules for determining the balanced field length. Also, aborted take-off with all engines running is usually not considered in simulator training of discontinued take-offs. This may have a large effect on the possibility to stop at certified distances.
3. As the thrust was reduced at the high indicated speed the aircraft pitching moment changed to nose-up due to high engine drag and the aircraft nose lifted slightly from the ground (according to the witnesses). The captain could not keep the nose down due to lack of elevator response. This made nose-wheel steering difficult.
4. The large spillover of air from the engine air intakes at reduced thrust reduced the directional stability of the aircraft and the aircraft may have become unstable for a short period since it drifted to the right and came within 3 m of the right runway edge.
5. Steering also became very difficult with reversed thrust, which gave a nose-up moment, when the nose could not be kept down by means of the elevator.

This may together explain some of the delays in the captains actions during his attempts to stop the aircraft. It may also explain why he did not steer the aircraft down the taxi-strip insted of running off the end of the runway.

It was especially the delay in initiating the wheel braking that resulted in the long braking distance.

The Board finally finds it necessary to point out to Aeroflot to ask their cabin crew to check the passengers' seat-belts before each take-off since two passengers complained that this was not done.

INLEDNING

Ett Sovjetunionen tillhörigt passagerarflygplan typ Tupolev TU-154 B-1 med registrering CCCP 85286 startade den 14 november 1978 omkring kl 1157^{x)} på Stockholm-Arlanda flygplats för Aeroflots flygning linjenummer SU 212 till Moskva. Starten avbröts men flygplanet stannade ej på banan utan fortsatte över utrullningsområdet över en korsande väg. Flygplanet erhö11 vissa skador men besättning och passagerare undkom oskadda.

Händelsen anmäldes till statens haverikommission (SHK) den 14 november kl 1330 lokal tid, varefter SHK samma dag inledde utredning i ärendet på platsen.

SHK har företräts av lagman K-E Andersson, ordförande, och civilingenjör Å Röed, teknisk utredningschef.

SHK har till utredningen såsom experter knutit flygkapten P O Olsson, professor W von Döbeln, advokat G Rossander, tillika sekreterare i utredningen, och civilingenjör L D Sellberg, Flygtekniska laboratoriet, Tekniska högskolan i Stockholm.

Genom delegering har viss utredning verkställtts genom registreringslandets - Sovjetunionen - försorg.

Såsom representant för Sovjetunionen har i utredningen deltagit förste vice generaldirektör A Vitkovskij, CUMBS^{xx)}.

Utredningen har följts av Aeroflot genom B Zhdanov, regionchef för Skandinavien.

Haverikommissionens sammanträden redovisas i bilaga 1.

x) Samtliga tider i rapporten avser om ej annat anges GMT.

xx) Centraldirektoratet för utländska flygförbindelser.

1 FAKTAREDOVISNING

1.1 Redogörelse för flygningen

Aeroflot bedriver linjefart bl a på sträckorna Moskva - Stockholm - Arlanda - Oslo samt Oslo - Stockholm-Arlanda - Moskva.

CCCP 85286 startade den 14 november 1978 kl 0510 från Sheremetevo flygplats, Moskva, och flögs sedan Stockholm-Arlanda - Oslo (linjenr SU 211). Under linjenummer SU 212 startade sedan flygplanet från Oslo tidtabellsenligt kl 0955 och landade Stockholm-Arlanda omkring kl 1055. Inget onormalt förekom under flygningarna. SU 212 skulle enligt tidtabell starta från Stockholm-Arlanda kl 1150 för flygning Moskva. Ombord fanns då 65 passagerare och nio personers besättning, förutom befälhavaren en flygstyrman, en navigatör, en färdmekaniker, en radiooperatör samt i övrigt kabinpersonal.

Enligt den bandade radiotrafiken mellan tornet Arlanda och SU 212 anmälde sig SU 212 omkring kl 1147^x) till tornet och fick tillstånd till start av motorer och utbogsring (push back). Kl 1150 fick SU 212 tillstånd taxa till holding bana 26, kl 1154 tillstånd att ställa upp på banan och kl 1155 starttillstånd. SU 212 anmälde start kl 1156,40.

Bana 26 har en längd av 2 500 meter och har ett 200 meter långt utrullningsområde. SU 212 började starten omkring 150 meter från bantröskeln. Efter en beräknad rullsträcka av ca 750 meter vid fart ca 240 km/h försökte befälhavaren rotera för lättning genom att föra spaken bakåt. Han kände då ett bestämt motstånd i spaken och uppmärksammade att varningsskylten med texten "Ej klart för start" lyste. Denna lyser med blinkande sken och kan bl a indikera att roderservonas hydraulsystem ej är inkopplat. - Enligt bandinspelningen i flygplanets ljudregistrator angav flygstyrmannen vid läsning av checklisten omkring 15 sekunder före starten att den aktuella varningsskylten ej lyste. - Befälhavaren avbröt starten, drog av gasen och fällde ut spoilers. Därefter skedde hjulbromsning och reversering. Flygplanet fortsatte dock över banändan samt vidare i banans förlängning över utrullningsområdet till dess slut där marken sluttar ned mot en korsande väg. Nivåskillnaden är cirka 2 meter. Noshjulet slog ned på vägen varvid

x) Hänför sig till tidsangivelser i bandinspelad radiotrafik Arlanda.

nosstället fälldes in. Flygplanet fortsatte därefter och stannade med nospartiet i marken på vägens andra sida och med huvudlandstället på slutningen (fig 1). Nödbromssystemet hade utlöstts.

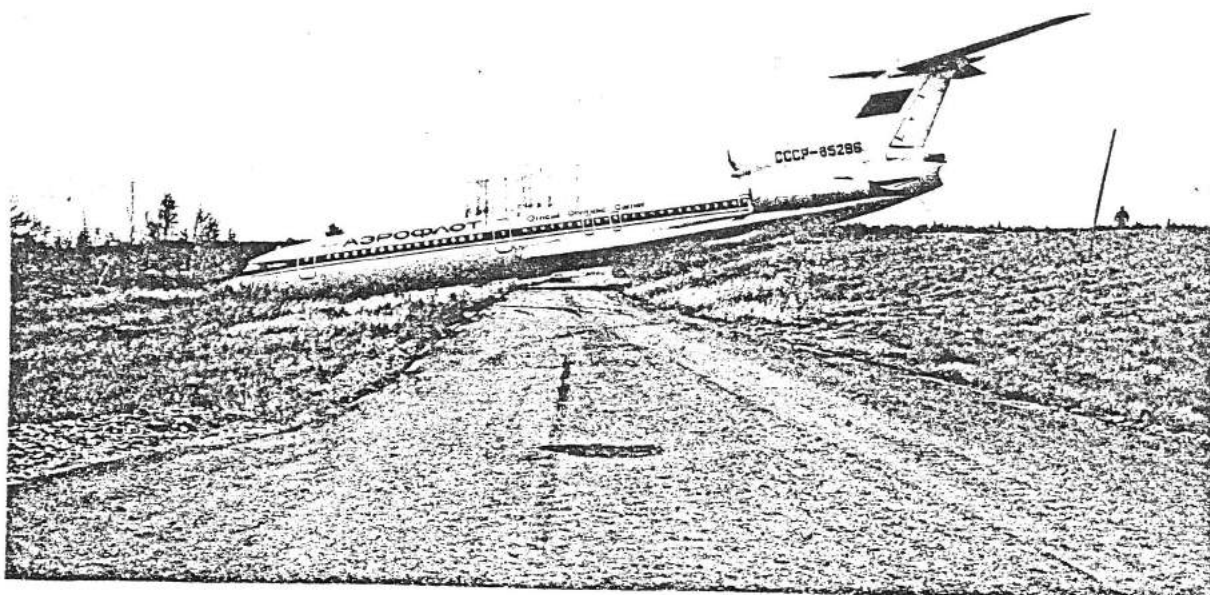


Fig 1. Haveriplatsen. Long $17^{\circ} 55'$. Lat $59^{\circ} 40'$.

Haverilarm utlöstes från tornet då flygplanet befann sig 200-300 meter från banändan. Flygplatsbrandkåren var på plats omkring 60 sekunder efter larm. Evakuering av passagerarna skedde med hjälp av brandkårens räddningsrännor.

1.2 Personskador

Inga.

1.3 Skador på flygplanet

Flygplanets nosställ skadades och fälldes in. Plåtskador uppstod på nospartiet och framkroppens undersida. Höger vinge skadades vid kollision med instrumentlandningssystemets banriktningsantenn (localizer antenna) belägen vid utrullningsområdets slut.

1.4 Andra skador

Instrumentlandningssystemets banriktningsantenn förstördes.

1.5 Besättning

Besättningen bestod av, förutom kabinpersonal (en purser och tre flygvärdinnor), befälhavare, flygstyrman, navigatör, färdmekaniker och radiooperatör.

De hade samtliga vederbörlig kompetens för aktuell flygning. Ingenting har framkommit som tyder på annat än att besättningen varit i normal psykisk och fysisk kondition.

I övrigt hänvisas till bilaga 2.

1.6 Flygplanet

Flygplanet, typ Tupolev TU 154 B-1, rysk registrering CCCP-85286, hade gällande luftvärdighetsbevis. Det ägs av De socialistiska rådsrepublikernas union (Sovjetunionen) och innehas av Aeroflot (CUMVS), Moskva.

Flygplanets data.

Tillverkningsår: 1978

Total flygtid: 584 timmar

Senaste periodiska underhåll: 1978-11-13

Max startvikt: 96 000 kg

Flygplanet var underhållet enligt gällande sovjetiska bestämmelser.

Den aktuella startvikten var 78 464 kg. Flygplanet var fulltankat - 21 ton. Tyngdpunkten låg inom föreskrivna gränser.

1.6.1 Styrsystemet

TU 154 B -1 har ett hydrauliskt styrsystem med tre separata hydraulkretsar till varje roder, dvs tre till höjdroder, tre till sidoroder och tre till skevroder. Styrsystemet har inga separata hydraulpumpar

utan systemets hydraulkretsar kopplas till flygplanets huvudsystem med hjälp av elektriskt styrda ventiler placerade i flygplanets bak-kropp.

De elektriska hydraulventilerna manövreras med hjälp av tre strömställare placerade i förarrummet på reglagebocken mellan piloterna. Ett lock kan fällas ned över strömställarna, dock endast om dessa är i läge "Till". Enligt checklistan skall före uttaxning kontroll ske att strömställarna är tillslagna och locket nedfällt. Om locket ej är stängt blinkar en lampa i den varningsskylt "Ej klart för start" som är placerad i varningstablån framför varje pilot. Dessutom lyser en varningsskylt med texten "Booster" på färdmekanikerns panel.

Styrsystemets hydraulkretsar kopplas bort från huvudsystemet när flygplanet är parkerat. Oljan i de shuntade hydraulkretsarna dämpar därvid roder rörelser orsakade av vind.

Alla roder har mekaniska förbindelser från spakar och pedaler till roderservon. Spak- och pedalrörelser styr genom mekanisk påverkan servonas ventiler och därigenom hydraultrycket så att man får roderutslag i önskad riktning. Sidroderservot är så utformat att man har direkt mekanisk koppling till servots kolvstång så att rodet i viss utsträckning kan röras även om hydraulkretsarna inte matas med hydraultryck.

Spak- och pedalkrafter i styrsystemet alstras artificiellt med hjälp av fjädersystem placerade under förarrummets golv. Förhållandet mellan spak/pedal-krafter och spak/pedal-rörelser för höjdroder och sidroder ändras automatiskt (mod "Automatik") när klaffar och landställ fälls in och ut. Klaffarna styr spakkrafterna och landstället pedalkrafterna. Anledningen till detta är att man vill ha högre spakkrafter per spakrörelse vid hög fart än vid start och landning för att bibehålla ungefär konstant flygplansrespons för en given spak/pedalkraft. Vid fel på den automatiska ändringen av spak/pedal-krafterna kan man välja krafter för start och landning eller flygning manuellt med hjälp av en omkopplare placerad framför piloten i högersits. Omkopplaren har tre lägen, "Start", "Automatik" och "Flygning".

I flygplanets journal över driftstörningar finns inga anmärkningar införda beträffande styrsystemet.

1.6.2 Varningsskylten "Ej klart för start"

Denna skylt lyser med blinkande sken när

- a. styrsystemet till nosstället är urkopplat
- b. noshjulsställsstyrningen är inkopplad i mod 55⁰, något som är förhållandet under uttaxning fram till startposition då vinkeln ändras till 7⁰
- c. innerspoilerlås är öppna
- d. dörrlås är öppet
- e. lucklås (nöd- och bagage) är öppet
- f. spärrar till lås för ingångs- och servicedörrar är stängda
- g. spärrar till lås för nöd- och reservdörrar och nödluckor är stängda
- h. locket till strömställarna för det hydrauliska styrsystemet ej är nedfällt
- i. slats ej är utfällda när alla gasreglage förts till startpådrag.

1.7 Väder

Sikt: Klart
 Nederbörd: Ingen
 Barometertryck: 1 009 mb
 Vind: 15-25 knop, 240⁰.

1.8 Navigationshjälpmedel

Ej tillämpligt.

1.9 Radiokommunikationer

Radiotrafiken mellan flygplan och trafikledning förflöpte normalt.

1.10 Flygfältdata

Stockholm-Arlanda flygplats, belägen cirka 40 km norr Stockholm, är försedd med två rullbanor. Bana 08/26 är 2 500 meter lång och har en bredd av 45 meter. Bana 26 har ett gräsbevuxet utrullningsområde som sträcker sig cirka 200 meter från banändan där det sluttar ned mot en korsande transportväg belägen på omkring två meters lägre nivå (se Fig 2, nästa sida). ILS-systemets "Localizer antenna" är placerad där nedslutningen börjar.

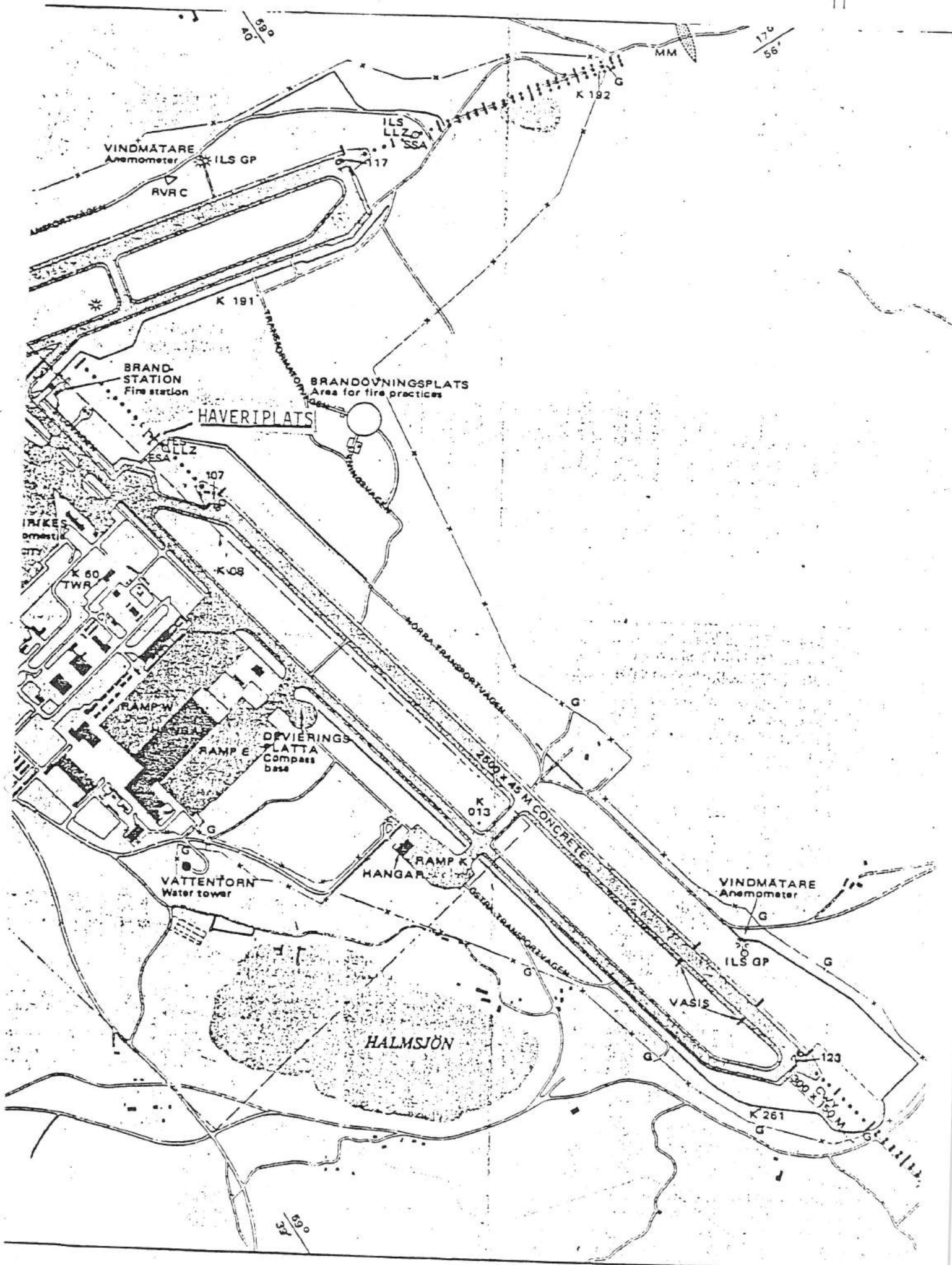


Fig 2. Bana 08/26 Arlanda

Bortom vägen, cirka 30 meter från nedsluttnings början, avslutas sänkan med en bank som är 2 - 2,5 meter hög och sluttar uppåt cirka 45° mot en kulle.

Banans yta består av räfflad betong som i torrt väder ger en friktionskoefficient nära 1 (ett). Vid haveriet var banan torr.

På banan uppmättes bromsspår efter flygplanet. Spåren var ganska svaga där de började ungefär vid banans 1700 meters-punkt. Spåren visar att flygplanet vid bromsmärkenas början befann sig cirka 8 meter till höger om banans centrumlinje med kurs mot höger bankant. Ungefär vid banans 2000 meters-punkt var flygplanets högra huvudställ mindre än 3 meter från höger bankant. Bromsspåren visar att flygplanet under nästan hela uppbromsningen svängde mot vänster. Vid banändan hade därför flygplanet kommit tillbaka till banans mitt och hade en kurs som skulle ha resulterat i en avkörning över banförlängningens vänstersida om inte flygplanet åter börjat svänga mot höger. Resultatet blev att flygplanet körde av utrullningsområdet cirka 15 meter till vänster om centrumlinjens förlängning.

Uppmätningen av bromsspåren visas på Fig 3, nästa sida.

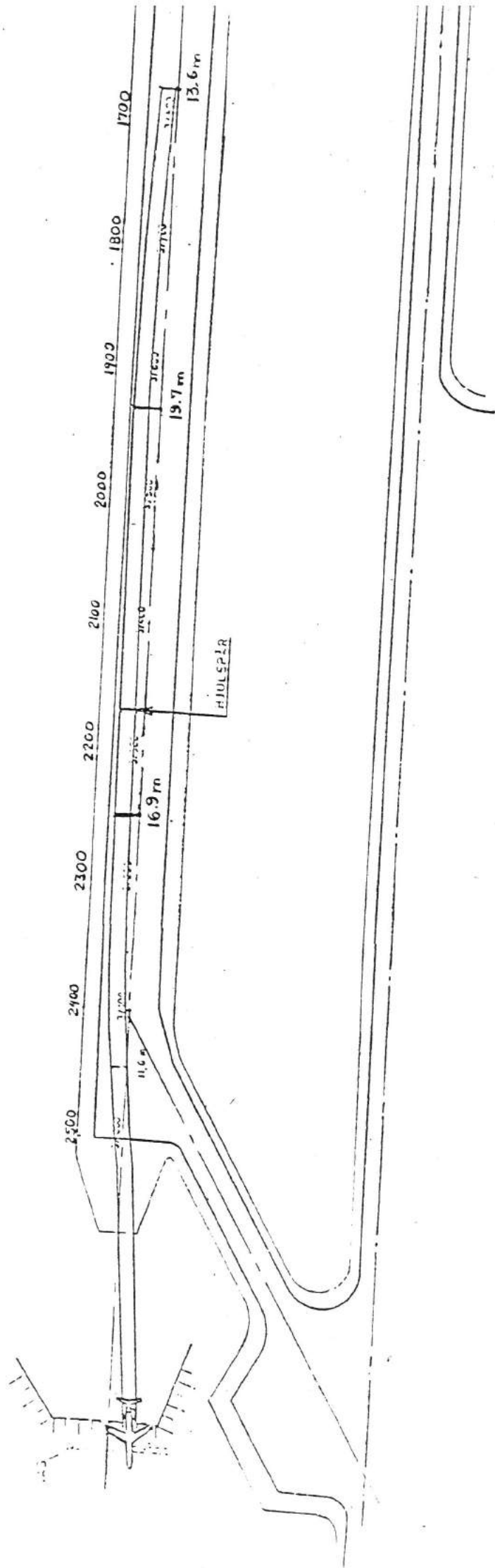


Fig 3. Hjulspår

1.11 Färd- och ljudregistratorer

Flygplanet var försett med två färdregistratorer och en ljudregistrator.

1.11.1 Färdregistratorer

Registratorerna var installerade, den ena i ett apparatrum under främre delen av kabingolvet och den andra i stabilisatorn.

Den främre registratorn togs ut dagen efter olyckan och skickades till Moskva för utvärdering. Den bakre registratorn satt kvar i flygplanet och användes för registrering av data vid kontrollkörning av olika flygplanssystem sedan planet hade flyttats till ramp E på Arlanda. Båda registratorerna fungerade under olyckan och den bakre även under provkörningen.

Registreringen visar i sammanfattning följande:

Flygplanet taxade ut i riktning ungefär 80° och ställdes slutligen upp i riktning ungefär 260° . Planet behöll denna kurs tills registreringen upphörde, fig 4.

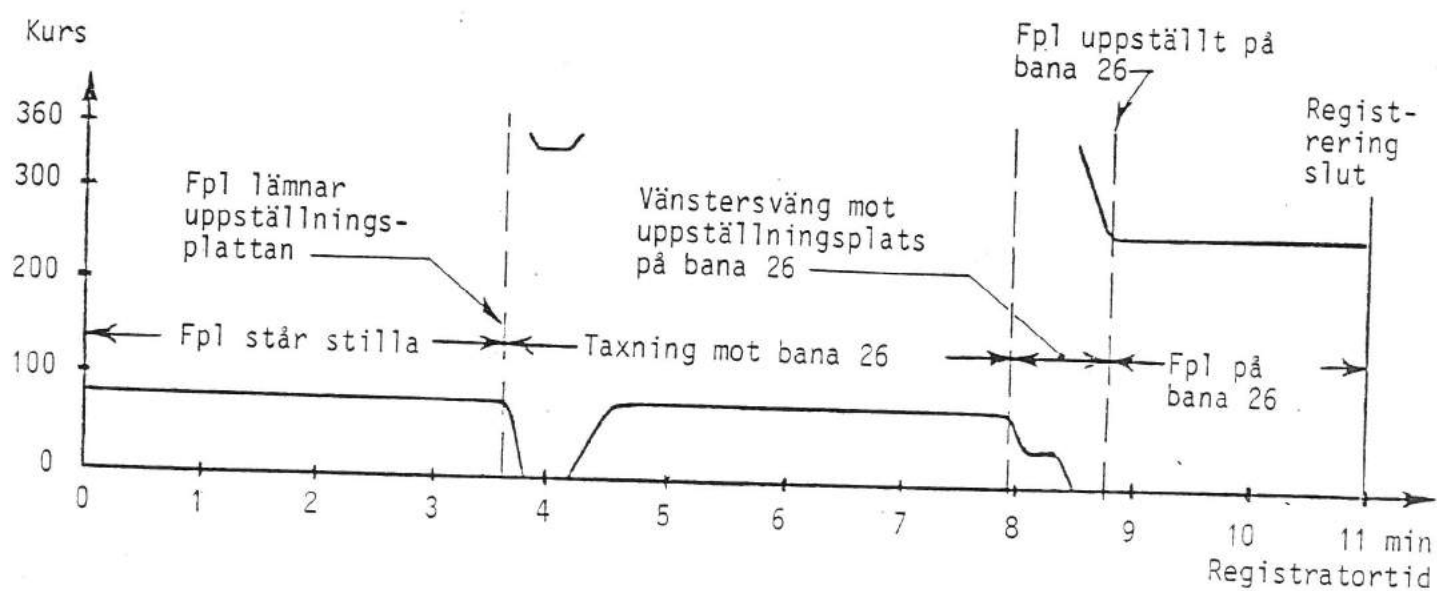


Fig 4. Uttaxning mot bana 26

Efter uppställningen i avfärdsriktningen började planets fart att öka, fig 5. Rotationsfarten (V_R), 240 km/h, uppnåddes efter cirka 22 sekunder. Farten fortsatte att öka och nådde ett maxvärde på cirka 304 km/h (indikerad fart) innan retardationen började.

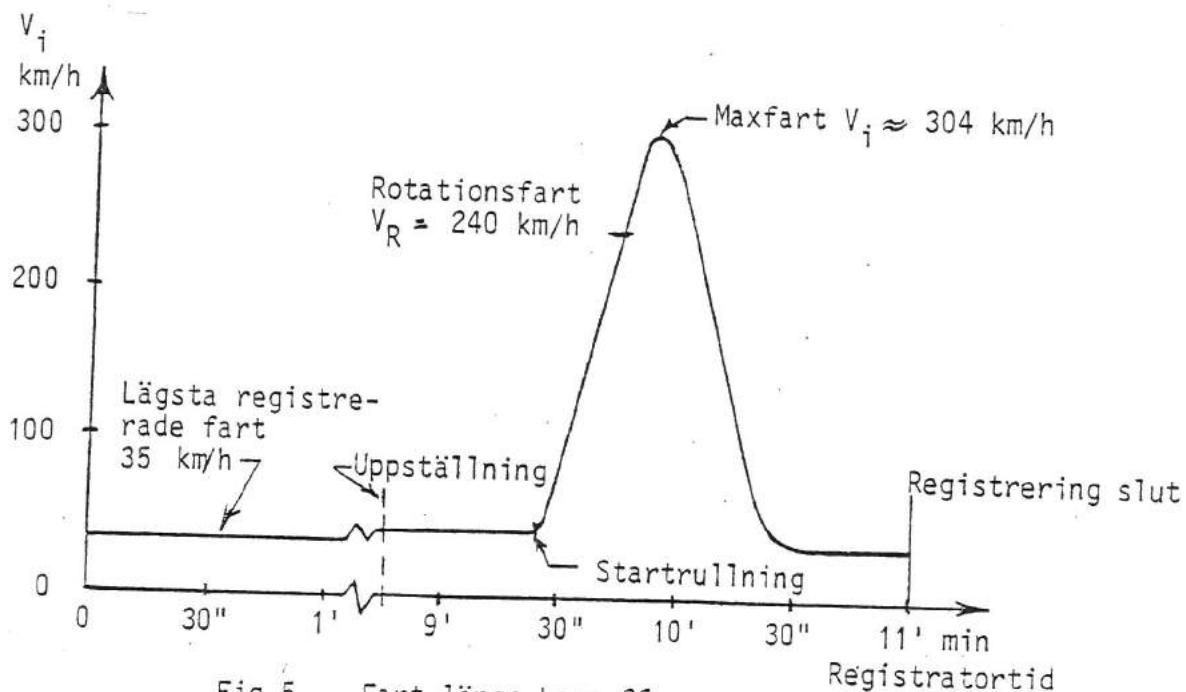


Fig 5. Fart längs bana 26

Registreringen av gasreglagets läge och av motorvarvstal visas i fig 6. Genom att jämföra dessa kurvor med fartkurvan kan man bestämma när gasavdragen gjordes, när reverseringen började, hur länge den varade etc (se avsnitt 2, Analys).

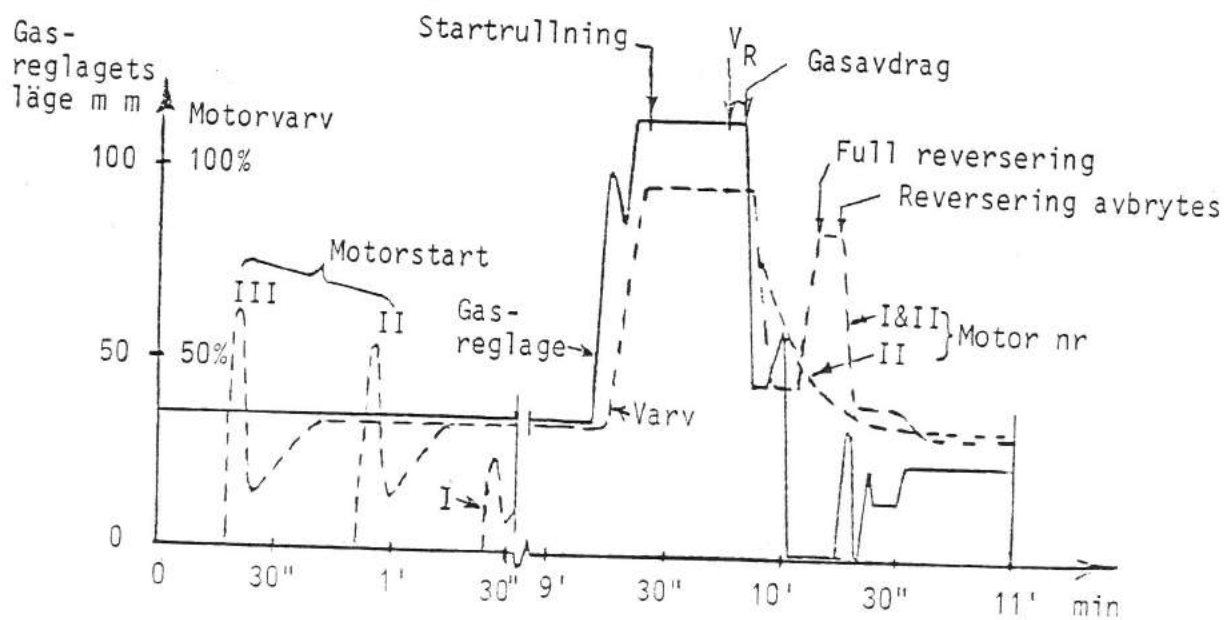
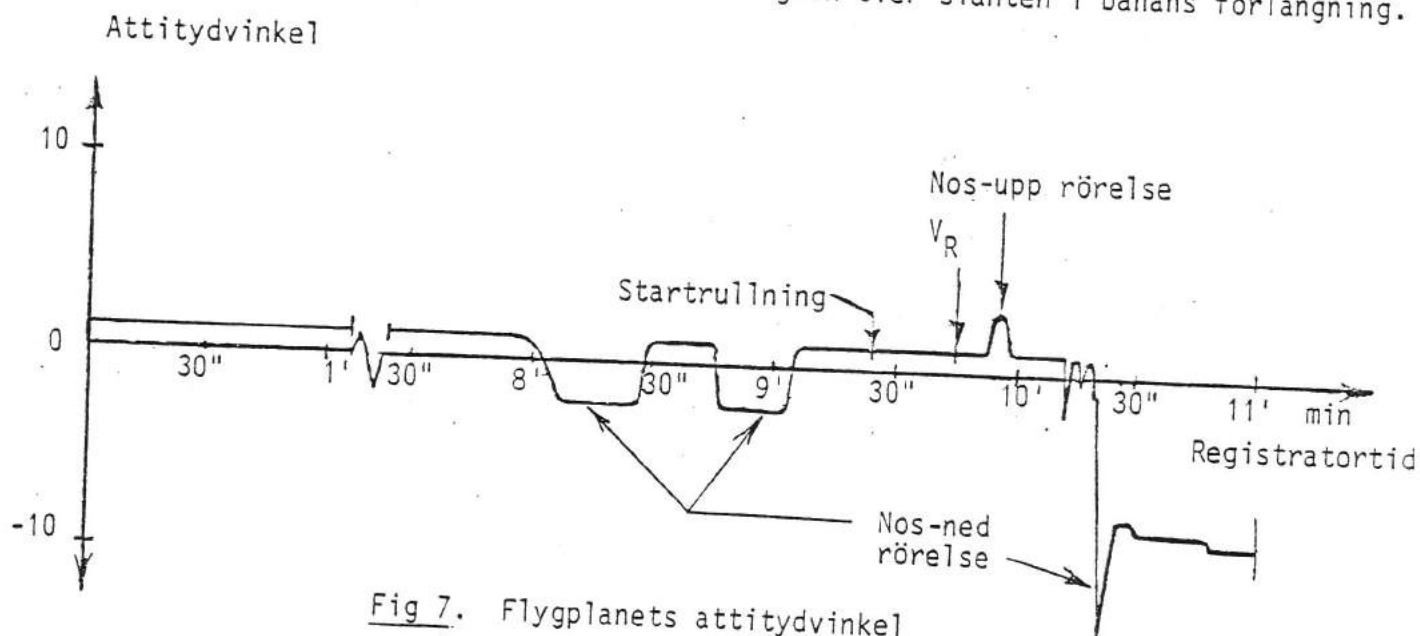


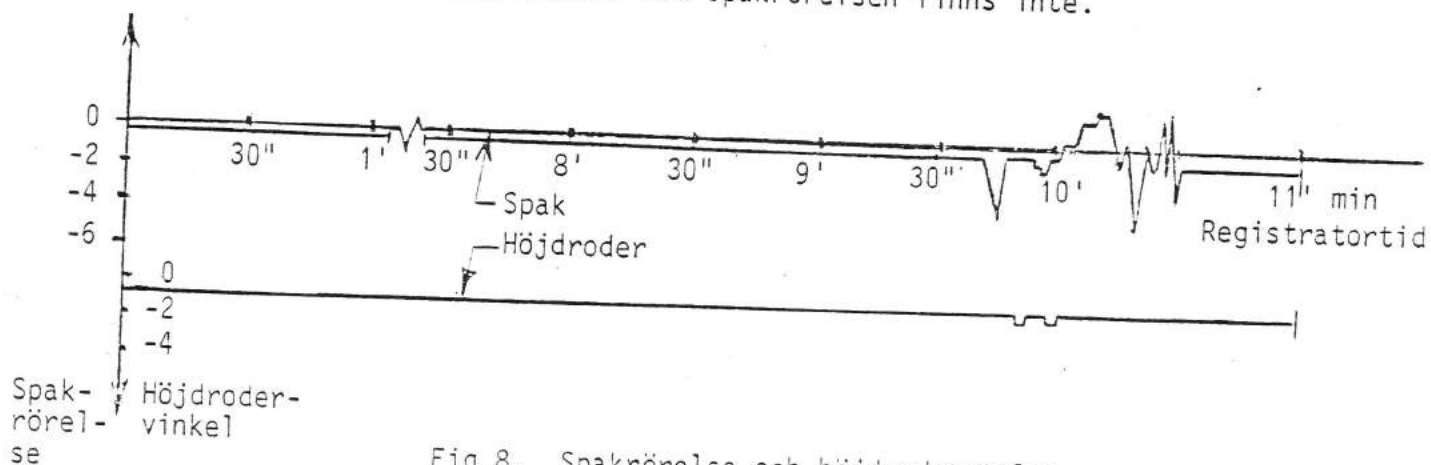
Fig 6. Gasreglagets rörelse och motorvarv under start

Registreringen av klaffvinkel och stabilisatorvinkel (hopkopplade) visar att klaffen fälldes ut till 28° vid registratortid cirka 5'30", dvs under taxningen mot bana 26, och att stabilisatorvinkeln samtidigt ställdes om till -3° . Klaff och stabilisator återgick sedan till sina ursprungliga lägen efter att planet hade kört av banan.

Registreringen av flygplanets attitydvinkel visar en konstant attityd på 1° intill registratortid cirka 8 minuter då attityden ändrades till -2° under 20 sekunder, se fig 7. Vid 8'30" återgick attitydvinkeln till 1° och vid 8'45" sjönk den tillbaka till -2° . Vid 9'05" ökade återigen attityden till 1° . Under tiden 9'55" till 9'59" gjorde flygplanet en nos-upp rörelse som uppgick till 3° . Vid 10'20" fick planet en kraftig nos-ned rörelse som visar att nosstället då gick över slänten i banans förlängning.



Registreringen av spakrörelse och höjdroderutslag, fig 8, visar att föraren drog åt sig spaken vid registratortid 9'45", dvs ungefär samtidigt som V_R nåddes. Registreringen av rodervinkeln visar ett par obetydliga roderrörelser uppåt under några sekunder före registratortid 10'. Någon roderrörelse som stämmer med spakrörelsen finns inte.



Registreringen av skevningen visar att ingen rattrörelse gjordes förrän vid registratortid 10'3" - 10'20" då en serie skevrörelser åt vänster gjordes. Vid 10'21" gjordes ett utslag åt höger som i stort sett bibehölls till registreringstidens slut. Registreringen av skevroderutslag visar ett utslag åt höger som började vid registratortiden 9'35" och ökade till 2° vid 9'50". Rodervinkeln återgick i stort sett till noll vid 10'06", men sedan skedde ett plötsligt utslag till 18° mot höger, som snabbt sjönk till 13° vid registratortiden cirka 10'22"-24". Vinkeln 13° behölls till registreringstidens slut, se fig 9.

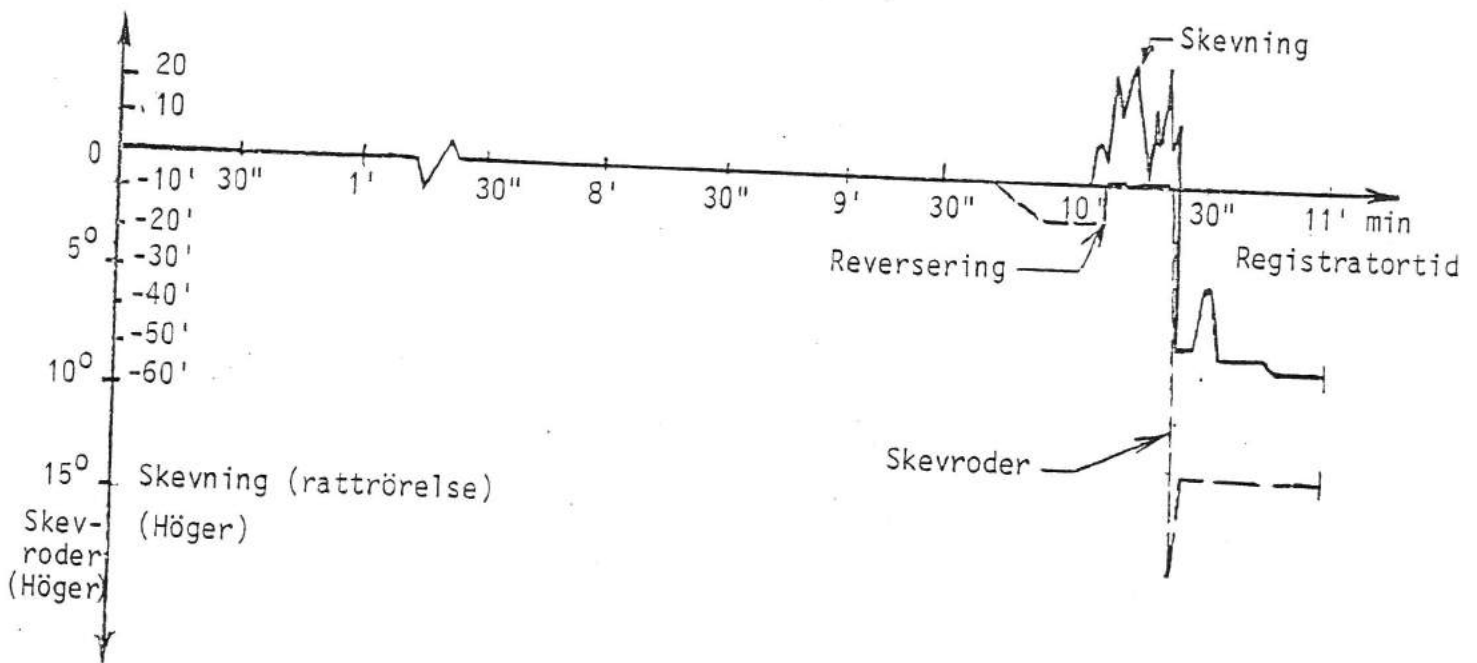


Fig 9. Skevning och skevroderutslag

Registreringen av pedalutslag och sidroderutslag visar följande:

Vid registreringens början skedde ett roderutslag och ett pedalutslag till vänster, se fig 10. Vid registratortid 3'30" till 4'20" vände pedal- och roderutslaget till utslag åt höger (detta är samtidigt som flygplanet ändrade kurs, se fig 4). Pedal- och roderutslagen ändras sedan till ganska små utslag åt höger intill registratortid 9'28", dvs några sekunder efter det att startrullningen började. I fortsättningen visar registreringen en serie pedalutslag åt höger och vänster. Samtidigt visar registreringen några sidroderörelser i båda riktningarna. Dessa har inte samma utslagsfrekvens som pedalrörelserna.

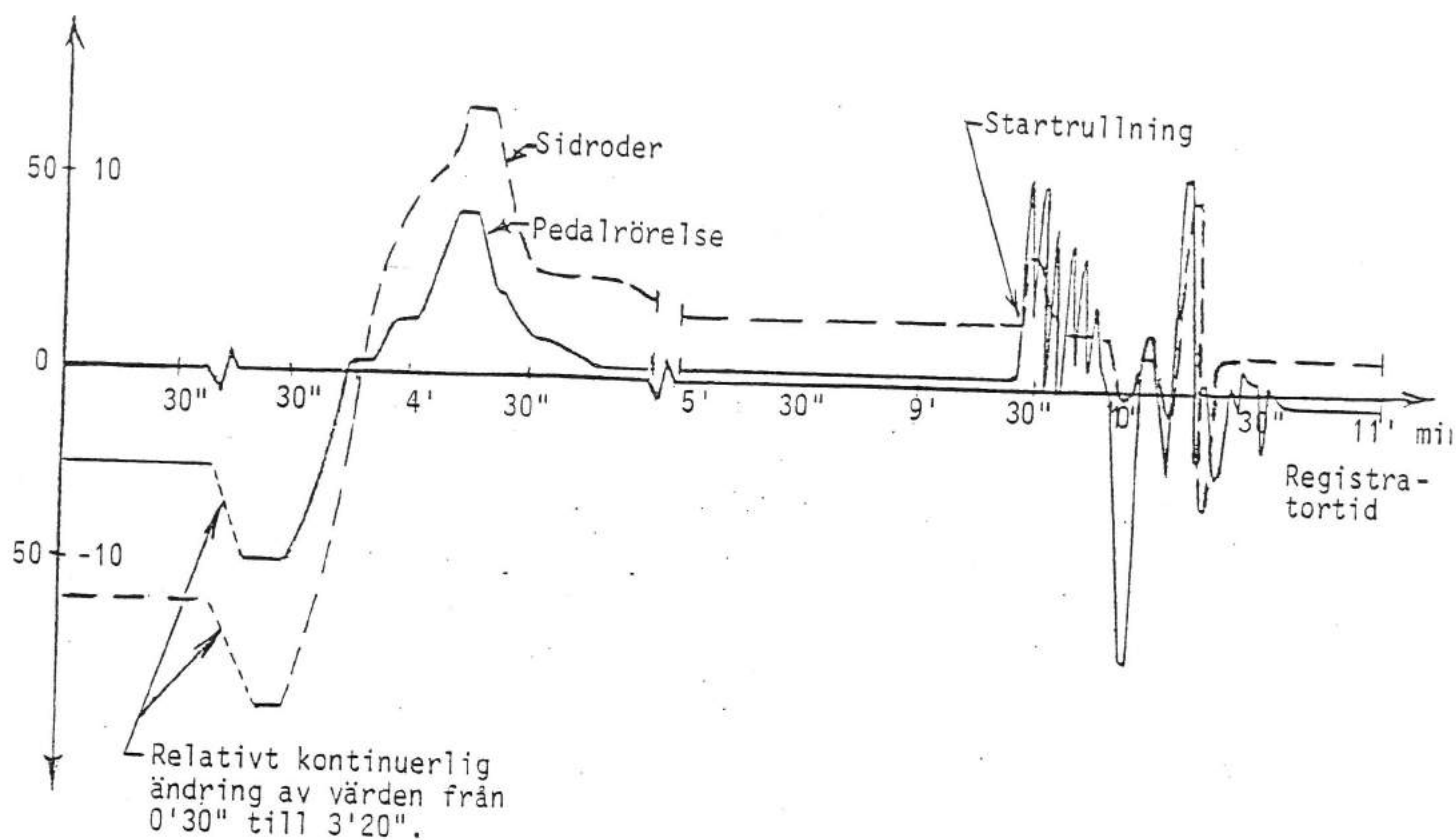


Fig 10. Pedalrörelse och sidroderutslag

Främre och bakre färdregistratorer visar i allt väsentligt samma data bortsett från att bakre registrator visar en gasreglagerörelse som korresponderar med en varvtalsändring i ett fall där den främre registratorn inte registrerar någon varvtalsrespons.

De registrerade värden av spak- och pedalutslag samt roderutslag som erhöles med hjälp av den bakre registratorn vid proven av styrsystem efter olyckan visar mycket god överensstämmelse mellan spak- och pedalrörelser och roderörelser. Samma goda överenskommelse fanns i registreringen av spak- och pedalrörelser och roderutslag under flygningen från Oslo till Arlanda. Det fanns då ingen indikering på styrsystemfel.

1.11.2 Ljudregistratorn

Ljudregistratorn var installerad i apparatrummet under främre delen av kabinolvet. Tillgänglig information från registratorn har skriftligen tillhandahållits kommissionen genom registreringslandets försorg. Enligt denna har bandupptagning skett från kl 1147,20 till kl 1158,30. Registratorn har tre kanaler, varav två för registrering från besättningsmikrofonerna samt en från öppna mikrofoner i cockpit.

Av informationen från ljudregistratorn framgår bl a följande.

- a) Registratorn har inkopplats först i samband med att motorerna startats; skall enligt checklistan inkopplas före motorstart.
- b) Före uttaxningen rapporteras bl a följande vid läsning av check-listan:
 1. "Tillslagna stängd med locket". Avser den punkt på checklistan som gäller kontroll att strömbrytarna för det hydrauliska styrsystemet är tillslagna och att locket över strömbrytarna är nedfällt.
 2. "Kontrollerade fria". Avser roder och rapporteras av såväl befälhavaren som flygstyrmannen.
 3. Beträffande "felpanelen" rapporterar flygstyrmannen och befälhavaren "lyser inte".
- c) I holdingposition rapporterar färdmekanikern beträffande felpanel "lyser inte".
- d) I startposition rapporteras bl a "Nosställ", "7⁰" samt omkring 15 sekunder före påbörjandet av start beträffande varning "Ej klart för start", "lyser inte".

1.12 Teknisk undersökning

Den tekniska undersökningen av flygplanet delegerades till de sovjetiska myndigheterna. Undersökningen gjordes enligt Aeroflots rutiner för kontroll av styrsystem av en grupp tekniker från tillverkare och operatör och följdes av representanter för kommissionen. Undersökningen visar bl a följande:

- a) Styrsystemet fungerade utan anmärkning efter olyckan.
- b) Lampan till varningsskylten "Booster" på flygmekanikerns panel var sönder.
- c) En av de tre elektriska hydraulventilerna i flygplanets bakkropp till styrsystemets tre olika hydraulkretsar var i läge "Till", de andra två i läge "Från".

- d) Spakkraftgivaren till höjdrodret var i läge "Flygning" medan givaren till pedalerna var i läge "Start".
- e) Manöverreglagen i förarkabinen hade rörts efter olyckan. Deras position vid haveriet kunde därför inte fastställas.

1.12.1 Undersökning av lampa till "Booster" på flygmekanikerns panel

Lampan undersöktes på statens kriminaltekniska anstalt. Undersökningen har visat att glödtråden åldrats och troligen brutits sönder av en stöt när den var tänd eller omedelbart efter att den hade varit tänd.

1.12.2 Flygplanets konfiguration vid avkörning av banan

Fotografier tagna då flygplanet åkte utför slutningen visar att klaffar, slats och spoilers var utfällda men att klaffar och slats fälldes in efter det att flygplanet stannat.

1.13 Medicinsk information

Inga personskador.

1.14 Brand

Brand uppstod ej.

1.15 Överlevnadsmöjligheter

Då flygplatsbrandkåren - åtta brandfordon och två ambulanser - cirka 30 sekunder efter det flygplanet stannat anlände till haveriplatsen, hade främre dörren på flygplanet öppnats men i övrigt ej vidtagits några åtgärder för evakuering av passagerarna. Passagerarna evakuerades genom brandkårens försorg med hjälp av dess räddningsrännor. Brandchefen påskyndade evakueringen och dirigerade passagerarna bort från haveriområdet och från flygfältets bansystem. Under evakueringen stod brandfordonen uppställda runt flygplanets bakkropp. Man

hade högsta brandberedskap. Evakueringen av de ombordvarande var avslutad efter cirka fem minuter.

Enligt uppgift från två av passagerarna hade flygplanets kabinpersonal inte före starten kontrollerat att passagerarna var fastspända.

1.16 Särskilda prov

Ej aktuella.

1.17 Övrigt

1.17.1 Uppgifter av besättningen

Befälhavaren, flygstyrmannen, navigatören, radiooperatören och färdmekanikern har hörts av kommissionen samt har dessutom med undantag av radiooperatören avgivit skriftliga svar på kompletterande frågor från kommissionen. De har därvid bl a lämnat följande uppgifter.

Befälhavaren: Före start lästes checklistan i sin helhet. Roderkontroll skedde dock ej. Det ansågs ej nödvändigt eftersom sådan kontroll skett före start tidigare samma dag och allt då fungerat bra. Att "Ej klart för start" lyste såg han först efter det han känt ett bestämt motstånd i spaken och då tittat på instrumentpanelen.

Flygstyrmannen: Vid kontrollen före starten lyste inte varningen "Ej klart för start". När befälhavaren drog av gasen såg han att varningen lyste.

Navigatören: I holdingposition läste han checklistan. Härvid svarade befälhavaren och flygstyrmannen beträffande varning "Ej klart för start", "lyser ej". Han såg sedan ej att varningen "Ej klart för start" lyste, men hörde befälhavaren säga att den gjorde så i samband med gasavdraget.

Färdmekanikern: Efter flygplanets ankomst från Oslo till Arlanda skedde bränslepåfyllning och gjordes service på flygplanet. Sedan passagerarna kommit ombord anmälde han "dörrar och luckor stängda". Han kontrollerade varningstablån för dörr- och lucklägen genom att

trycka på knappen för kontroll av lamporna, varvid lampan "Booster" lyste med fast sken. I take-off position lyste inte lampan "Booster".

Radiooperatören: Efter det att befälhavaren fått starttillstånd gav denne order om start. Under starten tändes skylten "Ej klart för start" och befälhavaren gav order om att starten skulle avbrytas.

2 ANALYS

2.1 Inledning

För civila transportflygplan bestäms erforderlig banlängd för start på följande sätt:

Minsta tillåtna banlängd är den distans som krävs för att accelerera planet till en viss beslutfart, V_1 , och sedan bromsa till stillastående. Beslutfarten bestäms av att det även krävs att man från V_1 , med en motor stoppad, skall kunna fortsätta starten och vid banans slut ha nått 10 meters höjd. Detta betyder att om en motor stannar innan V_1 passerats skall man kunna bromsa på kvarvarande banlängd, och om motorn stannar vid V_1 eller däröver skall starten kunna genomföras.

För SU 212 var beslutfarten vid den aktuella starten i stort sett lika med den fart flygplanet hade då befälhavaren sökte föra spaken bakåt för att lätta. Den minsta tillåtna banlängden för SU 212 var 1 600 meter, dvs cirka 900 meter kortare än bana 26 på Arlanda. För avbruten start vid fart V_1 fanns alltså erforderlig bromssträcka för SU 212^{x)}. Av intresse är därför att diskutera inte blott varför starten avbröts utan även varför starten ej avbröts i tid på en bana vars längd överskred erforderlig banlängd för aktuell flygning med ungefär 55 %.

Ett annat problem av intresse vid denna utredning är frågan om överlevnadsmöjligheterna när ett flygplan inte kan stanna på tillgänglig banlängd. Flygplanet stannade med nosen nära en brant uppförssluttning och risken för totalhaveri var stor. I samband med skadeförebyggande verksamhet är det viktigt att få veta vad det var som förhindrade att denna olycka utvecklades till en katastrof.

x) Enligt Aeroflot beräknas erforderlig banlängd med $V_1 = V_R$ för det här aktuella fallet.

2.2 Varför avbröts starten?

När befälhavaren vid rotationsfarten sökte föra spaken bakåt för att lätta fann han att manöverkrafterna var onormalt stora och att flygplanets nos inte lyftes. Han avbröt därför starten.

Data från båda färdskrivarna visar att befälhavaren förde spaken bakåt vid V_R och att han inte fick någon höjdroderrespons eller någon nos-upp rörelse, se fig 5, 7 och 8. Det finns därför ingen anledning att betvivla att starten avbröts på grund av bristande höjdroderrespons.

Bristande höjdroderrespons kan bero på styrsystemfel eller på att styrsystemets hydraultryck inte är tillslaget.

Analysen av data från båda färdskrivarna visar att styrsystemet fungerade utan anmärkning vid landningen på Arlanda efter flygningen från Oslo. Systemet fungerade dessutom utan anmärkning vid proven efter haveriet. Vid startförsöket från Arlanda fungerade däremot inga roder korrekt. Detta indikerar att man glömt slå till styrsystemets hydraultryck före starten från Stockholm. Det är helt osannolikt att man hade ett tekniskt fel som påverkade alla tre hydraulkretsarna och som sedan försvann av sig självt.

När befälhavaren hade börjat avbryta starten upptäckte han och andra i besättningen, att varningsskylten "Ej klart för start" blinkade. Detta styrker hypotesen att hydraultrycket inte var tillslaget. Skylten lyser bl a när locket över strömställarna till styrsystemets hydraulventiler inte är nedfällt och stängt vilket kan innebära att strömställarna ej står i läge "Till".

Om varningsskylten blinkade när starten avbröts måste den ha blinkat under hela startförloppet. Uttaxningen varade i cirka 8 minuter. Under denna tid skall skylten normalt blinka. Blinkandet upphör först när flygplanet står i startposition och noshjulsstyrningens maxvinkel ändras från 55° till 7° .

Varningslampor som blinkar under lång tid då ingen fara föreligger (som vid uttaxningen i detta fall) har obetydlig varnande effekt och kan lätt förbises av besättningen. Detta är känt från tidigare haverier med olika flygplan.

Enligt information från ljudregistratorn slog besättningen om noshjulsstyrningen från 55^o till 7^o när flygplanet hade ställts upp i startläge på bana 26. Därefter rapporterades att varningsskylten "Ej klart för start" inte lyste, något som motsäger hypotesen att lampan blinkade hela tiden. En närmare granskning av data från ljudregistratorn visar emellertid att andra åtgärder enligt checklistan visserligen lästs men inte utförts. Således har man enligt ljudregistratorn sagt sig ha kontrollerat att rodren var fria men enligt befälhavarens vittnesmål gjordes ingen sådan kontroll före starten från Stockholm. Detta ansågs ej nödvändigt eftersom sådan kontroll skett före start tidigare samma dag och allt då fungerat bra. Data från färdregistratorerna visar också att ingen kontroll gjordes av fria roder. Första gången spaken drogs bakåt var vid rotationsfarten V_R .

En förklaring till att besättningen läst av en punkt på checklistan utan att motsvarande åtgärd utförts kan vara följande: Vid Aeroflot utföres först alla erforderliga åtgärder. Därefter läser man checklistan och kontrollerar att allt som krävs är gjort. Detta kan resultera i en snabb-läsning av checklistan, varigenom även åtgärder som inte är utförda accepteras som avklarade.

För att förhindra att man glömmer att slå till styrsystemets hydraultryck finns även varningsskylten "Booster" på färdmekanikerns instrumenttavla. Skylten, som lyser med fast sken när locket över strömställarna till hydraultrycksventilerna inte är nedfällt och stängt, belyses av endast en lampa. Efter haveriet var lampan sönder. Undersökning av glödtråden visar att lampan sannolikt var varm då den gick sönder. Enligt färdmekanikern lyste lampan vid lampkontrollen innan uttaxningen men inte senare. Lampan kan ha gått sönder vid lampprovet. Det är mindre sannolikt att en varningsskylt som normalt inte blinkar förblev obemärkt under hela uttaxningen.

Vid kontroll av olika spak-, hydraulventil- och spakraftgivarlägen innan den tekniska undersökningen påbörjades framkom tecken som visar att besättningen ändrat spakinställningar efter haveriet. Detta förklarar varför en av styrsystemets elektriska hydraultryckventiler var i öppet läge medan två var stängda. Att vissa spakar måste ha rörts visas dessutom av färdregistratorernas data varav framgår att vingklaffarna fällts in efter haveriet. Skador på klaffar och slats bestyrker detta. Dessa skador visar

att både slats och klaffar måste ha varit utfällda när flygplanet körde på ILS-antennen och först därefter fällts in. Fotografier tagna när flygplanet kanade utför sluttningen bestyrker detta.

Infällningen av klaffarna har också medfört att spakraftsgivaren för höjdstyrningen har ställts om till läge "Flygning", som ger hög spakraft, efter det att flygplanet havererade. Fel på spakraftgivaren har således inte bidragit till haveriet.

Med ledning av ovanstående finner kommissionen att den enda sannolika förklaringen till den brist på höjdroderrespons som fick befälhavaren att avbryta starten är att besättningen glömt att slå till styrsystemets hydraultryck.

2.3 Diskussion av vissa registrerade data

Av intresse i sammanhanget är att färdregistratorerna registrerat vissa roderrörelser under aktuell tidrymd. Dessa kan förklaras på följande sätt:

Höjdroder

Två små höjdroderörelser (cirka $0,5^{\circ}$) registrerades när flygplanet hade den högsta farten, strax efter det att kaptenen dragit av gas, se fig 8. Roderutslagen har troligen berott på kraftig turbulens vid flygplanets stjärtparti när kaptenen drog av gas. Luften som normalt går genom motorerna måste då strömma runt dessa och kraftiga strömningsavlösningar erhålles då vid luftintagens läppar.

Skevroder

Ett skevroderutslag på 2° åt höger förekommer mellan registreringstiden 9'50" och 10'05" utan att något skevspakutslag samtidigt gjorts. Roderutslaget ökar från noll när flygplanets fart börjar öka och försvinner när reverseringen börjar. Roderutslaget beror sannolikt på olika laster på höger och vänster skevroder i samband med acceleration längs banan i sidvind. När reverseringen börjar ändras lasterna och därmed också rodervinkeln.

Ett kraftigt skevroderutslag erhöles när flygplanet gick av banans förlängning. Roderutslaget har troligen förorsakats av högervingsens kollision med ILS-antennen.

Sidroder

Under uttaxningen till bana 26 finns både pedal- och roderutslag registrerade. Roderutslagen kan helt förklaras av varierande luftlastar på rodret beroende på flygplanets fart och riktning under utkörning i sidvind. Pedalerna rör sig när rodret ändrar vinkel på grund av mekanisk koppling mellan roder och pedaler. Kommissionen har konstaterat att sidrodret kan röras utan att det finns hydraultryck. Den rodervinkel som erhålles beror dock på luftlasterna som begränsar uppnåelig rodervinkel med enbart mekanisk kraftöverföring. Under startrullningen finns flera pedal- och roderutslag registrerade. Dessa diskuteras senare.

Attitydvinkel

Registreringen av attitydvinkel visar två minskningar av attityder från $+1^{\circ}$ till -2° mellan registreringstiden 8' och 9'. Detta beror sannolikt på inbromsning i samband med 180° -svängen vid uppställning på bana 26. Attitydändringar som registreras under färden längs bana 26 diskuteras senare.

2.4 Varför avbröts inte starten i tid?

Data från flygplanets färdregistratorer samt vittnesmål och uppmätning av bromsspår har gjort det möjligt att göra en ungefärlig rekonstruktion av flygplanets färd längs bana 26, se fig 12 sid 28.

Integrationen av färdregistratorns fart/tid-kurva ger en distans av ungefär 2 550 meter från startrullningens början tills flygplanet gick av banans förlängning, om man antar att motvinden var cirka 15 knop. Detta betyder att startrullningen började cirka 150 meter från början på bana 26, vilket i stort sett stämmer med befälhavarens uppgift att flygplanet ställdes upp 100-120 meter från banändan.

Fig 11 visar att flygplanet nådde V_R ungefär vid banans 900 meterspunkt. Färdregistratordata visar att befälhavaren då drog i spaken under cirka 2 sekunder. Efter ytterligare cirka 3 sekunder började han dra av gas. Varvtalet började sjunka och nådde ett minimivärde (något över tomgång) cirka 7 sekunder senare. Under de 8 sekunder som förflöt från det ögonblick befälhavaren försökte rotera flygplanet tills varvtalet hade sjunkit så mycket att accelerationen upphörde ökade flygplanets indikerade fart från 240 km/h till 304 km/h. Detta motsvarar en fartökning relativt banan från cirka 215 km/h till 280 km/h. Samtidigt ökade rullsträckan från cirka 900 meter vid $V_R = 240$ km/h till ungefär 1 500 meter vid maxfarten. När den verkliga farten ökade från 215 km/h till 280 km/h ökade den sträcka som behövs för inbromsning med cirka 70 %. En grov uppskattning visar att bromssträckan därmed ökade från 600 meter till cirka 1 000 meter. Därmed ökade erforderliga banlängden för acceleration och inbromsning från cirka 1 750 meter till cirka 2 500 meter (om starten påbörjades cirka 150 meter från banans början). Detta visar att om inte inbromsning börjar mycket snabbt efter att V_1 passerats kan för avbruten start erforderlig banlängd bli otillräcklig.

Uppmätningen av bromsmärken på banan visar att hård hjulbromsning med gummiavlagring på banan började först vid banans 1 700 meterspunkt, cirka 6 sekunder efter gasavdraget. Fördröjningen av hjulbromsningen har, i förening med accelerationen efter att V_1 passerades, minskat möjligheterna att stanna på tillgänglig banlängd.

Uppmätningen av bromsspåren visar vidare att flygplanet har avvikit mot höger bankant och varit mycket nära att köra av banan ungefär vid banans 2 000 meterspunkt. Detta tyder på problem med girstyrningen. Sådana problem kan uppstå när fenans effektivitet minskar på grund av kraftig turbulens från motorernas luftintag i samband med gasavdrag vid hög fart. Girstabiliteten kan då ha minskat så mycket att flygplanet under den rådande sidvinden kom att svänga mot höger. Kraftiga pedalrörelser åt vänster och höger under rullningen tyder på problem med girstyrningen. Att man i samband med pedalutslagen har fått sidroderutslag tyder på att luftlasterna på sidrodret har minskat, något som också kan förklaras av turbulens.

Två vittnen har uppgivit att flygplanets nos lyftes under rullningen. Även färdregistratorens data visar en noshöjning, se fig 7. Enligt

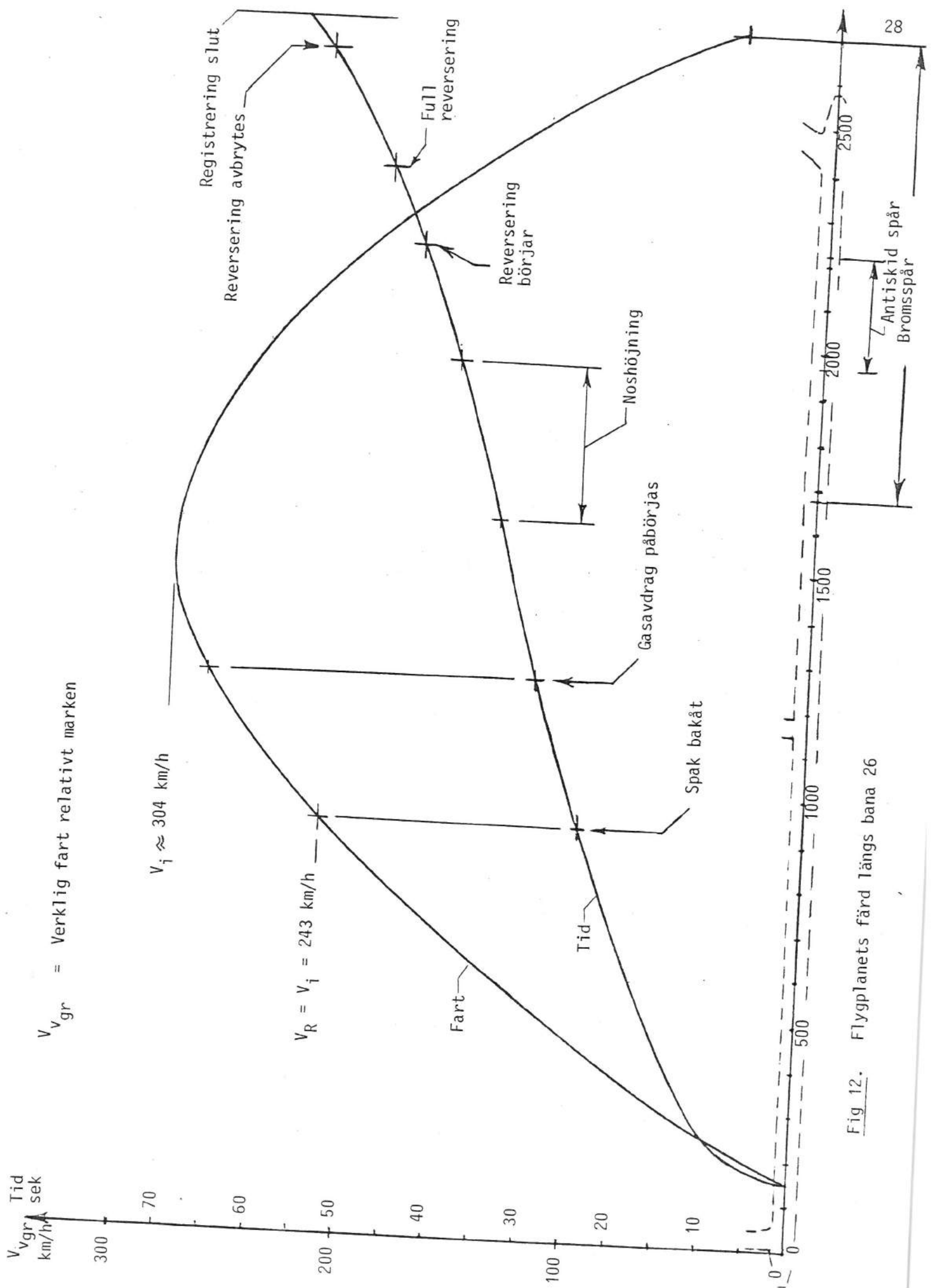


Fig 12. Flygplanets färd längs bana 26

flygplanstillverkaren kan noshöjning erhållas i samband med gasavdrag vid hög rullningsfart. I stället för framåtriktad dragkraft, som ger ett nos-ned moment, får man då ett bakåtriktat motstånd på motorernas luftintag, vilket ger ett nos-upp moment. Noshöjningen omöjliggör kursstyrning med hjälp av noshjulet.

Det anförda visar att man vid avbruten start med hög fart utan motorfel förutom problem med acceleration under besluttiden även kan få problem med flygplanets stabilitet efter gasavdraget.

Färdregistratorns data visar att reverseringen påbörjades cirka 14 sekunder efter gasavdraget och att fullt reverseringsvarv erhöles 3-4 sekunder senare. Detta betyder att full reversering erhöles cirka 20 sekunder efter det att befälhavaren förde fram spaken efter lättningsförsöket. Reverseringen började ungefär vid banans 2 400 meters-punkt och slutade cirka 100 meter efter det att banändan hade passerats.

Under reverseringen ändrades flygplanets kurs mot höger. Bromsspåren ledde till att börja med mot banans högra kant men krökte hela tiden åt vänster, se fig 3, vilket visar att flygplanet fram till banans slut ändrade kurs mot vänster och skulle ha kört av banförlängningens vänstra sida om ingen ny kursändring hade erhölets. På banförlängningens vänstra sida är markens sluttning flackare och dessutom finns här inga hinder typ ILS-antenn. Skaderisken blir därför mindre vid avkörning till vänster än vid avkörning rakt fram.

Det är möjligt att kursändringen åt höger har förorskats av reverseringen. När man reverserar med flygplan som har kroppsplacerade motorer blir strömningen vid fenan så turbulent att en väsentlig försämring av flygplanets girstabilitet kan erhöles. Härigenom kan planet svänga mot höger i sidvind från vänster. Samtidigt ger reverseringskraften ett nos-upp moment som minskar den nedåtriktade kraften på nosstället vilket minskar effekten av noshjulsstyrningen. Under reverseringstiden har skett pedalutslag både åt höger och vänster. Den bild man får av styrningsproblemen är densamma som vid gasavdraget vid hög fart där man även hade girstyrningsproblem och nos-upp moment.

Det sagda visar att befälhavaren under inbromsningen haft problem med flygplanets girstyrning och tippstyrning. Normalt skulle så inte ha varit fallet därför att befälhavaren då skulle ha haft möjlighet att hålla flygplanets nos nere genom att skjuta spaken fullt framåt och därmed öka trycket på noshjulet. Detta i kombination med att han även skulle fått sidroderutslag om styrsystemet hade fungerat, skulle ha underlättat styrningen under inbromsningen.

Information från ljudregistratorn visar att befälhavaren inte gav någon klar order att avbryta starten när han drog av gasen. Cirka 15 sekunder efter gasavdraget frågar någon i besättningen "Varför drog du av gas?" Bristande ordergivning har minskat besättningens möjlighet till samarbete under inbromsningen.

2.5 Överlevnadsmöjligheter

Ingen kom till skada vid avkörningen. Trots detta är det intressant att se närmare på de risker som förelåg i samband därmed, speciellt som kabinpersonalen inte kontrollerade att passagerarna var fastspända före starten. När flygplanet gick över kanten på banans förlängning sjönk huvudställens hjul ned i den mjuka marken, något som bromsade upp flygplanet och förhindrade att flygplanets nos åkte in i uppförbacken i kullen som låg i linje med banans förlängning. Det är möjligt att nödbromsning utlöstes när nosstället fälldes in och att detta förhållande bidrog till att huvudställen sjönk ned i marken. Det mjuka markunderlaget i kombination med att landställen tålde belastningen vid nedsjunkningen i marken kan ha förhindrat att avkörningen resulterade i en katastrof.

Flygplanets högra vinge slog ned ILS-antennen. Antennstrukturen är försedd med brottanvisningar med tanke på att den lätt skall brytas av i inflygningsriktningen om den träffas av ett landande flygplan. I detta fall påkördes antennen visserligen i utflygningsriktningen men bröts ändå ned utan att förorsaka flygplanet någon större skada. Med en starkare antennstruktur hade troligen fara förelegat att flygplanets vingtankar rivits sönder. Om bränsle då runnit ned på huvudställets varma bromsar kunde resultatet ha blivit en okontrollerbar brand.

Flygplatsbrandkåren var snabbt på plats efter det att flygplanet kört av banan. Detta kan förklara varför evakueringen av passagerarna inte började innan brandkåren anlände.

Flygfältets räddningstjänst fungerade utmärkt. Brandkårspersonalen insåg hur viktigt det är att omedelbart evakuera ett skadat flygplan även om brand ej är synlig.

2.6 Sammanfattande analys och diskussion

Befälhavaren avbröt starten därför att han kände bestämt motstånd när han sökte föra spaken bakåt för att rotera flygplanet vid lättningfarten. Undersökningen har visat att flygplanets styrsystem inte fungerade och att anledningen till detta var att man med största sannolikhet glömt slå till de strömställare med vilka ventilerna för hydraultrycket till styrsystemet manövreras. Flera faktorer kan ha bidragit till att besättningen inte observerat att de glömt slå till hydraultrycket.

Dessa faktorer är:

- a. I Aeroflot flyger samma besättningsmedlemmar alltid tillsammans. Detta har den fördelen att de får känna varandra. Nackdelen är att den inbördes kontrollen med tiden kan slappna, vilket inte så lätt sker när man flyger med olika besättningsammansättning vid varje flygning. Dålig ordergivning under inbromsningen tyder på brister i samarbetet hos SU 212:s besättning.
- b. Checklistan läses efter det att där upptagna åtgärder vidtagits. Risken är då att checkliste-läsningen i stället för att tjäna som kontroll av vidtagna åtgärder blir en ritual som måste gås igenom. I aktuellt fall har man t ex läst upp att man kontrollerat att rodrer var fria trots att så ej skett.
- c. Varningsskylten "Ej klart för start" blinkar hela tiden under utrullningen tills noshjulsstyrningen slagits om från 55° till 7°. Detta kan göra besättningen "blind". Varningen kan med tiden ändra mening och uppfattas att betyda "noshjulsstyrning på 55°" i stället för varning för bl a "hydraultryck för styrsystem ej tillslaget". En varning för något så viktigt som styrsystemets hydraultryck måste ges endast om trycket är för lågt.

d. På färdmekanikerns panel fanns visserligen en särskild varnings-skylt med ordet "Booster" som tänds när styrsystemets hydraultrycks-strömbrytare inte är tillslagna. Denna skylt belystes endast av en lampa, som emellertid efter olyckan visade sig vara sönder. Varje viktig varningspanel bör belysas av två lampor. Dessa lampor måste skiljas åt med hjälp av en vägg så att endast halva skylten är belyst när en lampa är sönder. Därmed undviker man att ett enkelt lampfel kan förorsaka ett flygplanshaveri.

Minsta startsträcka för TU 154 B-1 under de förhållanden som rådde vid starten var 1 600 meter vilket, om flygplanet ställdes upp cirka 150 meter från banans början, gav en erforderlig banlängd av 1 750 meter. Den totala sträckan från banans början till haveriplatsen var ungefär 2 700 meter dvs drygt 50 % längre. Trots att banan var torr och har en räfflad yta som ger mycket god bromsförmåga kunde man inte stanna på tillräcklig banlängd. Det fanns flera anledningar till detta. Dessa är:

a. Flygplanet accelererade till en fart som var nästan 30 % högre än V_R från det ögonblick befälhavaren drog i spaken tills gasavdraget hade gett så låg dragkraft att flygplanet slutat accelerera. Detta ökade både accelerationssträckan och inbromsningssträckan.

b. Bromsning som gav gummiavlagring på banan började först cirka 6 sekunder efter gasavdraget. Hade bromsningen börjat omedelbart efter gasavdraget, eller i samband med detta, skulle flygplanet troligen stannat på banan.

Hård bromsning skulle ha gett ett nos-ned moment som skulle ha förbättrat möjligheterna till styrning när girstabiliteten försämrades på grund av turbulent strömning runt fenan i samband med gasavdraget och reverseringen. Även på de bandelar där bromsningen gav gummiavlagring var bromsspåren svaga. Endast på en kort sträcka mellan cirka 2 000 meter och 2 200 meter fanns märken efter ett pulserande anti-skid system. De svaga bromsmärkena ger anledning misstänka att befälhavaren inte har haft fötterna så placerade på pedalerna att det möjliggjort omedelbar inbromsning.

Undersökning av däcken visade att däckslitaget var litet och att bromsningen kunde varit hårdare utan risk för däckexplosion.

c. Reverseringen påbörjades mycket sent och har troligen haft liten effekt vad beträffar möjligheten att stanna. Den snabba accelerationen vid V_1 visar hur svårt det är att avbryta starten i tid när man har andra fel än motorfel. I förevarande fall har befälhavaren vid V_1 inte haft annan varning än "Ej klart för start" och det har därför tagit ganska lång tid för honom att identifiera problemet och avbryta starten. Resultatet har blivit en mycket stor ökning av accelerations- och inbromsningssträckorna.

d. Bristande ordergivning om inbromsning och fördröjning av hjulbromsning och reversering tyder på att besättningen utsatts för en situation som den inte har varit förberedd på. Problem med kontrollen av flygplanet i gir- och tippled kan ha bidragit till att öka den tid det tog att utföra olika åtgärder.

Det kan ifrågasättas om besättningen kände till de problem som kan uppstå vid denna typ av avbruten start. Detta haveri visar vikten av att öva avbruten start även för andra situationer än motorstörningar.

Flygplanet stannade med nosen i marken före motlutet. Bidragande faktor till att flygplanet inte kom längre och därmed bröts sönder var att huvudställens hjul sjönk ned i den mjuka marken där banans förlängning börjar slutta nedåt. Problemet med hög risk vid avkörning över banändorna existerar vid många flygfält i Norden. Detta haveri visar hur även ett litet område med lös mark kan ge en bromseffekt som kan betyda skillnaden mellan ett mindre haveri och en total katastrof. Detta är något som bör beaktas vid säkerhetsbedömning av flygfält.

Om befälhavaren haft full kontroll över flygplanets styrning i sidled skulle det varit möjligt att undvika haveriet genom att köra av bana 26 till vänster på taxibanan vid banändan. På många flygfält finns avkörningsriktningar som är mera fördelaktiga än andra. Ett sätt att underlätta befälhavarens beslut om avkörningsriktning är att markera denna med en pil.

Den relativt obetydliga skada som kollisionen med ILS-antennen resulterade i visar hur viktigt det är att antenner, belysning etc nära banorna är konstruerade så att de lätt bryts ned vid kollision med flygplan.

Arbetet med att flytta flygplanet från haveriplatsen påbörjades först dagen efter haveriet då speciell utrustning måste hämtas från Sovjetunionen. Räddningsarbetet fördröjdes på grund av problem med avtanking. Ett speciellt mellanstycke mellan flygplanet och den svenska tankvagnen var erforderligt. Även detta måste hämtas från Sovjetunionen.

3 SLUTSATSER

3.1 Sammanfattning av undersökningsresultat

1. Besättningen innehade för flygningen gällande certifikat.
2. Flygplanet hade underhållits enligt gällande regler.
3. Inga tekniska fel upptäcktes vid kontroll efter haveriet.
4. Besättningen hade med största sannolikhet glömt att slå till styrsystemets hydraultryck före starten.
5. Flygplanets varningssystem mot glömska att slå till styrsystemets hydraultryck är inte tillfredsställande.
6. Besättningens kontroll av åtgärder enligt checklistan var inte tillfredsställande.
7. Besättningens samarbete under inbromsningen efter den avbrutna starten var inte tillfredsställande och tyder på att besättningen utsattes för en situation den hade svårt att bemästra.
8. Vid nödräningen övar man f n endast avbruten start vid motorfel.
9. Kabinbesättningen kontrollerade inte om passagerarna kopplat sina säkerhetsbälten före starten.

3.2 Sannolik orsak till haveritillbudet

Starten kunde inte fullföljas därför att besättningen inte hade slagit till styrsystemets hydraultryck.

Flygplanet körde av banan därför att erforderlig total accelerationsbromssträcka blev längre än tillgänglig sträcka - som var 50-60 % längre än för start erforderlig - på grund av kraftig acceleration under de sekunder befälhavaren behövde för att fatta beslut om att avbryta starten och på grund av fördröjd inbromsning och reversering.

Bidragande orsaker till olyckan har varit brister i besättningsarbetet, särskilt vad gäller kontrollåtgärder enligt checklistan, olämpligt varningssystem och avsaknad av träning av besättningen vad gäller avbruten start föranledd av annat än motorfel.

4 REKOMMENDATIONER

1. Sammansättning av besättning bör ej ske så att samma besättningsmedlemmar alltid flyger tillsammans.
2. Åtgärder enligt checklista bör ske i anslutning till att listan läses.
3. Varningssystemet på TU-154 B-1 bör ändras så att varningen "Ej klart för start" inte blinkar under uttaxningen annat än om start påbörjas med något fel som måste varnas för.

Skylten "Boosters" bör snarast modifieras så att den belyses av två lampor separerade av en mellanvägg.
4. Simulatorträning av avbruten start bör ske även för andra situationer än motorfel.
5. Aeroflot bör informera sin kabinpersonal om vikten av att före start kontrollera om passagerarna är fastspända.
6. Luftfartsverket bör undersöka möjligheterna att minska riskerna vid avkörning över banändarna. Diken och liknande bör om möjligt igenfyllas. Om detta ej kan göras bör hinder markeras på flygplatsskissen. Optimal avkörningsriktning bör markeras.
7. På flygplats som trafikeras av flygplan i linjefart bör alltid finnas anordningar för avtanking av varje sådant flygplan.

K-E Andersson
K-E Andersson

Åge Röed
Åge Röed