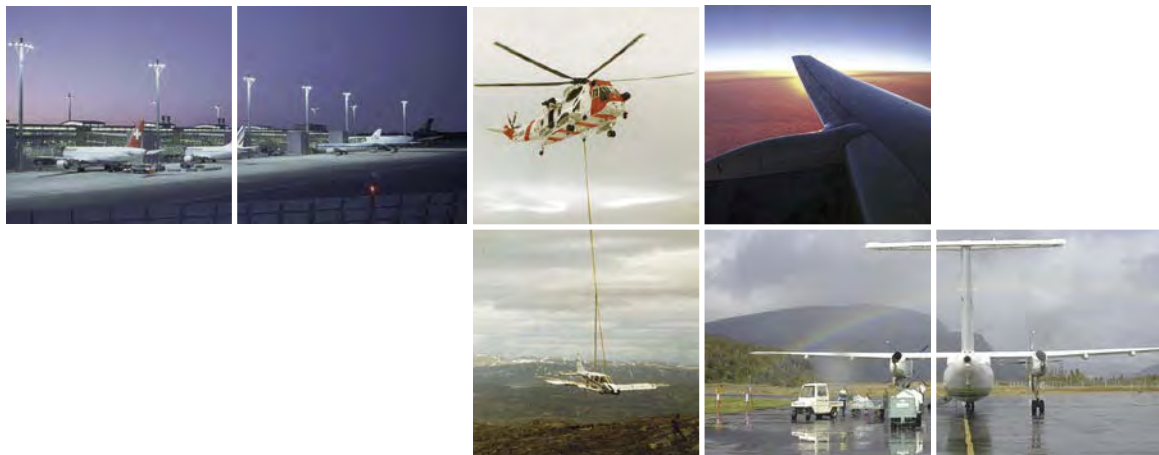



RAPPORT

SL 2011/25



RAPPORT OM ALVORLIG LUFTFARTSHENDELSE OVER SVENSHEIA I VEST-AGDER 7. JANUAR 2006, NÆRPASSERING MELLOM SAS925 OG KLM1174

 This report is also available in English

Statens havarikommisjon for transport (SHT) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre flysikkerheten. Formålet med undersøkelsene er å identifisere feil og mangler som kan svekke flysikkerheten, enten de er årsaksfaktorer eller ikke, og fremme tilrådinger. Det er ikke havarikommisjonens oppgave å ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar. Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sikkerhetsarbeid bør unngås.

INNHALDSFORTEGNELSE

MELDING OM HENDELSEN	3
SAMMENDRAG.....	3
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	4
1.0 Bakgrunnsinformasjon	4
1.1 Hendelsesforløp	4
1.2 Personskader	9
1.3 Skader på luftfartøy.....	9
1.4 Andre skader	9
1.5 Personellinformasjon	9
1.6 Luftfartøy	10
1.7 Været.....	10
1.8 Navigasjonshjelpemidler.....	10
1.9 Samband.....	10
1.10 Flyplasser og hjelpemidler	10
1.11 Flygeregistratorer	11
1.12 Havaristedet og flyvraket.....	11
1.13 Medisinske forhold	11
1.14 Brann.....	11
1.15 Overlevelsesaspekter.....	11
1.16 Spesielle undersøkelser	11
1.17 Organisasjon og ledelse	11
1.18 Andre opplysninger.....	13
1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder	19
2. ANALYSE.....	19
2.1 Flygebesetningenes disposisjoner	19
2.2 Lufttrafikkjentestens disposisjoner	19
2.3 Sektorisering og bemanning	21
2.4 Teknisk utstyr og hjelpemidler for flygeleder	21
3. KONKLUSJON	24
3.1 Undersøkelseresultater	24
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER	25
VEDLEGG.....	26

RAPPORT OM ALVORLIG LUFTFARTSHENDELSE

Luftfartøy:	1. Airbus 330-300 2. Fokker 70
Nasjonalitet og registrering:	1. Dansk, OY-KBN (SAS925) 2. Nederlandsk, PH-JCT (KLM1174)
Antall om bord:	1. Besetning på 13 og 258 passasjerer 2. Ukjent antall besetningsmedlemmer og 76 passasjerer
Eier:	1. SAS Scandinavian Airlines (SAS) 2. KLM Royal Dutch Airlines (KLM) Cityhopper
Hendelsessted:	I flygenivå 340, nord av Svensheia (SVA) i Oslo AoR, over Søgne i Vest-Agder.
Hendelsestidspunkt:	Lørdag 7. januar 2006, kl. 1342

Alle tidsangivelser i denne rapport er lokal tid (UTC + 1 time) hvis ikke annet er angitt.

MELDING OM HENDELSEN

Statens havarikommisjon for transport (SHT) ble varslet telefonisk av SAS, Sverige, ca. to timer etter hendelsen.

SAMMENDRAG

SAS925 og KLM1174 lå på kryssende kurser over Svensheia i Sør-Norge. Begge fløy i tildelt høyde, flygenivå 340. Vakthavende flygeleder oppdaget konflikten da luftfartøyene var ca. 8-9 NM fra hverandre, og instruerte begge om å svinge 30 grader til høyre, noe bare SAS925 gjorde. Omtrent samtidig mottok begge luftfartøy instruksjon fra det luftbårne antikollisjonssystemet TCAS (Traffic Collision Avoidance System) om henholdsvis å stige og å synke. Fare for sammenstøt ble avverget ved at flygebesetningene fulgte sine respektive TCAS RA-instruksjoner (Resolution Advisory). Som følge av dette ble minste horisontale avstand mellom luftfartøyene, uten at vertikal atskillelse på 1 000 ft var ivaretatt, 2.7 NM.

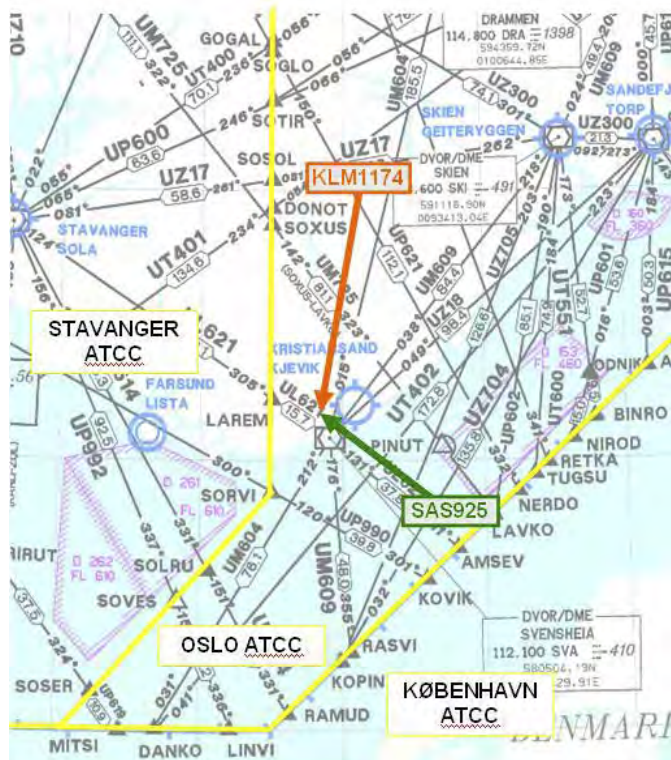
Ved denne undersøkelsen mener havarikommisjonen å ha avdekket at årsakene til at underskridelsen av atskillelsesminima oppsto, kan knyttes til Flysikringstjenesten. Det var bl.a. systemsvakheter knyttet til utforming av trafikkbord og distribusjon av trafikkstripper, noe som vanskeliggjorde flygelederens konfliktsøk. Videre er det avdekket at det bakkebaserte sikkerhetsnettverket STCA (Short Term Conflict Alert), som skulle varsle flygelederen dersom definert atskillelsesminima var i ferd med å bli underskredet, ga varsel senere enn forutsatt.

Flysikringstjenesteleverandøren Avinor har i etterkant av hendelsen iverksatt en rekke forbedringstiltak. Havarikommisjonen mener at disse tiltakene, slik de er implementert i dag, bidrar til å forebygge lignende hendelser. Det fremmes ingen sikkerhetstilrådinger i denne rapporten.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.0 Bakgrunnsinformasjon

Hendelsen fant sted i flygenivå (FL) 340, 2-3 NM nord av Svensheia i Vest-Agder fylke. Svensheia (SVA) DVOR/DME er et sentralt trafikk-knutepunkt for underveistrafikk som krysser Sør-Norge. Luftrommet hører inn under Oslo AoR, sektor Skagerrak.



KLM1174 var underveis fra Trondheim lufthavn Værnes (ENVA) til Amsterdam airport Schiphol (EHAM) i flygenivå 340. Kursen var 191 grader. Luftfartøyet var klarert direkte mot rapporteringspunktet ARTIP i Nederland, slik at det ville passere ca. 2-3 NM nord av SVA.

SAS925 var underveis fra København lufthavn Kastrup (EKCH) til Washington Intl. airport Dulles (KIAD), også i flygenivå 340. Kursen var 305 grader. Luftfartøyet var klarert direkte mot rapporteringspunktet GUNPA i Nordsjøen mellom Shetland og Norge, slik at det ville passere ca. 2-3 NM nord av SVA.

Figur 1: Flygningene SAS925 og KLM1174 i sektor Skagerrak¹, Oslo ATCC.

1.1 Hendelsesforløp

1.1.1 Kronologisk hendelsesforløp sett fra flygeleders arbeidsposisjon

- 1.1.1.1 Trafikkstripper for de to flygningene KLM1174 og SAS925 forelå i god tid før luftfartøyene entret sektoren Skagerrak. Kontrolldata for begge flygningene var korrekte, med unntak av ruteføringene på trafikkstrippene som ikke stemte, fordi begge luftfartøyer hadde blitt reklarert av tilstøtende sektorer til direkteruter.
- 1.1.1.2 Etter at direkteruten ”ARTIP” for KLM1174 var koordinert per telefon med flygeleder i tilstøtende sektor, skrev flygeleder i sektor Skagerrak “ARTIP” på trafikkstrippen (se figur 2).
- 1.1.1.3 København kontrollsentral hadde registrert krysningspunkt KOPIN for flygningen KLM1174, mens det var registrert TUGSU på trafikkstrippen i sektor Skagerrak. På grunn av uoverensstemmelsen fikk flygeleder i sektor Skagerrak LTT-fullmektigen til å opprette telefonforbindelse med aktuell flygeleder i København kontrollsentral. Flygeleder sektor Skagerrak ble deretter involvert i å avtale nytt exit-punkt for

¹ Sektorinndelingen i Oslo AoR ble endret 7. april 2011 i forbindelse med innføringen av Oslo ASAP (Advanced Sectorization Automation Project).

flygeplanen for KLM1174, slik at flygeplanen kunne overføres elektronisk mellom de to kontrollsentralene.



Figur 2: Kopi av aktuelle trafikkstripper.

- 1.1.1.4 Det ble benyttet to trafikkstripper for SAS925, én inn i sektor via AMSEV og én ut av sektor via SVA. Den første trafikkstrippen ble lagt bort da SAS925 meldte seg på sektoren. SAS925 ble videre representert med en trafikkstripp, i blå trafikkstrippholder ², som lå i seksjonen SVA til høyre på trafikkbordet (se figur 3).
- 1.1.1.5 Som følge av at direkterute ikke var registrert i flygeplandatasystemet, var KLM1174 kun presentert med én trafikkstripp, som viste ruten SKI-TUGSU (se figur 2). Flygeleder la trafikkstrippen for KLM1174 i venstre seksjon, i en blå trafikkstrippholder. Trafikkstrippene for de to flygningene SAS925 og KLM1174 lå følgelig ikke i samme seksjon på trafikkbordet.



Figur 3: Utforming av trafikkbordet i sektor Skagerrak, med fem seksjoner, og bruk av gule og blå trafikkstrippholdere (Merk: trafikkstrippene er ikke fra den faktiske hendelsen).

² Iht. RFL II GEN-7, Instruks for føring av trafikkstripper (FPS), kapittel 5 benyttes blå farge for nordgående IFR-flyging (trekk 271 – 090 grader), mens gul farge benyttes for sydgående IFR-flyging (trekk 091 – 270 grader).

- 1.1.1.6 Klarert flygenivå, 340, for begge flygningene ble skrevet på trafikkstrippene av flygeleder da de meldte seg på frekvensen til sektor Skagerrak. Flygeretning var notert av LTT-fullmektigen, mens anvisning for direkteruteføring var skrevet på av flygeleder. Det var kun trafikkstrippen for KLM1174 som ble påtegnet direkteruteføring, ”ARTIP”.
- 1.1.1.7 Flygebesetningen på KLM1174 sjekket inn på frekvensen til sektor Skagerrak kl. 1329, og rapporterte at de var i FL340. Flygeleder sektor Skagerrak responderte med ”KLM1174 Oslo Roger”.
- 1.1.1.8 7 minutter senere sjekket flygebesetningen på SAS925 inn på samme frekvens, og rapporterte at de befant seg i 32 300 ft, under stigning til FL340, på vei mot rapporteringspunktet GUNPA. Flygeleder sektor Skagerrak responderte med ”Scandinavian 925 Oslo Roger”. Flygebesetningen rapporterte for øvrig ikke da de nådde FL340. De to luftfartøyene var på kryssende kurs, og SAS925 var i ferd med å nå samme flygenivå som KLM1174.
- 1.1.1.9 Et tredje fly, med kallesignal KLM1144 befant seg på samme tid i sektor Skagerrak (se figur 4). KLM1144 fløy i flygenivå 320. Flyet var i ferd med å forlate sektor Skagerrak i sørsørvestlig retning, da flygelederen kl. 1341 instruerte flygebesetningen på KLM1144 til å skifte til radiofrekvensen tilhørende København kontrollsentral.
- 1.1.1.10 Et fjerde fly med kallesignal JXX102 var i ferd med å forlate sektoren vestover i flygenivå 360 (se figur 4). Denne flygningen hadde fått revidert flygenivå fra 320 til 360 av København ATCC.
- 1.1.1.11 Flygeleder sektor Skagerrak har forklart at han hadde et mentalt bilde av at de to flygningene KLM1174 og SAS925 befant seg i forskjellige flygenivåer, henholdsvis 340 og 360, og at luftfartøyene følgelig var atskilt vertikalt. Han har videre forklart at han ”fikk sjokk” da han plutselig oppdaget på radarskjermen at de to flygningene befant seg i samme flygenivå 340, på kryssende kurs. Hans første innskytelse var at SAS925 måtte ha flatet ut i FL340 på vei opp mot FL360, uten å informere kontrollsentralen om dette.



Figur 4: Utsnitt av radarbilde ca. kl. 1340. KLM1174 og SAS925 flyr på kryssende kurs i FL340. Flygeleder hadde lagt opp en avstand og retningslinje (gul linje) fra KLM1174 i retning mot "ARTIP". JXX102 flyr i FL360, og er på vei ut av sektor Skagerrak i vestlig retning. KLM1144 flyr i FL320, og er på vei ut av sektoren i SSW retning.

1.1.1.12 Klokken var nær 1342 da flygeleder sektor Skagerrak oppdaget konflikten mellom SAS925 og KLM1174. Avstanden mellom luftfartøyene var da ca. 8-9 NM.

1.1.1.13 Tidsrommet 1342 – 1343

Da flygeleder oppdaget konflikten kalte han umiddelbart opp SAS925, og ga instruksjon om 30 graders sving til høyre. SAS925 leste tilbake at de svingte 30 grader til høyre.

Dernest kalte flygeleder opp KLM1174, med instruksjon om at de skulle svinge 30 grader til høyre. Flygeleder innledet oppkallet med "KLM1144", men rettet dette til "... 74". Flygebesetningen på KLM1174 besvarte ikke oppkallet.

SAS925 kalte opp og ba flygeleder bekrefte instruks om høyre sving. I radio-kommunikasjonen høres TCAS instruksjonen "climb" i bakgrunn.

Flygeleder kalte på nytt opp KLM1174 og ga instruksjon om øyeblikkelig sving til høyre på grunn av trafikk.

På flygelederens radarskjerm ble STCA³ konfliktvarsel (STCA PC, predicted conflict) framvist (kl. 13:42:33). Radaretikettene for de to kallesignalene SAS925 og KLM1174 ble gule, og det ble framvist en pil i forlengelsen av hvert track. En rett linje mellom de to trackene markerte hvor de to luftfartøyene ville komme nærmere hverandre enn 5 NM. Denne avstanden var på dette tidspunktet 5.9 NM.

KLM1174 kalte opp sektor Skagerrak og rapporterte om "TCAS descend".

STCA konfliktalarm (STCA CA, conflict alert) ble framvist på neste oppdatering av data på radarskjermen (kl. 13:42:37). Da var avstanden mellom luftfartøyene ca. 4 NM.

³ Short Term Conflict Alert (STCA) "To assist the controller in preventing collision between aircraft by generating, in a timely manner, an alert of a potential or actual infringement of separation minima", ref Eurocontrol.

Visuelt på radarskjermen hadde etikettene for SAS925 og KLM1174 skiftet fra gul til rød farge.

SAS925 og KLM1174 fulgte sine respektive TCAS RA instruksjoner, henholdsvis ”TCAS climb” og ”TCAS descend”. Den forskriftsmessige minste vertikale atskillelsen mellom luftfartøyene på 1 000 ft ble oppnådd kl. 13:42:49. Horisontal avstand mellom luftfartøyene var da 2,7 NM.⁴

1.1.1.14 Tidsrommet 1343 – 1344

SAS925 rapporterte at de hadde hatt ”TCAS climb” og visuell kontakt med det andre luftfartøyet. Flygeleder sektor Skagerrak bekreftet mottak av melding og instruerte SAS925 til å gjenoppta egen navigasjon mot rapporteringspunktet GUNPA. SAS925 returnerte til klarert marsjhøyde FL340.

KLM1174 rapporterte rett etterpå at de hadde hatt en ”TCAS descend” og at de returnerte til FL340. Flygeleder sektor Skagerrak bekreftet mottak av melding og instruerte KLM1174 til å gjenoppta egen navigasjon mot rapporteringspunktet ARTIP.

Flygeleder sektor Skagerrak kontaktet så operativ supervisor i kontrollrommet, og informerte om at han hadde hatt en TCAS-hendelse i posisjonen. Flygelederen ble avløst i posisjonen to minutter senere.

1.1.2 Manøvrering av SAS925

1.1.2.1 Fartøysjefen på SAS925 har i sin rapport forklart at de sør av Svensheia mottok instruksjon fra Oslo kontrollsentral om å svinge 30 grader til høyre. Svingen ble initiert fra 305 grader til 335 grader. Flygebesetningen registrerte visuelt et luftfartøy ”klokka ett” i retning mot dem. TCAS-displayet i cockpit viste at det andre luftfartøyet lå i samme flygenivå. Flygebesetningen fikk TCAS RA-instruksjonen ”Traffic – climb”.

1.1.2.2 Flyet klatret helt til flygebesetningen mottok TCAS-instruksjonen ”Adjust vertical speed” etterfulgt av ”Clear of conflict”. Bakkefart ble under klatringen redusert fra 529 til 525 kt. TCAS RA climb-instruksjonen var aktiv i 38 sekunder (fra kl. 13:42:26 til kl. 13:43:04). Avspilling av luftfartøyets flygeregistrator (FDR) viste at SAS925 steg til trykkehøyde 34 594 ft - en stigning på 590 ft.

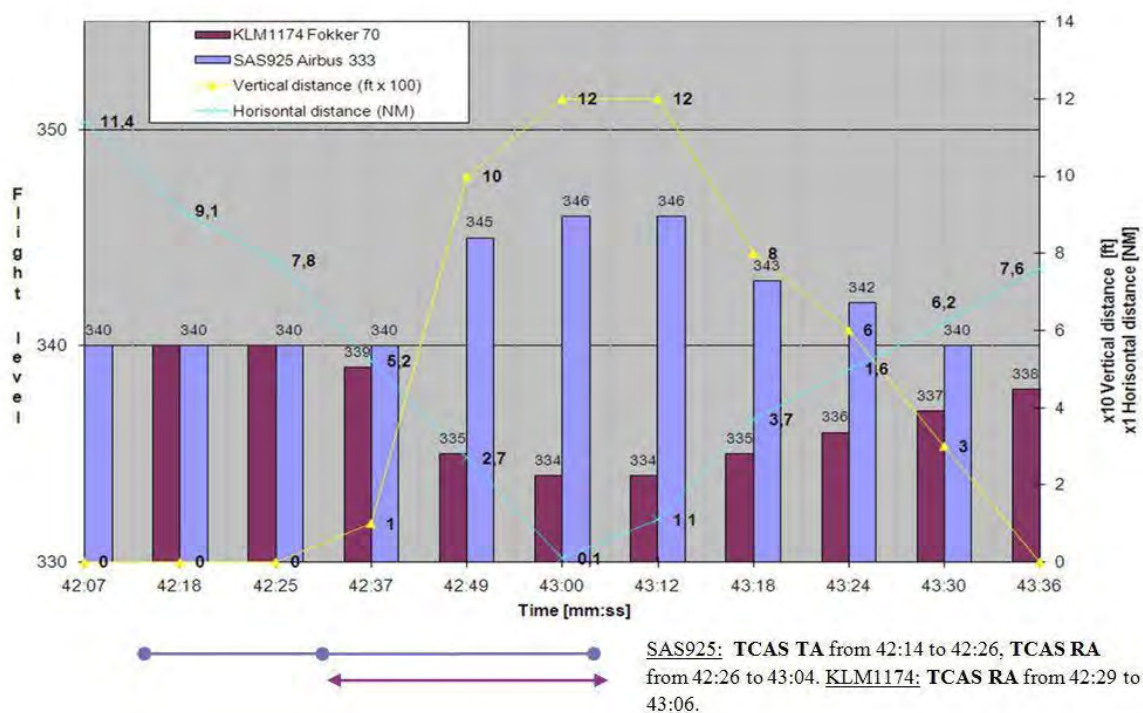
1.1.2.3 FDR viste at luftfartøyet begynte å svinge til høyre kl. 13:42:14. Magnetisk kurs ble i tiden fram til kl. 13:42:35 endret fra 305 grader til 323 grader. Kursen ble deretter gradvis endret tilbake til 305 grader, som ble nådd kl. 13:44:34.

1.1.3 Manøvrering av KLM1174

1.1.3.1 KLM1174 holdt konstant kurs på 191 grader. Flygelederens andre instruksjon om å svinge 30 grader til høyre ble avgitt samtidig som flygebesetningen mottok TCAS RA descend-instruksjonen. Det er ikke kjent hvorvidt flybesetningen hørte flygeleders to instruksjoner om 30 grader sving til høyre. De svingte imidlertid ikke, men fulgte TCAS RA descend-instruksjonen. Flybesetningen har i sin rapport opplyst at de hadde hatt visuell kontakt med det andre luftfartøyet, og at de estimerte avstanden ved passering til å være 1 200 ft vertikalt, 0 horisontalt.

⁴ Gjeldende krav til atskillelse var 5NM horisontalt eller 1 000 ft vertikalt.

- 1.1.3.2 Avlesing av FDR data viser at TCAS RA-descend-instruksjonene varte i 37 sekunder (fra kl. 13:42:29 - 13:43:06). Bakkefart (ground speed) ble under nedstigning redusert fra 359 kt til 355 kt. KLM1174 sank til trykkehøyde 33 329 ft - en reduksjon på 690 ft.



Figur 5: Blå og lilla søyle viser hvordan henholdsvis SAS925 og KLM1174 responderte på sine TCAS RA instruksjoner. Vertikal adskillelse på 1 000 ft ble oppnådd kl. 13:42:49. Da var horisontal avstand 2,7 NM. Luftfartøyene passerte omtrent rett over hverandre. Minste horisontale avstand mellom luftfartøyene var 0,1 NM (kl. 12:43:00). Da var vertikal adskillelse 1 200 ft. Merk: skalaen er ikke konstant mht. antall sekunder mellom hver søyle.

1.2 Personskader

Ingen.

1.3 Skader på luftfartøy

Ingen.

1.4 Andre skader

Ingen.

1.5 Personellinformasjon

1.5.1 Flygebesetninger

De involverte flygebesetningenes personell informasjon og erfaring er ikke innhentet, da det ikke synes relevant for hendelsen.

1.5.2 Flygeleder sektor Skagerrak

- 1.5.2.1 Flygeleder i sektor Skagerrak hadde lang erfaring som flygeleder og var sertifisert og autorisert med de nødvendige rettigheter for å utøve flygekontrolltjeneste ved Oslo kontrollsentral og de aktuelle sektorene.
- 1.5.2.2 Hans tjenestetid lå innenfor gjeldende bestemmelser. Flygelederen hadde gått en vakt foregående dag, og før det hadde han hatt to fridager. Etter eget utsagn hadde han sovet godt natten før, og han følte seg opplagt.
- 1.5.2.3 Han hadde kommet på arbeid kl. 09 og hadde tjenestegjort i sektor Syd/Øst fra kl. 1030 til 1130, etterfulgt av pause. Fra kl. 1230 hadde han tjenestegjort i sektor Skagerrak i overkant av en time da hendelsen inntraff.

1.5.3 LTT-fullmektig

Vakthavende LTT-fullmektig assisterte vakthavende flygeledere i sektor Syd/Øst og sektor Skagerrak med å betjene telefonsamband og håndtere flygeplandata. Han hadde nødvendig utdanning for å kunne utøve tjeneste på kontrollsentralen, og utførte tjenesten i samsvar med gjeldende regelverk og instruksjer. LTT-fullmektigens disposisjoner har ikke hatt betydning for hendelsen.

1.6 **Luffartøy**

Det var ikke rapportert om tekniske uregelmessigheter med de involverte luftfartøyene. Begge luftfartøy var utstyrt med antikollisjonssystemet TCAS II versjon 7⁵.

1.7 **Været**

Det var god sikt og dagslys da hendelsen inntraff.

1.8 **Navigasjonshjelpemidler**

Ingen rapporterte uregelmessigheter.

1.9 **Samband**

Ingen rapporterte uregelmessigheter og av normal god lesbarhet.

1.10 **Flyplasser og hjelpemidler**

Ikke relevant.

⁵ “With effect from January 1, 2005, all civil fixed-wing turbine-engine aircraft having a maximum certificated take-off mass exceeding 5,700 kilograms, or a maximum approved passenger seating configuration of more than 19, will be required to be equipped with ACAS II. [...]”

The Airborne Collision Avoidance System II (ACAS II) has been introduced in order to reduce the risk of mid-air collisions or near mid-air collisions between aircraft. It serves as a last-resort safety net irrespective of any separation standards. [...] Currently, the only commercially available implementation of ICAO standard for ACAS II (Airborne Collision Avoidance System) is TCAS II version 7.0 (Traffic alert and Collision Avoidance System).”
Kilde www.eurocontrol.int/acas

1.11 Flygeregistratører

Luftfartøyene var utstyrt med ferdskrivere (Flight Data Recorder – FDR). FDR-data ble lastet ned og var nyttig for havarikommisjonens undersøkelse.

1.12 Havaristedet og flyvraket

Ikke relevant.

1.13 Medisinske forhold

Ikke undersøkt.

1.14 Brann

Ikke relevant.

1.15 Overlevelsesaspekter

Ikke relevant.

1.16 Spesielle undersøkelser

Ingen.

1.17 Organisasjon og ledelse

1.17.1 Flyselskapene

Havarikommisjonen har ikke sett behov for å innhente og inkludere opplysninger om flyselskapene i denne saken. Dette fordi begge luftfartøy var utstyrt med antikollisjonssystemet TCAS, som virket som forutsatt, og begge flygebesetninger fulgte sine respektive TCAS RA-instruksjoner, i henhold til ICAOs retningslinjer.

1.17.2 Avinor AS

Avinor AS driver 46 lufthavner i Norge, derav 12 i samarbeid med Forsvaret. Virksomheten omfatter også flysikringstjeneste – Air Navigation Services –ANS⁶. Avinor var tidligere en del av det statlige Luftfartsverket, men ble opprettet som eget aksjeselskap, heleid av staten, 1. januar 2003. Eierskapet forvaltes av Samferdselsdepartementet.

Avinor er ansvarlig for utøvelsen av flysikringstjeneste i norsk luftrom, inkludert dedikerte deler av luftrommet over Nord-Atlanteren.

1.17.2.1 *Oslo kontrollsentral*

Oslo kontrollsentral (Oslo ATCC, Air Traffic Control Centre) i Norway FIR (Flight Information Region) ligger i Røyken sørvest for Oslo, og er ansvarlig for luftrommet Oslo AoR (Area of Responsibility). I tillegg til områdekontrolltjeneste for

⁶ Flysikringstjeneste – Air Navigation Services - ANS er fellesbetegnelse for lufttrafikkledning - Air Traffic Management – ATM, flyværtjeneste – meteorologi – MET og flynavigasjonstjeneste – kommunikasjon, navigasjon og overvåking – Communication, navigation, surveillance -CNS.

underveistrafikk, driver enheten innflygningskontrolltjeneste (approach) til flyplassene Gardermoen, Rygge, Torp, Skien og Notodden.

1.17.2.2 *Omstillinger i Avinor “Take-Off-05”*

En statlig initiert prosess ble iverksatt i Avinorkonsernet i 2003. Avinors resultatforbedringsprogram⁷, ”Take-Off-05” hadde som målsetting å redusere de årlige driftskostnadene med 400 mill. kr, med virkning fra 2006. Staten forutsatte samtidig at endringene ikke skulle medføre reduksjon av sikkerhet eller tjenester.

Styret i Avinor AS vedtok i oktober 2004 at antall kontrollsentraler i Norge skulle reduseres fra fire til to. Ingen flygeledere skulle miste jobben, men arbeidsplassene ville flyttes for flygeledere som arbeidet ved Oslo og Trondheim kontrollsentral. Trondheim ble nedlagt, og ansvarsområdet ble flyttet til Bodø kontrollsentral (KS nord). Det var besluttet at Oslo kontrollsentral skulle nedlegges i 2008. Oslo kontrollsentrals ansvarsområde skulle deles mellom kontrollsentralen i Stavanger (nye KS sør) og en ny innflygningskontroll for Østlandet, som skulle legges til Oslo lufthavn, Gardermoen. Flyttingen fra Oslo kontrollsentral ble imidlertid ikke iverksatt.

Fra St.meld. nr 15. 2006-2007, ”Om verksemda i Avinor 2003 -2005” siteres følgende:

”Avinor AS vart etablert 1. januar 2003. Selskapet var då i ein vanskeleg økonomisk situasjon. Eit resultatforbedringsprogram, «Take-off -05», skulle medverke til å redusere kostnadene. Omstillingar i samband med «Take-off -05» har hovudsakleg vore gjennomførde innan drifta av lufthamnene. Innan flysikringstenesta har det vore uro og vanskeleg å gjennomføre omstillingar. I 2005 var det fleire driftsavbrott i denne delen av Avinor. For å medverke til ro i selskapet trekte administrerande direktør seg på slutten av 2005.”

1.17.3 Arbeidssituasjonen i kontrollrommet

1.17.3.1 I følge den involverte flygelederen hadde arbeidsmiljøet ved Oslo kontrollsentral i lang tid vært preget av frustrasjoner og uro knyttet til den fremtidige flyttingen av arbeidsplassene, slik det var berammet i ”Take-Off-05”. Det hersket imidlertid ro i kontrollrommet denne formiddagen.

1.17.3.2 Ved Oslo kontrollsentral hadde de et vaktoppsett den aktuelle formiddagen som inkluderte planner-flygeledere (PC), som kunne settes inn som forsterkning sammen med radar-flygeledere (RC), i sektorer som hadde behov for det. Fordi det hadde vært høyt sykefravær i en periode, var det to-tre flygeledere ekstra på vaktlistene i forhold til vanlig bemanningsoppsett.

1.17.3.3 Tre ACC radarposisjoner var operative (sektor Nord/vest, sektor Syd/øst og sektor Skagerrak). I tillegg var posisjonene for Oslo Approach og Farris Approach bemannet, samt arbeidsposisjonene for operativ og administrativ supervisor.

1.17.3.4 Sektorene Syd/øst og Skagerrak var bemannet med tre flygeledere som avløste hverandre slik at to flygeledere bemannet hver sin posisjon, mens den tredje hadde pause. Posisjonen til høyre for sektor Syd/øst og sektor Skagerrak var bemannet med en LTT-fullmektig, som bisto de to flygelederne med saksbehandling av flygeplandata.

⁷ Resultatforbedringsprogrammet ble omtalt i SHT rapporten “Flysikkerhet i norsk luftfart under omstillingsprosesser” ([SL RAP 35/2005](#))

- 1.17.3.5 Sektor Skagerrak var den sektoren ved Oslo kontrollsentral som hadde mest kryssende trafikk i marsjhøyde. Planlagt trafikkvolum i sektor Skagerrak i timen før hendelsen var maksimalt 15 bevegelser pr. time. Maksimal sektorrate var 28 bevegelser pr. time. Sektorens arbeidsmengde kan imidlertid ikke beskrives ut fra statiske trafikkvolum alene. Flygeleders arbeidsbelastning påvirkes i tillegg av dynamiske faktorer som kompleksitet (kryssende ruteføringer, climb/descend), blanding av ulike flytyper, koordineringsmengde, samt status på tekniske hjelpemidler og værforhold.
- 1.17.3.6 Verken operativ supervisor eller flygeleder i sektor Skagerrak vurderte arbeidsbelastningen i sektoren slik at det var behov for forsterkninger. Dersom det hadde vært behov for det, ville det bemanningsmessig ha latt seg gjøre å tilføre flere ressurser. Det var imidlertid ikke etablert en egen posisjon for forsterkning i form av planner-flygeleder i tilknytning til arbeidspulten sektor Skagerrak.
- 1.17.3.7 Flygeleder sektor Skagerrak hadde tjenestegjort i arbeidsposisjonen i overkant av en time da hendelsen inntraff. Han beskrev trafikkbelastningen i sektor Skagerrak på hendelsestidspunktet som lav, etter en foregående periode med moderat aktivitet.

1.18 Andre opplysninger

1.18.1 Behandling og framvising av flygeplandata

- 1.18.1.1 I NATCON-systemet ved Oslo kontrollsentral benyttes ikke elektroniske trafikkstripper. Trafikkbordet (Flight Progress Board) med seksjoner, seksjonsinndeling og papir-trafikkstripper (Flight Progress Strips) er flygelederens hjelpemiddel til å holde et mentalt bilde av trafikksituasjonen i gjeldende sektor. Under forutsetning av at antall trafikkstripper er tilstrekkelig, at de er korrekt utfylt og at seksjonsinndelingen er god, er trafikkbordet viktig for flygelederen i hans/hennes arbeid med å oppdage og reagere på eventuelle kommende konflikter mellom luftfartøy.
- 1.18.1.2 I intervju med flygeleder i sektor Skagerrak framkom det at koordineringen med tilstøtende sektorer forut for ankomst av de to flygningene KLM1174 og SAS925 inn i egen sektor, hadde forløpt rutinemessig. Ruteendringene som var koordinert, ble også videreformidlet av flygeleder i sektor Skagerrak til neste sektor, henholdsvis i København og Stavanger kontrollsentral.
- 1.18.1.3 I havarikommisjonens intervju med flygeleder sektor Skagerrak fortalte han at det å utføre arbeid med flygeplandata samtidig med radarovervåking, kunne være utfordrende med tanke på å holde seg dynamisk oppdatert på trafikksituasjonen.

1.18.2 Direkteruter

- 1.18.2.1 For å yte god service overfor flyselskapene, var det vanlig å imøtekomme besetningens anmodninger om direkte ruteføring, dersom den trafikale situasjonen gjorde dette mulig. Bruk av direkte ruteføringer anses også ofte å være til fordel for lufttrafikkjenesten, for å forebygge konfliktsituasjoner.
- 1.18.2.2 Siden KLM1174 hadde fått klarering for direkterute til ARTIP i Nederland, passerte ikke luftfartøyet over opprinnelig krysningspunkt på grensen mellom Oslo og København AoR, slik det var angitt i reiseplanen.
- 1.18.2.3 Det forelå ikke klare retningslinjer ved Oslo kontrollsentral for hvordan direkte ruteføring skulle visualiseres på trafikkbordet dersom den direkte ruteføringen medførte at det ikke var produsert et komplett sett med trafikkstripper, slik tilfellet var for KLM1174.

1.18.2.4 Flygeplandatasystemet ble ikke alltid manuelt oppdatert ved direkte ruteføring. En slik oppdatering ville trolig ha ført til at neste kontrollsentral, København, ville ha fått timeout i den automatiske overføring av KLM1174-flygeplanen fra Oslo kontrollsentral. Dette fordi exit-punktet fra sektor Skagerrak ikke ville stemme overens med København kontrollsentrals registrerte entry-punkt. Slike uoverensstemmelser medførte behov for telefonkoordinering mellom kontrollsentralene, - slik det ble gjort denne formiddagen.

1.18.3 Identifisering og løsning av konflikter

1.18.3.1 På tross av at de fløy på kryssende kurser, 191° og 305°, hadde begge luftfartøy, KLM1174 og SAS925, riktig høyde etter halvsirkelregelen ⁸ (FL340). Som hjelpemiddel til å identifisere en konfliktsituasjon som denne, hadde flygeleder trafikkstripper plassert i trafikkbordet. I tillegg hadde flygeleder radarfunksjoner som MINSEP ⁹ og PTL tilgjengelig for å bestemme innbyrdes avstand mellom luftfartøyene, og STCA som fungerte som konfliktvarsel.

1.18.3.2 Det finnes ingen fast regel for hvilken unnvikelsesmanøver flygeleder bør instruere fartøysjefene til å gjennomføre i ulike situasjoner der tap av atskillelsesminima er i ferd med å oppstå. Type luftrom, annen nærliggende trafikk, luftfartøyenes karakter etc. vil ha betydning for avgjørelsen.

1.18.3.3 Kapittel 15 pkt. 6.3 i “Regler for lufttrafikkteneste” (RFL I) omhandler “Fremgangsmåter overfor luftfartøy som er utstyrt med luftbåret system for kollisjonsvarsling (Airborne collision avoidance system=ACAS)”. Fra punkt 6.3.1 siteres følgende:

“Det skal anvendes de samme fremgangsmåter ved utøvelse av lufttrafikkteneste til ACAS utstyrte luftfartøyer som de som gjelder overfor luftfartøyer som ikke er utstyrt med ACAS. Når det gjelder forebyggelse av kollisjon, bestemmelser om opprettelse av foreskrevet atskillelse og opplysninger som det måtte være aktuelt å gi i forhold til en konflikt og mulig unnvikelsesmanøver spesielt, skal fremgangsmåtene samsvare med de normale fremgangsmåter for lufttrafikktenesten. Det skal ikke, ved utøvelse av tjenesten, tas i betraktning de muligheter som ligger i at luftfartøy er utstyrt med ACAS.”

RFL I, kapittel 15, punkt 6.3.2 sier videre:

“Dersom flygebesetningen gjennomfører en unnvikelsesmanøver på bakgrunn av et forslag til unnvikelsesmanøver (RA) fra luftfartøyets ACAS, skal flygekontrolltjenesten ikke forsøke å endre luftfartøyets flygebane før flygebesetningen rapporterer at instruksjonen/klareringen som opprinnelig ble fulgt gjenopptas, men skal gi trafikkinformasjon som nødvendig.”

1.18.3.4 Den engelske luftfartsorganisasjonen, NATS gir i dokumentet “CAP717 Radar control – Collision avoidance Concepts” anbefalinger for hvilke unnvikelsesmanøvrer flygeleder

⁸ For IFR-trafikk betyr halvsirkelregelen at magnetisk kurs mellom 0 og 179 grader skal flys i odde høyder (i hele 1 000 ft), mens partalls høyder gjelder for kurser mellom 180 og 359 grader.

⁹ MINSEP (minimum separation) viste minste horisontale avstand mellom to luftfartøy, dersom kurs og fart ikke ble endret. PTL (Predicted track line, en avstand og retningslinje) kunne velges av flygeleder som del av konfliktsøk, og viste luftfartøys fremtidige horisontale posisjon, under forutsetning av at kurs og fart ble opprettholdt.

fortrinnsvis bør vurdere dersom ulike typer tap av atskilleelsesminima er i ferd med å oppstå. I dokumentets kapittel 6.13 – “90° closure – both aircraft in level flight” er en av de anbefalte løsningene:

“Turning both aircraft in the same direction, i.e. both left or both right, is likely to move the aircraft apart most quickly.”

1.18.4 Sikkerhetsnett

- 1.18.4.1 Sikkerhetsnett er ekstra sikkerhetsbarrierer i form av bakkebaserte eller luftbaserte systemer som skal gripe inn dersom alle andre barrierer for å opprettholde atskilleelsesminima mellom luftfartøy har sviktet. Et eksempel på bakkebasert sikkerhetsnett er Short Term Conflict Alert (STCA). Som luftbasert sikkerhetsnett regnes Traffic Alert and Collision Avoidance System (TCAS).

Det er publisert mange artikler som omhandler STCA og TCAS. Nedenfor følger klipp fra en Eurocontrol-artikkel fra 2007, ”[Hindsight nr 5](#)”:

“[...] Implementation details of STCA vary widely between ATC systems. They include different algorithms, warning times and type of alerts. STCA does not provide controllers with advice on how to resolve a conflict – this decision is always made by the controller. TCAS, in contrast, operates according to uniform, word-wide ICAO standard. TCAS produces vertical collision avoidance advice in form of Resolution advisory (RAs) which pilots are required to follow. TCAS is widely considered to be the last resort safety net against mid-air collisions. [...]”

- 1.18.4.2 Luftfartøyenes antikollisjonssystem TCAS virket som forutsatt. Det ene luftfartøyet (SAS925) fikk TCAS RA-instruks om å klatre, mens det andre (KLM1174) fikk instruks om å synke. Flygebesetningene fulgte sine respektive TCAS RA-instruksjoner, i henhold til ICAO retningslinjer.

- 1.18.4.3 Flygeledernes radarprosesserings- og fremvisningssystem NATCON (Norwegian Air Traffic Control System) hadde implementert STCA. Funksjonen virket imidlertid ikke som forutsatt.

1.18.5 STCA implementering

- 1.18.5.1 Fra Regionalt regelverk for Lufttrafikkjenesten ved Oslo kontrollsentral, del 11, kapittel 1 STCA, datert 27.11.2003 siteres:

“Hovedhensikten med STCA er å varsle flygeleder(e) om at flygninger enten er i ferd med, eller allerede har underskredet definerte atskilleelsesminima for det området flygningene befinner seg i. Alarm tilknyttet slike underskridelser vil presenteres på radarskjermen(e) til den eller de flygeledere som i øyeblikket kontrollerer de angjeldende flygningene. [...]”

- 1.18.5.2 Alarm skulle genereres og distribueres til aktuelle radarfremvisningssystemer dersom det ble fastslått at atskilleelsesminima ville bli underskredet i løpet av de neste 25 sekundene (STCA PC, Predicted Conflict), og dersom atskilleelsesminima allerede var underskredet (STCA CA, Conflict Alert).

- 1.18.5.3 Ved STCA PC vil aktuelle radartrack-etiketter skifte farge fra hvit til gul. Ved STCA CA vil fargen videre skifte til rød. I henhold til radaravspilling fra den aktuelle dagen hadde fargeskiftet funnet sted. Alarmen i systemstatusvinduet på radarskjermen ble også framvist slik systemspesifikasjonen sa.

- 1.18.5.4 Flygelederen registrerte ingen lydalarm, verken ved STCA PC eller STCA CA. Senere undersøkelser viste at volum for høyttaleren i arbeidsposisjon Skagerrak var skrudd så lavt at den ikke var hørbar.
- 1.18.5.5 STCA konfliktvarselet (STCA PC) ble generert så sent som 5-9 sekunder før underskridelse av atskilleelsesminimum, og ikke 25 sekunder før slik systemspesifikasjonen tilsa.
- 1.18.6 Iverksatte tiltak
- 1.18.6.1 Avinor iverksatte straks en intern undersøkelse av den aktuelle hendelsen over Svensheia den 7. januar 2006. Deres rapport inneholdt sju sikkerhetstilrådinge, som ble behandlet i Avinor. Hendelsen ble også gjennomgått av Luftfartstilsynet i samarbeid med Avinor i januar måned 2006.
- 1.18.6.2 I løpet av 2006 gjennomgikk samtlige flygeledere ved Oslo ATCC trening i nødprosedyrer, med spesiell vekt på rask inngripen for å opprettholde minimum adskillelse ved et STCA PC-konfliktvarsel.
- 1.18.6.3 Det ble sjekket at lydalarmen i alle arbeidsposisjoner i Oslo ATCC var hørbar. Justeringsknappene for lydalarmen ble senere modifisert, slik at de ikke kunne skrues ned. Fram til 2011 var det identiske lyder for alle typer alarmer. Havarikommisjonen har fått opplyst at dette ble endret med virkning fra februar 2011. Lydalarmene er siden da en data-stemme som forteller hva det gis alarm for. For STCA spesielt lyder alarmen: "Predicted conflict, predicted conflict" eller "Conflict alert, conflict alert". I tillegg kan flygeleder selv verifisere lydvolu ved å foreta en lydsjekk.
- 1.18.6.4 Etter anbefaling fra Luftfartstilsynet besluttet Oslo ATCC å endre trafikkbordet i sektor Skagerrak. Det ble innført sonesøk, siden det hadde vist seg at punktsøk ikke fungerte så godt i sektor Skagerrak.

Sitat fra Lokalt regelverk ENOS – Lufttrafikkjeneste INS -07, Sektor Skagerrak:

"1.3.1 FPB er satt opp etter sonesøk. Flygeleder skal påse at alle flygninger fremvises med FPS i samtlige soner som angjeldende flygningen berører. Ved bruk av direkte klarering skal flygeleder anmode fullmektig om å printe ekstra FPS dersom dette anses nødvendig."

Endringen ble gjort gjeldende fra april 2007, og gikk ut på å dele sektoren i tre søkesoner (DANKO, SVA og LAVKO). Oslo kontrollsentral har opplyst at denne inndelingen ble opplevd som mer egnet for konfliktsøk enn den tidligere utforming av trafikkbordet (se figur 3). Spesielt gjaldt dette trafikk som ble gitt en annen ruteføring enn den som var indikert på trafikkstrippen. Utforming av trafikkbordet i sektor Skagerrak var forble uendret fra april 2007 og fram til innføring av ny luftromstruktur i 2011¹⁰.

- 1.18.6.5 Standard bemanning for sektor Skagerrak var i 2006 én flygeleder, hvilket fremdeles var gjeldende i 2011. Når det gjelder fysisk møblering av arbeidsposisjoner i Oslo ATCC, var det på hendelsestidspunktet ikke etablert en disponibel arbeidsposisjon for planner-controller i tilknytning til arbeidspulten Skagerrak. Den har kommet på plass senere, hvilket gjør det lettere å tilføre planner controller i tillegg til radar controller, dersom arbeidsbelastningen i sektor Skagerrak skulle tilsi det.

¹⁰ Oslo ASAP (Advanced Sectorization Automation Project), navn på ny luftromsorganisering i Oslo AoR, med implementeringsdato 7. april 2011.

- 1.18.6.6 Avinor hadde på hendelsestidspunktet igangsatt et prosjekt for å avklare nærmere hvordan dublert bemanning med radar controller (RC) og planner controller (PC) skulle benyttes i Oslo kontrollsentral. Som følge av prosjektet ble det implementert detaljerte regler for hvordan dette konseptet skulle brukes i de ulike sektorene. Bemanningsmessig ble det innført to planner-vakter på formiddagen og to planner-vakter på ettermiddagen. Det var til enhver tid en operativ vurdering som avgjorde i hvilken sektor disse skulle brukes. I følge tilbakemeldinger som havarikommisjonen har fått fra Avinor, fungerer EC/PC konseptet bra ved Oslo kontrollsentral.
- 1.18.7 Iverksatte tiltak spesielt knyttet til STCA
- 1.18.7.1 Kort tid etter hendelsen avdekket Avinor Flysikringsdivisjonen, FNT Systemutvikling ved Oslo kontrollsentral at verdien for grunnlagsdata-parameteren “Predicted ahead time” var satt for lavt – 40 istedenfor 70 sekunder. Tidsparameteren var dermed ikke stor nok til at STCA-algoritmen rakk å søke igjennom det antall søkeområder som var definert i systemet. (Detaljert forklaring på hvordan STCA-algoritmen fungerte i sammenheng med søkeområdene, er beskrevet i vedlegg B.)
- 1.18.7.2 FNT ga i februar 2006 beskjed til ansvarlig Avinor-enhet for grunnlagsdata om forholdet, og informerte om at de mente dette var årsaken til den sene avgivelsen av STCA konfliktvarsel. En endring av parameteren ville kun medføre en system-restart, noe som ble gjort regelmessig ca. hver fjerde uke. Havarikommisjonen er kjent med at justering av grunnlagsparameteren ble gjort først 1 år og 10 mnd. etter hendelsen.
- 1.18.7.3 Tre dager etter hendelsen registrerte ansvarlig enhet for grunnlagsdata i Avinor et STCA endringsforslag (NSCR 184, datert 10.01-2006), om at ulike vertikale og horisontale søkeområder skulle kunne behandles forskjellig i systemet, sett i forhold til horisontalt atskillelsesminima, 3 eller 5 NM. En slik endring var en forbedring av STCA funksjonen, utover den eksisterende systemfunksjonaliteten. Endringen ville imidlertid ikke rette opp den sene avgivelsen av STCA-konfliktvarselet, slik det skjedde den 7. januar 2006.
- 1.18.7.4 Avinor opplyste på forespørsel fra havarikommisjonen i januar 2011 at det hadde tatt en del tid å finne ut hva slags løsning man skulle gå for når det gjaldt STCA og varslingstiden. Noen løsningsmuligheter krevde softwareoppdatering, mens andre ikke gjorde det. Avinor viste til at slike endringer krever en prosess for å undersøke om/verifisere at endringene ikke introduserte nye farer i systemet, og at prosessen derfor alltid tar litt tid.
- 1.18.8 MTCD – Medium Term Conflict Detection
- 1.18.8.1 Nyere teknologi som Medium Term Conflict Detection (MTCD) gjør det mulig å benytte flygeplandata til konfliktsøk på annen måte enn ved hjelp av trafikkstripper på trafikkbordet. Mange kontrollsentraler, blant annet i Sverige, har MTCD implementert som konfliktsøkeverktøy for flygelederne. NATCON-systemet, som benyttes i de tre norske kontrollsentralene, har ikke MTCD.

Fra www.skybrary.aero siteres:

“Medium-Term Conflict Detection (MTCD) is a flight data processing system added functionality designed to warn the controller of potential conflict between flights in his area of responsibility in a time horizon extending up to 20 minutes ahead. “

1.18.8.2 Havarikommisjonen er kjent med at den svenske kontrollsentralen i Malmø har implementert MTCDD som et eget skjermbilde på sine radarskjermer. MTCDD-applikasjonen kalles CARD, og er integrert med flygeplandatasystemet. CARD gir ikke audio alarmer, men en markering i CARD vinduet over par av flygninger som kan komme i konflikt. Havarikommisjonen har blitt fortalt at MTCDD-funksjonen oppfattes som nyttig, men at systemet også gir en del falske alarmer der det finnes mye kryssende trafikk, samt der det er mye stigende og synkende trafikk.

1.18.9 Tidligere hendelser

1.18.9.1 *Beslektet hendelse over Svensheia (SVA) 10. august 2001*

10. august 2001 skjedde det en nærpassering 15 NM sør av Svensheia (SVA) i flygenivå 350. En Boeing 737-400 og en Boeing 737-500 passerte hverandre med en vertikal avstand på ca. 500 ft og med en horisontal avstand på ca. 1,5 NM. I følge [havarikommisjonens rapport nr. 49/2002](#) forelå det reell kollisjonsfare.

Flygebesetningen på det ene luftfartøyet svingte til venstre som følge av flygeleders instruksjon, og klatret til FL358 som følge av TCAS RA instruksjon. Flygebesetning på det andre flyet hadde visuell kontakt, og fant det ikke nødvendig å endre kurs eller høyde. Vakthavende flygeleder oppdaget konflikten så sent at gjeldende atskillelsesminima ble underskredet. Medvirkende årsaksfaktor var at den sammenslåtte sektoren Syd/Skagerrak krevde flygelederens oppmerksomhet spredt over et stort område. I tillegg til vanlig trafikk foregikk det også militær øvingsaktivitet i området. Stor aktivitet på radioen og koordineringsarbeid i forbindelse med endring av flygeruter, hadde flygelederens oppmerksomhet like før hendelsen.

Radar konfliktvarslingsfunksjonen STCA var på hendelsestidspunktet ikke operativ, på grunn av negative erfaringer fra den operative prøvedriftsperioden.

På bakgrunn av tilrådinger fra Avinors interne undersøkelse av denne hendelsen over Svensheia 10. august 2001 ble det iverksatt en rekke tiltak som etter havarikommisjonens oppfatning ville bidra til å forhindre tilsvarende hendelser. Av disse tiltakene nevnes dokumenterte konkrete kriterier for når og hvordan man skulle sammenslå sektorer, eller alternativt benytte dublert bemanning i sektoren, i form av radar-flygeleder (RC) kombinert med planleggende-flygeleder (PC).

Det ble etter hendelsen i august 2001 utgitt operativt informasjon med presisering fra lokalt regelverk om bruk av trafikkbord og trafikkstripper: Potensielle konflikter skulle kunne oppdages allerede ved mottak av estimater, under forutsetning av at trafikkstrippene ble plassert riktig på trafikkbordet. Konfliktsøk var videre tema ved årlige periodiske oppdateringer for flygeledere, både teoretisk og i simulator. Arbeidet med å få STCA-funksjonen god nok til operativt bruk, fortsatte ved Oslo kontrollsentral.

1.18.9.2 *Ulykken over Üeberlingen, 1. juli 2002*

To luftfartøy, et Tupolev TU154M og et Boeing 757-200 luftfartøy kolliderte i luften over Üeberlingen, Tyskland. Kollisjonen skjedde i flygenivå 350. Alle de 71 menneskene som var om bord i de to luftfartøyene, omkom i ulykken.

Fra [havarirapporten](#) som ble utgitt av den tyske havarikommisjonen (BFU) i mai 2004 siteres følgende:

“The following immediate causes have been identified:

- *The imminent separation infringement was not noticed by ATC in time. The instruction for the TUI54M to descend was given at a time when the prescribed separation to the B757-200 could not be ensured anymore.*
- *The TUI54M crew followed the ATC instruction to descend and continued to do so even after TCAS advised them to climb. This manoeuvre was performed contrary to the generated TCAS RA.”*

Rapporten identifiserte i tillegg en rekke organisatoriske forhold ved den aktuelle kontrollsentralen, som bidro til at flygelederen ikke tidsnok oppdaget at luftfartøyene var på kollisjonskurs. Det ble videre påpekt at ICAOs anbefalinger for ACAS/TCAS ikke var entydig regulert og implementert i ulike land.

Oslo kontrollsentral hadde på bakgrunn av ulykken over Üeberlingen gjennomført opplæring av alle flygeledere ved enheten. Flygelederne lærte at de i en TCAS RA-situasjon ikke skulle instruere flygebesetninger til å manøvrere i det vertikale plan.

1.19 Nyttige eller effektive undersøkelsesmetoder

Det har ved denne undersøkelsen ikke blitt benyttet metoder som kvalifiserer til spesiell omtale.

2. ANALYSE

2.1 Flygebesetningenes disposisjoner

2.1.1 Fare for sammenstøt mellom luftfartøyene ble avverget ved at flygebesetningene på begge luftfartøyer fulgte sine respektive TCAS RA-instruksjoner iht. ICAO retningslinjer.

2.1.2 Ved første kontakt med Oslo ATCC, sektor Skagerrak, rapporterte SAS925 i FL323 under stigning til FL340. I avspillingen av kommunikasjon fremgår det at flygebesetningen ikke rapporterte da de hadde nådd FL340. Hvorvidt unnlåtelsen har vært av betydning for hendelsen er uvisst. Havarikommisjonen vil likevel peke på at dersom besetningen hadde rapportert i FL340, kunne denne meldingen vært en påminnelse for flygelederen om den foreliggende konflikten.

2.1.3 Havarikommisjonen har ved gjennomgang av FDR-utskriftene konstatert at KLM1174 ikke etterkom flygeleders instruksjon om å svinge 30 grader til høyre. Havarikommisjonen finner det sannsynlig at flygebesetningen på KLM1174 ikke hørte de to oppkallene fra flygeleder. Dette samsvarer også med fartøysjefs rapport, der slike oppkall ikke nevnes. Sannsynlig årsak til at flygebesetningen ikke reagerte på oppkallene, kan være en kombinasjon av at det første oppkallet ble innledet med feil kallesignal, ”KLM1144”, der de to siste tallene i kallesignalet ble rettet til ”74”, samt at det neste oppkallet sammenfalt i tid med flygebesetningens TCAS RA descend-instruks.

2.2 Lufttrafikkjenestens disposisjoner

2.2.1 Avspilling av radiokommunikasjon viser at luftfartøyene sambandsmessig var overført fra tilstøtende sektorer før passering inn i sektor Skagerrak. I tidsrommet fra ca. 6 minutter før hendelsen hadde flygeleder samband med begge luftfartøyer. Det fremgår av de respektive trafikkstripper at begge flygningene ble innmeldt i FL340, og at begge flygebesetninger rapporterte henholdsvis i og under stigning til dette flygenivået. Flygeleder hadde videre påtegnet ”340” i høyderubrikken på begge trafikkstrippene.

- 2.2.2 Luftfartøyenes radarposisjonssymboler og mode C- informasjonen, som viste at luftfartøyene var på kryssende kurs og i samme høyde, ble kontinuerlig presentert og oppdatert på radarskjermen. Konflikten mellom luftfartøyene ble likevel oversett frem til tidspunktet rett før flygeleder ga instruks om unnvikende horisontal manøver. Havarikommisjonen mener følgelig at manglende situasjonsoversikt fra flygelederens side medvirket til at atskillelsesminima ble underskredet.
- 2.2.3 Havarikommisjonen har ikke avdekket noen åpenbar forklaring på at konflikten ikke ble oppdaget i tide. Mulige faktorer som imidlertid kan ha vært av betydning i så måte omfatter:
- Callsign confusion*¹¹ - Det siste luftfartøyet flygelederen hadde kommunisert med før hendelsen, var KLM1144. Dette luftfartøyet forlot forut for hendelsen sektor Skagerrak i sørsørvestlig retning. KLM1144 var på lik linje med KLM1174 underveis til Amsterdam, og fløy i FL320. Det var for øvrig dette kallesignalet flygeleder feilaktig kalte opp for å instruere KLM1174 til å gjennomføre en 30 graders høyresving.
 - Forutinntatthet* - Flygelederen har informert om at han hadde et mentalt bilde av at KLM1174 og SAS925 var adskilt ved at de fløy i forskjellig flygenivå 340 og 360. Følgelig ville ikke flygningene ha vært i konflikt med hverandre.
 - Sammenblanding* – Flygeplanen til et tredje luftfartøy, JXX102 som tidligere var rapportert i FL320, ble av København ACC revidert til FL360. I følge flygelederens uttalelser, kan han mentalt ha koblet denne endringen av flygenivå, med den konsekvens at SAS925 og KLM1174 ble oppfattet som om de var atskilt vertikalt.
 - Complacency* - Tiden umiddelbart før hendelsen i sektor Skagerrak var stille, og preget av monitorering framfor aktiv flykontroll. Havarikommisjonen mener at lav årvåkenhet på grunn av lite aktivitet kan ha vært en medvirkende årsaksfaktor til hendelsen. Havarikommisjonen kan etter intervjuet av involvert flygeleder, ikke peke på spesielle faktorer som kunne ha bidratt til å trekke hans konsentrasjon vekk fra trafikkbildet.
 - Multitasking* - Flygelederen la selv vekt på at man lett kan miste den dynamiske oppdateringen når man har blandet strategisk (håndtering av flygeplandata og koordinering med neste kontrollsentral) og taktisk arbeid (radarovervåking av flygningene).
- 2.2.4 Trafikkbelastningen på gjeldende tidspunkt var lav etter en foregående periode med moderat aktivitet. Flygeleder hadde hatt flere trafikkkonflikter i tiden forut for hendelsen. Disse konfliktene beskrev flygelederen som ”vanlige”, som han løste ved koordinering med tilstøtende sektorer, og ved å gi instruksjoner til de aktuelle flygningene. Havarikommisjonen finner ikke grunnlag for å si at ”post peak stress”¹² var en årsaksfaktor i den aktuelle situasjonen, tatt i betraktning at flygeleder i sektor Skagerrak selv vurderte trafikkbelastningen denne lørdagen som moderat til lav.

¹¹ Callsign confusion: Det er et velkjent fenomen at nesten like kallesignaler lett kan sammenblandes, se mer om dette på www.skybrary.aero/index.php/Call-sign_Confusion.

¹² Post peak stress: Det er et velkjent fenomen at i perioder med lav arbeidsbelastning etter en foregående krevende og intens arbeidssituasjon, kan evnen til å konsentrere seg, observere og gjenkjenne konfliktsituasjoner bli påvirket negativt.

- 2.2.5 Da flygelederen oppdaget at KLM1174 og SAS925 fløy i samme flygenivå 340, var tap av horisontalt atskillelsesminima på 5 NM allerede nær ved å oppstå. Metode for å opprettholde atskillelse mellom luftfartøyene måtte velges raskt og flygelederen hadde ikke tid til å foreta grundige vurderinger. Havarikommisjonen mener at flygelederen tok en riktig beslutning da han valgte å instruere begge luftfartøy om å foreta 30 graders sving til høyre, framfor instruksjon om å stige eller synke, da dette kunne komme i konflikt med TCAS RA instruksjoner. Havarikommisjonen vil videre berømme flygelederen for å ha benyttet riktig fraseologi i TCAS situasjoner.
- 2.2.6 Havarikommisjonens beregninger viser at flygelederens instruksjon om horisontal unnvikelsesmanøver ikke resulterte i økt atskillelse mellom luftfartøyene, fordi kun SAS925, det raskeste luftfartøyet, fulgte instruksjonen. Havarikommisjonens undersøkelser viser at kursendringen faktisk førte flyene nærmere hverandre (se vedlegg C). Siden begge flygebesetningene mottok TCAS RA og fulgte denne, oppnådde man vertikal atskillelse, og den horisontale kursendringen til SAS925 fikk ingen praktisk betydning.

2.3 Sektorisering og bemanning

- 2.3.1 Sektor Skagerrak var i gjeldende tidsrom bemannet med en flygeleder. I tillegg tjenestegjorde en LTT fullmektig, som også betjente naboposisjonen sektor Syd/øst. I følge foreliggende opplysninger, var det overskudd av flygeledere på denne vekten. Etter havarikommisjonens oppfatning hadde det således vært mulig å bemanne Skagerrak sektor med to flygeledere, dersom det hadde vært behov for dette. Tatt i betraktning at hendelsen skjedde i en trafikksvak periode, og at verken den aktuelle flygelederen eller operativ supervisor hadde påpekt behov for forsterkninger, vurderer havarikommisjonen at sektor Skagerrak var tilfredsstillende bemannet denne lørdag formiddagen.
- 2.3.2 I følge foreliggende opplysninger har Avinor gjennomført tiltak og forbedringer ved Oslo kontrollsentral som tilrettelegger for bruk av planner-controller (PC) i tillegg til radar-controller (RC). Her kan også nevnes at arbeidsposisjonene er gjennomgått, og for sektor Skagerraks vedkommende, modifisert med tanke på plassering av dubler bemanning ved høy arbeidsbelastning. Havarikommisjonen anser derfor at Avinor har gjennomført hensiktsmessige tiltak for å sikre avlastning for flygeleder ved høy arbeidsbelastning.
- 2.3.3 Det var organisatorisk uro i Avinor i det aktuelle tidsrommet, og arbeidsforholdene ved Oslo kontrollsentral var preget av dette. Det hersket imidlertid ro i kontrollrommet denne formiddagen, og den involverte flygelederen har uttalt at han ikke kunne peke på noe ved arbeidsmiljøet som påvirket ham i den grad at det skulle ha hatt betydning for den aktuelle hendelsen. Havarikommisjonen ønsker allikevel å peke på at organisatorisk uro kan påvirke medarbeidere i utførelsen av deres arbeid på en negativ måte. Særlig viktig er det å ha fokus på tiltak dersom arbeidet som utføres er operativt, sikkerhetskritisk arbeid. Å ta høyde for ekstra bemanning på vaktlistene, slik Oslo kontrollsentral hadde lagt opp til i denne perioden, vurderes av havarikommisjonen som ett godt risikoreducerende tiltak.

2.4 Teknisk utstyr og hjelpemidler for flygeleder

2.4.1 Innledning

- 2.4.1.1 Det kan ikke unngås at mennesker gjør feil. Derfor er det i tillegg til organisatoriske tilpasninger viktig å tilrettelegge systemer i form av teknisk utstyr og ergonomisk utforming av arbeidsplassen for å unngå at feil får alvorlige konsekvenser.

2.4.1.2 Så vidt havarikommisjonen har kunnet avdekke, var relevante tekniske hjelpemidler, med unntak av STCA funksjonen, i operativ drift og fungerte som normalt forut for og under hendelsen. Når det gjelder STCA, kom varselet for sent og lyden i høyttaleren i flygelederens arbeidsposisjon var skrudd for lavt.

2.4.1.3 Flygeplan-kontrolldata var distribuert, og luftfartøyenes radarposisjonssymboler og Mode C-høydeinformasjoner ble kontinuerlig presentert og oppdatert på radarskjerm. Det ble imidlertid i forbindelse med undersøkelser av hendelsen avdekket systemsvakheter, i form av hjelpemidler som ikke bidro på en god måte til å støtte flygeleder i hans konfliktsøk.

2.4.2 Trafikkbord – Flight Progress Board

2.4.2.1 Det foreligger ikke opplysninger som indikerte at trafikklstrippene for disse flygningene ble mottatt sent i sektor Skagerrak, dvs. data forelå i god tid før luftfartøyene entret sektorens ansvarsområde. Imidlertid var ikke ruteføringen på trafikklstrippene riktig, fordi begge luftfartøyer var blitt re-klarert og gitt direkteruter, som kun delvis var notert på trafikklstrippene. Ruteendringene var koordinert med tilstøtende sektor, men altså ikke lagt inn i flygeplan-systemet, hvilket forårsaket at det ble trykket færre trafikklstripper enn normalt.

2.4.2.2 Det at trafikklstrippene til de to flygningene KLM1174 og SAS925 lå i hver sin seksjon på trafikkbordet bidro til å kamuflere en mulig konflikt. Både SAS925 og KLM1174 hadde blå farge på strippholderne, noe som heller ikke indikerte konflikt.

2.4.2.3 Havarikommisjonen kan derfor ikke se at trafikkbordet var et godt hjelpemiddel i flygelederens planlegging og konfliktsøk. Antall trafikklstripper var ikke tilstrekkelig til at den foreliggende konflikten kunne presenteres på en god måte. Trafikkbordets inndeling var tilrettelagt for punktsøk, og ikke sonesøk som bedre kunne visualisere flygninger som hadde fått direkteruter.

2.4.2.4 Avinor har i etterkant av hendelsen endret seksjonene i trafikkbordet i seksjon Skagerrak. Sonesøk-konsept ble implementert og det ble regelfestet at flygeleder skulle påse at alle flygninger ble fremvist med trafikklstripper i samtlige soner som flygningene berørte. Havarikommisjonen mener at Avinor har iverksatt hensiktsmessige tiltak for å bedre presentasjon og detektering av konflikter ved bruk av trafikkbordet i sektor Skagerrak, og avstår derfor fra å fremme tilrådinger om dette.

2.4.3 Høyttaleren i arbeidsposisjonen

2.4.3.1 Det ble påvist at lydalarm for STCA PC og STCA CA ble generert og presentert i sektor Skagerrak ifm. denne hendelsen, men at lyden i høyttaleren var justert så lavt at den ikke kunne høres.

2.4.3.2 Tatt i betraktning at STCA PC-varselet som sådan kom for sent, og at flygelederen allerede hadde full fokus på situasjonen, mener havarikommisjonen at fravær av lyd i dette tilfelle ikke virket negativt inn. I den særdeles stressede situasjonen som flygelederen befant seg i, var det ikke opplagt at han ville ha registrert en lydalarm, siden hørselen er den av de menneskelige sanser som først fortrenses i pressede situasjoner. Hadde derimot STCA PC-varselet kommet 25 sekunder før atskillelsesminima var underskredet, mener havarikommisjonen at den tilhørende lydalarmen kunne ha bidratt til å tiltrekke seg flygelederens oppmerksomhet.

- 2.4.3.3 Havarikommisjonen ønsker å påpeke at høyttaleren, der volumet var skrudd ned, også skulle presentere lydalarm for andre type alarmer som flygeleder kunne få fra fremvisningssystemet, innbefattet transponder-nødkodene “7500-flykapping”, “7600-radiosvikt” og “7700-nød”. Havarikommisjonen mener derfor at det er positivt at Avinor har endret lydalarmene til å være en data-stemme som i klartekst forteller hva det gis alarm for, og at flygeleder selv kan verifisere at volumet er tilstrekkelig ved hjelp av en lydsjekk.
- 2.4.4 Konfliktvarslingsfunksjonen STCA
- 2.4.4.1 I den aktuelle hendelsen mener havarikommisjonen at det luftbaserte sikkerhetsnettet TCAS fungerte optimalt. Flygebesetningene sørget for vertikal atskillelse mellom luftfartøyene ved at de fulgte TCAS RA-instruksjonene om henholdsvis “climb” eller “descend”.
- 2.4.4.2 Det bakkebaserte sikkerhetsnettet, STCA, fungerte ikke tilfredsstillende. STCA-varslingstiden skulle i henhold til systemspesifikasjonen være 25 sekunder før underskridelse av atskillelsesminima. I dette tilfellet ble STCA PC presentert da luftfartøyene var atskilt med 5,9 NM, eller 5-9 sekunder før underskridelse av atskillelsesminima var et faktum. STCA CA ble gitt da avstanden var 4 NM. Havarikommisjonen ser det som åpenbart at denne presentasjonen av konfliktvarsel og alarm ga flygeleder en svært begrenset hjelp til å utstede instruksjoner om unnvikende manøver.
- 2.4.4.3 Den sikkerhetsmessige nytten av konfliktvarslingssystemet STCA er avhengig av at flygeledere i relevante situasjoner gis tilstrekkelig varslingstid om en mulig underskridelse av atskillelsesminima, slik at nødvendige instruksjoner kan gis til luftfartøy. Med denne erkjennelsen er det åpenbart for havarikommisjonen at tiltak ved Oslo kontrollsentral som enkelt kunne ha bidratt til å redusere konsekvensene av menneskelige feil burde ha vært gjennomført på et tidligere tidspunkt.
- 2.4.4.4 Havarikommisjonen mener derfor at implementeringsfeilen knyttet til grunnlagsdata-parameteren “Predicted ahead time” burde ha blitt rettet så snart som mulig etter februar 2006, da man ble klar over at STCA ga varsel for sent, fordi denne parameteren var satt for lavt.
- 2.4.4.5 Forbedring av STCA utover systemspesifikasjon krevde softwareoppgradering, og havarikommisjonen finner det prisverdig at forbedringer ble gjennomført 1 år og 10 måneder etter hendelsen.
- 2.4.4.6 Havarikommisjonen fikk på sin forespørsel til Avinor i september 2008 vite at Oslo kontrollsentral ikke hadde registrert feil knyttet til sen avgivelse av STCA konfliktvarsling etter november 2007. Ytterligere sikkerhetstilrådingen knyttet til STCA funksjonen synes dermed ikke å være påkrevet.
- 2.4.5 MTCD – Medium Term Conflict Detection
- 2.4.5.1 Som beskrevet i kapittel 1.18.8 har mange kontrollsentraler, bl.a. de svenske, konfliktvarslingsverktøyet MTCD installert som et eget skjermbilde på flygeleders radarskjerm. Ved hjelp av dette konfliktverktøyet kan flygeleder tidligere bli klar over potensielle framtidige konflikter mellom luftfartøy. Det må imidlertid også nevnes at det har vist seg å være vanskelig å luke ut generering av falske alarmer.

- 2.4.5.2 Havarikommisjonen er klar over at Avinor allerede vurderer hvorvidt det vil være formålstjenlig å implementere MTCD i NATCON-systemet, og at en eventuell implementering må veies opp mot andre sikkerhetsrelaterte endringsforslag, som havarikommisjonen ikke har gått inn på. Havarikommisjonen fremmer derfor ikke en sikkerhetstilråding om å gjennomføre en slik vurdering.

3. KONKLUSJON

Ved denne undersøkelsen mener havarikommisjonen å ha avdekket at årsakene til at underskridelsen av atskilleelsesminima mellom SAS925 og KLM1174 oppsto, kan knyttes til Flysikringstjenesten. Havarikommisjonens undersøkelse har avdekket svakheter knyttet til utforming av flygelederens trafikkbord, distribusjon av trafikkstripper og implementeringen av radarsystemets konfliktvarslingsfunksjon, STCA. Disse systemsvakhetene bidro til at flygeleders feiloppfatning om at luftfartøyene var atskilt vertikalt, ikke ble korrigert. Fare for sammenstøyt mellom luftfartøyene ble avverget ved at flygebesetningene fulgte sine respektive TCAS RA-instruksjoner.

3.1 Undersøkelseresultater

- a) Luftfartøyene var forskriftsmessig registrerte, og ingen uregelmessigheter var rapportert. Begge luftfartøy var utstyrt med antikollisjonssystemet TCAS, som virket som forutsatt.
- b) ACC radarposisjonen Sektor Skagerrak var tilfredsstillende bemannet.
- c) Vakthavende flygeleder hadde gyldige autorisasjonspapirer for tjenesten, og var uthvilt. Arbeidsbelastningen i sektoren på hendelsestidspunktet var lav, etter en foregående periode med moderat aktivitet.
- d) Vakthavende flygeleder hadde radiosamband med begge luftfartøy fra ca. 6 minutter før hendelsen. Radiokommunikasjonen forløp normalt.
- e) Både SAS925 og KLM1174 fløy i tildelt høyde, flygenivå 340. Vakthavende flygeleder overså at luftfartøyene fløy på kryssende kurs i samme høyde.
- f) Vakthavende flygeleder hadde et mentalt bilde av at de to flygningene foregikk i forskjellige flygenivåer, henholdsvis 340 og 360, og at luftfartøyene følgelig var vertikalt atskilt.
- g) Trafikkstripper for visualisering av de planlagte flygningene i trafikkbordet var tilgjengelig i god tid.
- h) Oslo kontrollsentral hadde ikke klare retningslinjer for hvordan direkte ruteføring skulle visualiseres på trafikkbordet.
- i) Trafikkstrippene for både SAS925 og KLM1174 var påtegnet "340", men konflikten ble kamuflert av at de ikke lå i samme seksjon i trafikkbordet.
- j) Trafikkbordet var tilrettelagt for punktsøk framfor sonesøk, og det ble produsert for få trafikkstripper for de aktuelle flygningene. Dette medførte at konflikten vanskelig kunne visualiseres på en god måte på trafikkbordet.

- k) SAS925 fikk TCAS RA “climb”-instruksjon, mens KLM1174 fikk tilsvarende TCAS RA “descend”-instruksjon. Begge flygebesetninger fulgte sine respektive TCAS RA-instruksjoner. Som følge av dette ble minste horisontale avstand mellom luftfartøyene, uten at vertikal atskillelse på 1 000 ft var ivaretatt, 2,7 NM.
- l) Det finnes ingen fast regel for hvilken unnvikelsesmanøver flygeleder skal instruere fartøysjefene til å gjennomføre i ulike situasjoner der tap av atskillelsesminima er i ferd med å oppstå. Vaktstående flygeleder var imidlertid bevisst på at han ikke skulle instruere flygebesetninger til å manøvrere i det vertikale plan i en TCAS RA-situasjon.
- m) Begge flygninger ble gitt instruksjon om å svinge 30 grader til høyre. Kun SAS925 etterfulgte instruksjonen, hvilket reduserte den horisontale atskillelsen. Fordi begge luftfartøy samtidig beveget seg fra hverandre i vertikal retning, fikk ikke den horisontale kursendringen noen praktisk betydning.
- n) NATCON-systemet ved Oslo kontrollsentral hadde ikke implementert MTCDD, en funksjon som kunne ha hjulpet flygeleder til å se den potensielle krysningskonflikten mellom SAS925 og KLM1174 tidligere.
- o) Volumet for høyttaleren i arbeidsposisjon Skagerrak var skrudd så lavt at flygelederens sikkerhetsnett STCA kun ble presentert via radarskjerm bildet, uten tilhørende lydalarm.
- p) STCA virket ikke som forutsatt. STCA konfliktvarselet (STCA PC) ble utløst og presentert for flygeleder så sent som 5-9 sekunder før underskridelse av atskillelsesminimum, og ikke 25 sekunder før slik systemspesifikasjonen tilsa.
- q) STCA ga varsel senere enn systemspesifikasjonen tilsa fordi grunnlagsdata-parameteren “Predicted ahead time” var satt for lavt. Justering av denne ble imidlertid ikke gjennomført før 1 år og 10 mnd. etter hendelsen.
- r) Fare for sammenstøt mellom luftfartøyene ble avverget ved at flygebesetningene på begge luftfartøyer fulgte sine respektive TCAS RA-instruksjoner iht. ICAO retningslinjer.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Flysikringstjenesteleverandøren Avinor har i etterkant av hendelsen iverksatt en rekke forbedringstiltak. Havarikommisjonen har i forbindelse med sin undersøkelse gjennomgått Avinors forbedringstiltak med særlig vekt på utforming av trafikkbordet i sektor Skagerrak, distribusjon av trafikkstripper, samt implementering av konfliktvarselet STCA. Havarikommisjonen har gjennom sin undersøkelse av denne alvorlige luftfartshendelsen ikke avdekket områder hvor det nå synes å være behov for å fremme ytterligere sikkerhetstilrådinger.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 28. september 2011

VEDLEGG

- Vedlegg A: Aktuelle forkortelser
- Vedlegg B: STCA søkealgoritme i NATCON-systemet
- Vedlegg C: Estimering av krysningspunkt for SAS925 og KLM1174, teoretiske betraktninger

VEDLEGG A AKTUELLE FORKORTELSER

ACAS	Airborne Collision Avoidance System
ACC	Area Control Center
AIRAC	Aeronautical Information Regulation And Control
ANS	Air Navigation Services
ANSP	Air Navigation Service Provider
AoR	Area of Responsibility
ATCC	Air Traffic Control Center
BFU	Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung,- den tyske havarikommisjonen
BSL	Bestemmelser for sivil luftfart
DME	Distance Measurement Equipment
DVOR	Doppler Very High Frequency Omni-range, radionavigasjonshjelpemiddel
ENOS	Oslo kontrollsentral
EKCH	København lufthavn, Kastrup
EKDK	København kontrollsentral
EHAM	Amsterdam lufthavn, Schiphol
FDPS	Flight Data Processing System
FDR	Flight Data Recorder
FIR	Flight Information Region
FL	Flight level, flygenivå
FPB	Flight Progress Board, Trafikkbord
FPS	Flight Progress Strip, Trafikkstripp
ICAO	International Civil Aviation Organization
KIAD	Washington Intl. Lufthavn, Dulles
LTT	Lufttrafikkteneste
MTCD	Medium Term Conflict Detection
NATCON	Norwegian Air Traffic Control System (radar og flygeplandata)
NATS	National Air Traffic Services i Storbritania
NSCR	NATCON Software Change Request
NM	Nautical Mile
PC	Planning Controller
PTL	Predicted Track Line
RC	Radar Controller

RDPS	Radar Data Processing System
RFL	Regler for lufttrafikkteneste
SDD	Situation Data Display, fremvisersystem for RDPS
STCA	Short Term Conflict Alert, konfliktvarslingsfunksjon i RDPS
STCA CA	STCA Conflict Alert – alarm om underskridelse av gjeldende atskillelsesminima
STCA PC	STCA Predicted Conflict – varsel om snarlig underskridelse av gjeldende atskillelsesminima
SVA	Betegnelse på radiofyr DME/DVOR på Svensheia ved Kristiansand
TCAS	Traffic Alert and Collision avoidance system, - antikollisjonssystem i cockpit
TCAS RA	TCAS Resolution Advisory
TCAS TA	TCAS Traffic Advisory
TMA	Terminalområde, luftrom i en definert høyde over/nær en kontrollert flyplass
UTC	Coordinated Universal Time
VMC	Visual Meteorological Conditions
VOR	Very high frequency Omnidirectional Radio range - radiofyr

VEDLEGG C

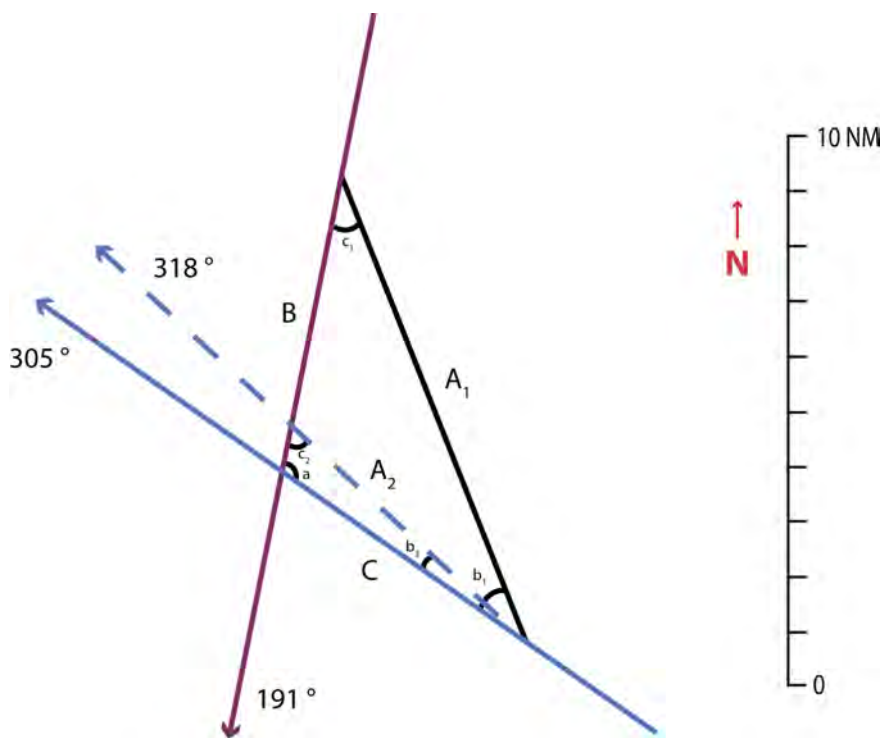
Estimering av krysningspunkt for SAS925 og KLM1174, teoretiske betraktninger

Krysningspunkt ved uendret kurs og konstant flygenivå 340

Havarikommisjonen har på bakgrunn av radardata fra Oslo kontrollsentral og FDR-data fra de to luftfartøyene estimert hvordan SAS925 og KLM1174 ville ha passert hverandre i luften dersom deres respektive kurser og hastigheter hadde forblitt uendret. Vurderingen omfatter også hvorvidt horisontal kursendring for SAS925 påvirket avstanden mellom luftfartøyene.

Da flygelederen ble oppmerksom på konflikten, var luftfartøyene i henhold til radardata ca. 8-9 NM fra hverandre. I figur C vises det hvordan avstanden mellom luftfartøyene på dette tidspunktet, en linje med lengden tilsvarende 9 NM (A_1), og luftfartøyenes respektive magnetisk kurser (305° og 191°) danner en trekant. Motstående vinkel til linjen med lengde 9 NM er beregnet til 114° ($< a$). Dersom ingen av luftfartøyene hadde endret horisontal kurs eller høyde ville punktet i denne vinkelen ha vært krysningspunktet for de to flygningene.

Ved bruk av sinusproposjonen¹³ finner vi at SAS925 hadde 5,2 NM igjen til krysningspunktet, mens KLM1174 hadde 5,5 NM igjen.



Figur C: Estimering av krysningspunkt for SAS925 (blå magnetisk kurs) og KLM1174 (lilla magnetisk kurs), dersom høyde, flygenivå 340 var konstant.

¹³ Sinusproposjonen: Når A , B og C er sidene i en trekant, og disse sidenes motstående vinkler er a , b og c , sier sinussetningen at $A / \sin a = B / \sin b = C / \sin c$. Vinkelen a er krysningspunktet mellom kursene 191° (KLM1174 sin kurs) og 305° (SAS925 sin kurs). I våre beregninger har vi benyttet $A_1 = 9$ NM, $< a = 114^\circ$, $< b_1 = 34^\circ$, $< c_1 = 32^\circ$. Vi fant da lengdene $B = 5,5$ NM og $C = 5,2$ NM. Videre ble lengden C og kursendringen $< b_2$ benyttet for å finne ulike lengder for A_2 , som altså er den nye avstanden SAS925 må fly for å tangere kurslinjen til KLM1174, ved ulike kursendringer.

Bakkefarten (Ground speed) var 526 kt (271 m/s eller 976 km/t) for SAS925 og 360 kt (185 m/s eller 666 km/t) for KLM1174. Av dette følger at SAS925 og KLM1174 hadde henholdsvis 35 og 55 sekunder igjen til krysningspunktet. SAS925 ville altså ha passert krysningspunktet 20 sekunder før KLM1174. Herav følger ¹⁴ at:

Dersom kurs og høyde for begge luftfartøy hadde vært uendret ville SAS925 ha passert i front av KLM1174, i samme høyde og med en avstand på ca 2 NM. Radardata viser imidlertid at den horisontale avstanden mellom SAS925 og KLM1174 var ca. 0,1 NM, og ikke 2 NM, da SAS925 passerte foran og over KLM1174 med 1 200 ft.

Krysningspunkt ved endret horisontal kurs for ett av luftfartøyene

FDR-data viser at SAS925 gradvis endret sin kurs, med ca. 1 grad pr sekund, fra 305° til 323°, som følge av flygeleders instruksjon om å svinge 30° til høyre. KLM1174 endret imidlertid ikke horisontal kurs.

Havarikommisjonen har sett på hva SAS925 sin kursendring betød for endring av krysningspunktet mellom de to flygningene, dersom TCAS ikke hadde vært aktiv, og luftfartøyene ikke hadde endret høyde. Resultatene kan illustreres med følgende tabell:

SAS925 magnetisk kursendring i grader	SAS925 vil passere foran eller bak KLM1174	KLM1174s tid og avstand fram til krysningspunktet.
Ingen kursendring (305°)	foran	20 sekunder (2 NM)
7° høyre (312°)	foran	11 sekunder (1,1 NM)
12° høyre (317°)	foran	3 sekunder (0,3 NM)
13° høyre (318°)	foran	1 sekund (0,1 NM)
15 ° høyre (320°)	bak	3 sekunder (0,3 NM)

Tabell 1 Estimert virkning av horisontal kursendring for SAS925

Tabell 1 viser at flygeleders instruksjon til begge luftfartøy om å svinge 30 grader til høyre førte til redusert horisontal atskillelse, fordi kun SAS925 fulgte instruksjonen.

- uten horisontal kursendring ville SAS925. iht. estimatet ha passert foran KLM1174 med en avstand på ca. 2 NM.
- med horisontal kursendring for SAS925 alene ble avstanden mellom luftfartøyene mindre enn tilfelle ville ha vært uten kursendring.
- en oppnådd horisontal kursendring på 12 -13° for SAS925 kunne ha medført sammenstøt med KLM1174.

Tabellen viser ikke avstand mellom luftfartøyene dersom begge hadde forandret kurs til høyre. Det antas imidlertid at dette ville ha medført at avstanden mellom luftfartøyene ville ha økt.

¹⁴ Gjennomsnittlig strekning er lik tid multiplisert med hastighet, $s = t * v$