

INNEHÅLL

12	FLYGTRAFIKLEDNING	3
12.1	Allmänt	3
12.2	Trafikledningssystem	4
12.2.1	Civil flygtrafikledning	4
12.2.2	Militär flygtrafikledning	5
12.3	Regler och normer	6
12.3.1	Allmänt	6
12.3.2	Flygregler	6
12.4	Flygtrafikledning i framtiden	7
12.4.1	Organisation	7
12.4.2	Tekniska hjälpmedel	7
12.5	Kollisionsvarningssystem	8
12.5.1	Allmänt	8
12.5.2	Olika typer av kollisionsvarningssystem	9

12 FLYGTRAFIKLEDNING

12.1 ALLMÄNT

I detta kapitel ges en kort presentation av flygtrafikledningen. För närvarande (1972) pågår en utredning om flygtrafikledningens organisation i framtiden. Framställningen i detta avsnitt har därför gjorts koncis med enbart de generella principerna för övervakning och kontroll av flygtrafiken. Som sista del i kapitlet ingår även ett avsnitt om kollisionsvarningssystem.

Flygtrafikledning innefattar en styrning och kontroll av flygtrafiken med övervakning av start och landningsmanövrar, flygplanrörelser i luften och flygplanrörelser på marken. Flygtrafikledningens uppgift är att tillse att flygtrafiken kan fortgå under optimala betingelser vad beträffar säkerhet, snabbhet och effektivitet.

Ansvaret för det enskilda flygplanets navigering åvilar flygplanets befälhavare medan trafikledningsorganet meddelar färdtillstånd och svarar för att separation upprätthålls till andra flygplan. Färdtillstånd är tillståndet för ett flygplan att framföras enligt vissa av flygtrafikledningen angivna villkor. Främst används radar att fastställa flygplanets position. Med radar kan flygtrafikledningsorganet leda och följa detta utefter önskade flygvägar. Som en följd av detta har flygtrafikledningen erhållit ett med flygplanets befälhavare delat ansvar beträffande navigeringen.

För den civila flygtrafiken är landet indelat i *flyginformationsregioner* FIR, från fyra till antalet, inom vilka flygtrafikledningen ombesörjs av *kontrollcentraler*, ACC. Varje region är uppdelad i kontrollerat och icke kontrollerat luftrum.

Det kontrollerade luftrummet består av luftleder, terminalområden och kontrollzoner. Se bild 12.1. Luftlederna är trafikvägar mellan de stora flygplatserna och har en bestämd storlek i sid- och höjddled beroende på trafikintensiteten. Terminalområde, TMA, är ett kontrollerat luftrum kring en eller flera flygplatser, där oftast luftleder sammanstrålar. Även detta har en bestämd begränsning i sida och höjd. Kontrollzon, CTR, är ett område närmast omkring en flygplats, med en radie som varierar från 1 mil och uppåt.

I det icke kontrollerade luftrummet har man infört trafikzoner, informationsområden och informationssträckor (flygvägar) för att säkerställa den civila trafik, som där bedrivs i mindre omfattning.

Den militära flygtrafiken liksom allmänflyget utnyttjar huvudsakligen icke kontrollerat luftrum. Militära start-, inflygnings- och landningsförfaranden är kontrollerade och för detta ändamål finns kring fredsbaserna kontrollzoner och terminalområden med samma funktion som vid civila flygplatser.

Militärt sett är luftrummet indelat i luftförsvarssektorer. Inom dessa finns en luftförsvarscentral från vilken luftrummet övervakas från försvarssynpunkt. Härifrån utövas stridsledning och radarföljning av viss del av flygvapnets flygverksamhet. I fredstid är huvuddelen av icke kontrollerat luftrum indelat i övningssektorer, till vilka de olika förbanden har tillgång enligt en viss prioritering.

Militärflyget har även en regional luftrumsindelning, de s k REC-områdena, med en regionalkontroll för militär trafik utanför kontrollerat luftrum.

I krig upphör den fredsmässiga luftrumsindelningen. Den totala flygverksamheten, militär och civil, leds och övervakas då från luftförsvarscentralerna.

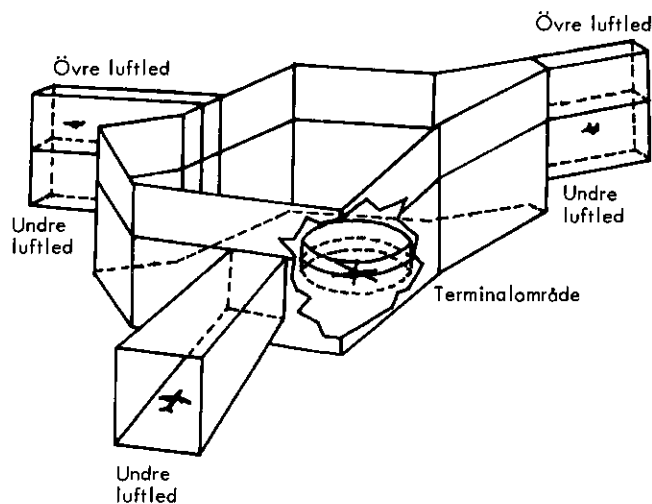
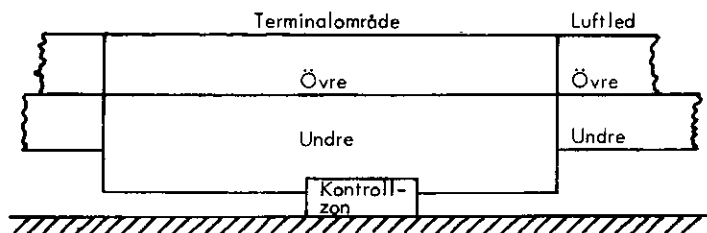


Bild 12.1 Kontrollerat luftrum, principskiss

12.2 TRAFIKLEDNINGSSYSTEM

Med trafikledningssystem avses i det följande de hjälpmedel och system med vars hjälp den civila och den militära trafikledningen bedrivs.

12.2.1 Civil flygtrafikledning

Flygplanets befälhavare ansvarar enligt vad som framgår i avsn 12.1 för flygplanets navigering. Till sin hjälp har han en mängd navigeringsanläggningar som är utplacerade i luftleder, i terminalområden och vid flygplatser. Dessa hjälpmedel är riktningssyrlar NDB och VOR och avståndsmättyrlar DME. Se kap 9. Navigeringen sker i huvudsak från fyr till fyr, men möjlighet finns att fastställa fpl läge genom krysspejling mellan två fyrar. Med samplacerad VOR/DME kan riktning och avstånd (läge) i förhållande till enbart en fyr bestämmas.

Då trafikintensiteten ökar och belastningen på trafikledare och navigatörer blir större, framträder önskemålen om ett mera flexibelt navigeringssystem än det konventionella punkt-till-punkt-systemet. Trafiken skulle därvid kunna spridas och göra trafikledningen lätthanterligare. Den navigering som på så sätt görs fri från beroendet av markhjälpmedlens placering benämns *areanavigering* och har börjat användas i USA. Arealnavigering kan baseras på VOR/DME, men då krävs ett större antal och noggrannare VOR/DME-stationer. En annan lösning är att

utnyttja Decca-systemet (Se avsn 9.5). Navigeringssystem som är helt oberoende av markbundna hjälpmedel är automatiska dödräkningssystem (ABR), såsom dopplernavigeringssystem (DN) och tröghetsnavigeringssystem (TN).

Av de civila inflygnings- och landningshjälpmedlen är ILS det främsta. PAR används i vissa sammanhang, men då huvudsakligen som reserv- eller övervakningshjälpmedel. Mindre flygplatser har i vissa fall enbart en VOR i rullbanans förlängning. Se kap 15.

Flygtrafikledningsorganen skall ge färdtillstånd och ansvara för att separation upprätthålls mellan flygplan. De viktigaste hjälpmedlen härför är primär- och sekundärradarn. Primärradarn behandlas i avsn 10.2.2. Med primärradarn erhålls avstånd och bäring till flygplan inom radarns täckningsområde. Flygplans höjdläge fås däremot inte med den konventionella primärradarn. Identifiering av varje flygplan måste vidare då primärradar används, ske via radio, flygplansmanövrar, pejl, osv. Höjdrapportering måste fortlöpande ske via radio. Som framgår är detta förfarande mycket arbetskrävande, varför dagens radartrafikledning baseras på sekundärradarn. Se avsn 10.4. Med denna utlöser en frågesignal en aktiv svarssignal från flygplanets svarssändare (transponder). Vissa svarssändare är anslutna till höjdmätaren och ger då förutom identitet även flyghöjd. Svarssignalen lämpar sig väl för datorbehandling och målföljning, eftersom identiteten är given i svaret.

Sekundärradarinformationen innebär i denna form en betydande avlastning i trafikledarens rutinarbete och medför säkrare identifiering, bättre presentation och ett minskat behov av radiokommunikation.

Systemet förutsätter dock att transponderar finns i samtliga flygplan.

12.2.2 Militär flygtrafikledning

De navigerings- och landningshjälpmedel, som används av det svenska militärflyget, är de ovan uppräknade civila hjälpmedlen (vissa endast för transportflyget) plus avståndsmätfyrarna Anna och Anita, riktningsgivarna, talfyr och pejl och landningsfyrarna Barbro och TILS. Vissa flygplan utnyttjar areanavigering med Decca eller med ABR.

Flygtrafikledningsorganen utnyttjar främst radar och pejl. I områden med omfattande integration av civil och militär trafik finns civila och militära trafikledare samlokaliserade. Exempelvis sker detta vid Stockholm ACC (Svea Kontroll).

Militära stridsledningssystem har särskilda höjdmätande radarstationer, där flygplanets höjd direkt kan avläsas. Mätnoggrannheten är dock ej av den storleksordningen att trafikledningen baserar separationskriteriet på denna höjdinformation.

Militära radarstationer har i vissa fall automatisk målföljning. Det innebär att när ett flygplan har blivit identifierat, vidmakthålls identifieringen genom radarns målföljningssystem. Detta är vid sidan av sekundärradarsystemet en metod att lätta arbetsbördan för trafikledarna.

Med en ökad användning av sekundärradarn, måste även militära flygplan utrustas med transponderar för att möjliggöra en effektiv trafikavveckling.

12.3 REGLER OCH NORMER

12.3.1 Allmänt

Civil luftfart följer de regler och rekommendationer som är fastställda av ICAO (International Civil Aviation Organization), ett FN organ. De bestämmelser som gäller i Sverige publiceras av luftfartsverket i »Bestämmelser för civil luftfart», BCL. Särskilda trafikregler för civil luftfart inom militärt kontrollerat luftrum och på militära flygplatser meddelas av CFV i samråd med luftfartsverket.

Militär flygtrafik följer de bestämmelser som fastlagts av CFV i »Ordnings- och säkerhetsföreskrifter för militär flygning», OSF. Det är en strävan att så långt som möjligt anpassa civila och militära flygtrafikregler till varandra, men av uppenbara skäl föreligger särskilda militära flygbestämmelser bl a i förbandsflygning.

I avsn 1.5 behandlas de olika källor för navigeringsinformation som finns att tillgå.

Ansvar för flygräddningstjänsten i Sverige åvilar för civil flygning luftfartsverket och för militär flygning CFV. Flygräddningstjänsten omfattar efterforskningstjänst med uppgift att fastställa saknat flygplans position och undsättningstjänst med uppgift att bistå och rädda ombordvarande vid inträffat haveri samt att begränsa de materiella skadornas omfattning.

12.3.2 Flygregler

All flygning försiggår enligt visuella flygregler (VFR) eller instrumentflygregler (IFR). Valet av flygregler bestäms av väderförhållanden, flygplanets utrustning och förarens kompetens.

Då flygningen genomförs enligt VFR skall synintryck av horisont, terräng eller andra visuella referenser medföra orienteringsförmåga. Flygföraren ansvarar för förhindrande av kollisioner enligt principen »se och bli sedd». VFR-flygning kräver goda väderförhållanden i fråga om sikt och avstånd till moln och att flygningen genomförs under VMC, »visuella väderförhållanden». Värdena som innebär VMC regleras internationellt av ICAO, men alla länder har rätt till nationella tillägg och avvikelser.

Väderbetingelser som är sämre än VMC benämns IMC, instrumentväderförhållande.

IFR-flygning måste kunna genomföras helt med hjälp av flyginstrument, och flygplanet skall härvid vara försett med navigeringsutrustning anpassat för aktuell flyguppdrag eller flygväg. Flygföraren skall ha behörighet för instrumentflygning.

Om VMC råder under en IFR-flygning ansvarar flygföraren för undvikande av kollisioner. I kontrollerat luftrum gäller speciella regler för flygtrafikledning, som innebär ett separationsansvar för IFR-flygning relativt VFR-flygning. För valet av flyghöjd gäller principen att den skall bestämmas av färdvinkeln. Flyghöjden uttrycks inom civilflyget i flygnivåer – 1000-fotsnivåer för IFR-flygning och 500-fotsnivåer för VFR-flygning. Flygnivåer är ytor för konstant lufttryck. (Se tabell 3.1 i avsn 3.4.4).

Inom kontrollerat luftrum skall all IFR-flygning utföras som kontrollerad flygning. Flygtrafikledningen ansvarar för att separationsavstånd upprätthålls i sidled och höjddled mellan olika IFR-flygföretag. Utanför kontrollerat luftrum är flygtrafikledningen skyldig att meddela IFR-trafik om andra flygföretag i området. För den militära IFR-trafiken lämnas motsvarande anvisningar för att möjliggöra upprätthållandet av separationsavstånd till annan känd flygtrafik.

Inom de tättrafikerade civila terminalområdena och kontrollzonerna samt militära kontrollzoner tillämpas en viss flygkontroll för VFR-flygning för att höja flygsäkerhetsnivån.

En särskild svensk bestämmelse är att all luftledstrafik skall pågå under IFR. VFR-trafik får dock under dager korsa luftled under en viss flygnivå. Militär flygtrafik följer i detta sammanhang särskilda föreskrifter. Militärt flygplan får under dager korsa luftleden även över den föreskrivna flygnivån, om ej luftleden betjänas av ett militärt-civilt gemensamt flygtrafikledningsorgan, då färdtillstånd måste inhämtas.

12.4 FLYGTRAFIKLEDNINGEN I FRAMTIDEN

Under 1971 har en av Kungl Maj:t tillsatt utredning »Flygtrafikledningskommittén» (FTK) lämnat ett betänkande angående flygtrafikledning 1980 med system- och organisationsaspekter på framtidens trafikledning i Sverige.

12.4.1 Organisation

FTK föreslår att civil och militär flygtrafikledning helt integreras i ett gemensamt tekniskt-operativt system. Ansvaret för flygtrafikledningen bör anförtros en fristående civil organisation. Ansvaret för flygtrafikledningens tekniska hjälpmedel, som i dag åvilar televerket och försvarets materielverk, bör också överföras till den integrerade flygtrafiktjänste. FTK föreslår vidare inrättandet av ett flygsäkerhetsverk som skall ha till uppgift att ha överinseende på flygsäkerheten för den civila luftfarten samt att utforma och driva den flygtrafiktjänst för civil och militär luftfart som ankommer på staten.

12.4.2 Tekniska hjälpmedel

Med tanke på den långa utvecklingstiden och tiden för att implementera nya system måste flygtrafikledningens hjälpmedel på 80-talet bygga på de tekniska förutsättningar som är kända i dag.

Således kan med stor sannolikhet påstås att VOR/DME-systemet även på 80-talet kommer att vara det förhärskande navigeringshjälpmedlet. VOR/DME-systemet kommer då troligen att användas även för areanavigering, som i framtiden blir en vanligare navigeringsmetod för civil flygtrafik. Arealnavigering utnyttjas redan nu av militärflyget.

Landningshjälpmedlet ILS kommer att leva kvar under hela 1970-talet. Hur framtida landningshjälpmedel kan tänkas bli utformade berörs i avsn 15.2.5.

I framtiden kommer sekundärradarn att användas som huvudsakligt hjälpmedel för flygtrafikledningsorganens trafiklägesinformation. Primärradarn får i samband med områdeskontrollen en alltmer stödjande funktion. Vad beträffar automationen inom flygtrafikledningen är utvecklingsarbetet intensivt. Automatisk bearbetning och presentation av färdplansinformation samt behandling av primär- och sekundärradarinformation kommer att bli allt vanligare. Konfliktsökning och konfliktlösning, som är viktiga uppgifter för trafikledaren, kommer med ökade datorkapaciteter troligen att automatiseras.

Kollisionsvarningssystem kommer troligen i framtiden att bli en standardutrustning för varje flygplan. Se avsn 12.5.

12.5 KOLLISIONSVARNINGSSYSTEM

12.5.1 Allmänt

Det är huvudsakligen tre faktorer som medför att riskerna för kollisioner mellan flygplan i luften har ökat under de senare åren, nämligen

- intensivare flygtrafik med ett ökat antal civila och militära flygplan
- högre hastigheter
- ökad omfattning av flygplansrörelser vid sämre meteorologiska betingelser

Samtidigt med detta har emellertid de hjälpmedel för navigering som flygplanen utnyttjar förbättrats och de trafikledningssystem för kontroll och övervakning av flygtrafiken som trafikledarpersonalen betjänar blivit allt effektivare och säkrare. Som framgår av tidigare avsnitt i kapitel 12 är dock ej hela luftrummet trafikövervakat vilket innebär att eventuell kollisionsvarning ej erhålls från trafikledningen vid flygning i icke kontrollerat luftrum. Överallt där flygtrafik pågår finns dock ändå risk för kollisioner genom misstag och felaktigt agerande.

Det finns därför ett behov av ett ombordplacerat varningssystem som ger flygföraren omedelbar information om kollisionsrisker. Ett sådant system bör kunna bestämma:

- avstånd, kurser och farter hos flygplan som kan förorsaka kollisionstillbud
- lämpliga manövrar (styrorder) för eget flygplan för att undvika tillbud
- tiden till eventuell kollision och tidpunkten för initiering av lämplig undanmanöver
- rangordning av kollisionsrisken om fler än ett flygplan befinner sig i riskzonen

Presentationen av informationen måste ske på ett lättuppfattat och överskådligt sätt. Flygföraren skall snabbt bli varse en kollisionsrisk. Han skall samtidigt få instruktioner om de nödvändiga manövrar som krävs. Ett fullständigt integrerat kollisionsvarningssystem ger kontinuerlig information genom lämpliga styrorder.

Varje flygplansrörelse i tid och rum kan åskådliggöras rent statistiskt av en tids/positions fördelning. Avvikelsen från medelvärdet beror på onoggrannhet hos markbaserad och flygplansburen navigeringsutrustning samt höjdmätare och andra flyginstrument, upplösningsbegränsningar hos trafikledarens radarpresentationsutrustning, reaktionstider och aktuell arbetsbelastning hos flygförare och trafikledare.

På grundval av ett stort antal statistiska faktorer har flygplanens separationsminima utformats för att säkerställa ett visst avstånd mellan flygplan i rörelse. Vad som inte kan statistiskt bestämmas är de misstag och felfunktioner som med sin låga sannolikhet utgör »svansarna» på fördelningen. Se avsn 6.3. Man vill inte öka separationsminima eftersom de allt bättre navigeringshjälpmedlen medger noggrannare positionsuppfattning. För att täcka in de fall flygplan uppträder på »fördelningssvansarna», uppkommer då istället krav på kollisionsvarningsutrustning.

12.5.2 Olika typer av kollisionsvarningssystem

För närvarande (1972) finns inga kollisionsvarningssystem, »Collision Avoidance System» CAS i stadigvarande bruk, men ett flertal har utvecklats och prövats i olika sammanhang.

Det är främst i USA som man arbetat en längre tid med CAS och då huvudsakligen som ett komplement till trafikledningssystemen.

Den enklaste typen av kollisionsvarningssystem benämns »Pilot Warning Instrument», PWI. Detta kan vara utformat som en liten radar (se kap 10) ombord på flygplanet. PWI-radarn är rundstrålande och täcker en vinkel $10-15^\circ$ på ömse sidor om horisontalplanet. Räckvidden är 1–2 km.

En annan version av PWI baseras på optisk varningsutrustning. Principen »se och bli sedd» utnyttjas alltid i flygsammanhang. Denna optiska PWI kan sägas förstärka möjligheterna att se och synas. På flygkroppen installeras en xenon-blixtlampa och dessutom detektorer som registrerar andra flygplans blixtljus. Räckvidden kan vara ungefär 3 km i dagsljus och 6 km i mörker.

Ett nyligen utvecklat förslag på en PWI, som kallas Secant-B, har mötts av stort intresse. Man utnyttjar speciella sändare och mottagare som frågar och svarar andra flygplan. Varje sändare utsänder en signal, en frågepuls, och får svar med innehållet; flygplanets identitetsnummer, höjdläge, stig- eller dykhastighet, om detta är inom räckvidden ≈ 20 km. Svaret signalbehandlas i det egna flygplanet och kollisionsrisken värderas. Flera svar från samma flygplan utnyttjas till beräkning av fart och avstånd genom en speciell avkodningsteknik. Tiden till eventuell kollision, τ , beräknas om flygplanen ligger på samma höjd. Om τ då är mindre än ett visst antal sekunder bestäms även bäringen till aktuellt flygplan ($\pm 5^\circ$).

Genom att flygplanets identitetsnummer finns med vid lagringen av avstånd, τ och bäring behöver mottagaren ej läsa in på det för tillfället närmaste flygplanet, utan kan ta emot svar från andra flygplan och värdera kollisionsrisken samtidigt. I de fall där tillgängliga data talar för en kollisionsrisk, ges flygföraren styrororder (»flyg upp» eller »flyg ner») så att tillbud kan undvikas. Med Secant-B kan även erhållas en datalänk till närmaste flygtrafikledningsorgan, vilken informeras om uppkomna kollisionsrisker.

Det kollisionsvarningssystem som har provats mest och är äldst är TF-CAS, där TF betyder tid-frekvens. TF-CAS kräver en synkronisering av exakt tid och frekvens. Jämför avsn 8.10, Tidmätning. Övervakning av tid och frekvens kan ske från marken eller från andra flygplan. Då »noll-tid» är densamma för alla flygplan, kan avstånden mellan flygplan mätas. Den utsända signalfrekvensen är så stabil att dopplerfrekvensmätningar kan göras, vilket ger avståndsförändringen. Eftersom R och \dot{R} kan erhållas, fås även $R/\dot{R} = \tau$, tiden till kollision. Om τ understiger ett visst värde, jämförs flygplanens höjdläge, som ingår kodat i den utsända signalen. Om höjdläget ej skiljer sig tillräckligt från det egna flygplanets höjd, ges instruktioner till flygföraren att dyka eller att stiga. Räckvidden med TF-CAS är 140 km och noggrannheten vid τ -mätningen är ca 10 %.

Som framgår har en mängd kollisionsvarningssystem utvecklats under senare år. Ännu (1972) har ingen myndighet slutgiltigt fattat beslut om typ av system eller om inriktningen på det fortsatta utvecklingsarbetet. Som sammanfattning kan dock konstateras att ett framtida system måste vara billigt nog för allmänflyget och säkert nog för civilflyget och militärflyget.

)

)

)

)