

# INNEHÅLL

13	MANUELL NAVIGERING	3
13.1	Allmänt	3
13.2	Metoder och hjälpmedel	3
13.2.1	Kartläsning	3
13.2.2	Ortlinje, enslinje, bäring, riktning, kurs och färdvinkel	4
13.2.3	Magnetkompassen, missvisning och deviation	8
13.2.4	Transportören, färdvinklar och distanser	10
13.2.5	Hastighetstriangeln	11
13.2.6	Navigeringsskivan	15
13.2.7	Diagram	17
13.2.8	Navigeringsprotokoll	19
13.3	Metodik	21
13.3.1	Förberedelser inför flygningen	21
13.3.2	Tidtabellflygning	22
13.3.3	Bränsleekonomisk flygning	22
13.3.4	Låghöjdsflygning	23
13.3.5	Navigering utan marksikt	24
13.4	Navigering vid olika uppdragstyper	24
13.4.1	Allmänt	24
13.4.2	Attackuppdrag	24
13.4.3	Jaktuppdrag	26
13.4.4	Förflyttningsflygning	27

## 13 MANUELL NAVIGERING

### 13.1 ALLMÄNT

Trots att ett allt mer automatiserat navigeringsarbete har blivit följden av den tekniska utvecklingen, är de grundläggande kunskaperna om manuella navigeringsmetoder av stor betydelse. I detta kapitel behandlas dessa grunder, vilket medför att kapitlet har en mer praktisk uppläggning än övriga delar av boken.

I avsn 13.2 behandlas de manuella metoder och hjälpmedel som flygföraren i allmänhet använder vid förberedelserna inför en flygning samt de begrepp och definitioner som krävs för att rätt förstå dessa. I avsn 13.3 avhandlas den metodik som utnyttjas vid planläggning av navigeringsflygningar av skiftande slag. I avsn 13.4 slutligen behandlas navigering vid olika uppdragstyper.

### 13.2 METODER OCH HJÄLPMEDEL

#### 13.2.1 Kartläsning

##### 13.2.1.1 Allmänt

Kartor beskrivs i kap 5. Vad som återstår att beskriva är den praktiska användningen av en karta. Beroende på projektion blir kartan ej alltid vinkelriktig, längdriktig eller ytriaktig. Avstånd och vinklar på kartan motsvarar således ej alltid de verkliga avstånden och vinklarna. Med hänsyn till kartans användningsområde, väljer man då en skala och en projektion med de felaktigheter, som för denna användning är av underordnad betydelse. De projektioner som används till svenska militära flygkartor är främst Gauss projektion (skala 1:1 milj och 1:250000) och i andra hand Lamberts projektion (skala 1:500000).

Som framgår i kapitel 5 är de använda kartorna i Gauss- och Lambert-projektionen vinkelriktiga och godtagbart längd- och ytriaktiga, och har även konstant skala inom det begränsade område för vilket de är framställda.

Den naturligaste metoden att fastställa flygplanets position är att jämföra intrycken av omvärlden med kartan. Det är därför av största vikt att behärska kartläsning. Kännedom om kartsymbolerna och de föremål de representerar är en förutsättning för lyckad kartläsning.

Från luften är vägar och järnvägar lätta att urskilja. Tätorter kan kännas igen genom sitt läge i förhållande till lättupptäckta orienteringspunkter såsom sjöar, vattendrag, vägar, järnvägar, osv. Kartsymboler finns även för radiostationer och kustfyror men ej för vattentorn och skorstenar, som emellertid på vissa kartor avsedda för låghöjdsflygning är inritade som flyghinder om de överstiger en viss höjd.

Topografiska förhållanden ger hjälp vid orienteringen. Främst urskiljs kontraster mellan land och vatten samt kuperad och slät terräng. Kustlinjer i allmänhet är lätta att orientera efter. Under vintern kan dock kontrasterna försvinna på grund av is- och snöbeläggning. Nivåskillnader som lätt kan upptäckas från luften är bergstoppar, åsar, kullar och dalgångar. Vid flygning på låg höjd urskiljs lätt siluetterna mot horisonten. Vid molnigt väder eller då belysningsförhållandena är sämre är nivåskillnader svårare att upptäcka eftersom skuggor ej existerar.

Ett flyguppdrag måste förberedas genom studium av kartan för området längs färdlinjen. Terrängens karakteristik, lätt urskiljbara föremål och övriga orienteringspunkter som kan komma att användas måste studeras och memoreras. Vid flygning på låg höjd och/eller vid dåliga siktförhållanden är detta särskilt väsentligt. Preparering av kartan före flygning behandlas i avsn 13.3.1.

### 13.2.1.2 Kartläsning under flygning

Under flygningen bör kartan vridas så att meridianerna sammanfaller med N-S i den underliggande terrängen. Kartan hålls så att färdlinjen i kartan sammanfaller med färdlinjen i terrängen. Detta är en fördel speciellt för nybörjare, eftersom blicken hela tiden vandrar mellan karta och terräng.

Navigationen underlättas vidare om kartan läses långt fram i färdriktningen. Lämpligt är att välja ut ett bra orienteringsmärke på kartan och därefter försöka hitta det på marken, i stället för tvärtom. Detta beror bl a på att verkligheten är mer detaljrik än kartan. Den tid som flygföraren är tvungen att titta på kartan och släppa synkontakten med yttervärlden måste begränsas starkt. Flygföraren skall veta vart han kommer och inte bara var han har varit.

För att lättare avgöra tätortens identitet studeras riktningen hos vägar, järnvägar och vattendrag ut från orten och jämförs med verkligheten. Formen på sjöar och öar samt vissa kyrkor som syns på långt håll utnyttjas vid orienteringen.

Det är en tränings sak att bedöma avstånd. Flyghöjden spelar här stor roll och terrängen framträder helt annorlunda vid lågflygning än vid höjdflygning. Det krävs större skicklighet i kartläsning vid lågflygning, då terrängen rör sig mycket snabbt under flygplanet. Orienteringsmärkena syns endast en kort tid och synfältet är begränsat. Från höga höjder syns marken röra sig mycket sakta och det är svårt att avgöra när terrängpunkter passeras. Ett stort område syns samtidigt och avstånden förefaller förminskade, terrängen är platt och detaljrikedomen försvunnen. Vid flygning över vatten är avstånd och höjdlägen svåra att bedöma, i synnerhet då bleke råder. Detta gäller även vid flygning över obrutna snöytor.

Vid mörkerflygning är kartläsning svårare. Ett obelyst landmärke urskiljs svårigen och belysta detaljer får andra kännetecken än vid dager. Vid månsken och/eller stjärnljus kan även obelysta orienteringsmärken såsom kustlinjer, sjöar, vattendrag synas bra från luften. Det kan emellertid föreligga risk för feltolkning av läget om moln skuggar månljuset. Molnskuggor kan felaktigt uppfattas som terrängföremål. Tydliga orienteringspunkter i mörker är trafikerade landsvägar, belysta orter med väg- och gatubelysning, flygfält, bangårdar osv. Sjöar kan vid mörkerflygning ge god orienteringshjälp. Ett snötäcke kan bättra på ljusförhållandena.

En sammanfattning av lämpliga och olämpliga orienteringsföremål i terrängen ges i tabell 13.1

### 13.2.2 Ortlinje, enslinje, bäring, riktning, kurs, och färdvinkel

Med *ortlinje* menas en linje som indikerar en mängd möjliga positioner. En ortlinje kan exempelvis utgöras av en kraftledning som flygföraren följer utan att veta mera än att han befinner sig någonstans längs kraftledningen. Ortlinjer och ortyta behandlas i avsn 6.2.

Med en *enslinje* menas en rät linje mellan två eller flera terrängföremål och åskådaren. En enslinje kan således bildas exempelvis av flygplanet, en fyr och

Tabell 13.1 Lämpliga och olämpliga orienteringsföremål i terrängen

Typ av terräng	Lämpliga föremål	Olämpliga föremål
SKOGSOMRÅDEN	Städer och samhällen. Järnvägar, större vägar, broar, kyrkor, kraftledningsgator. Större sjöar och vattendrag, åsar, höjder, öppna dalgångar, öppna ytor med karaktäristisk form. Obs! På vintern syns ofta skogar tydligare! TV- och radiomaster.	Mindre vägar.  Talrika, mindre sjöar. Större obrutna skogsytor utan nivåskillnader. Moss- och myrområden.
SLÄTTOMRÅDEN	Städer och samhällen med karaktäristisk form eller närhet till annat lämpligt orienteringsmärke. Järnvägar (med knutpunkter). Större (raka) vägar och dessas skärningar. Skogar med karaktäristisk form, skogsklädda höjder och åsar, större sjöar och vattendrag. Kyrkor. TV- och radiomaster.	Tätt liggande samhällen inom likartat område. Kraftledningar.  Mindre vägar (särskilt inom uppodlade områden).  Talrika små kullar, mindre sjöar och vattendrag.  Obs! På vintern isbelagda sjöar.
KUSTOMRÅDEN	Kustlinjer med lätt urskiljbara drag, enstaka öar, floders utlopp. Städer och samhällen (med hamnar). Sjöfartsfyrar. TV- och radiomaster.	Små öar i skärgårdar.
ÖDEOMRÅDEN BERG- OCH FJÄLLOMRÅDEN	Berg- (fjäll-) toppar, dalgångar med älvar, större åsar. Bebyggelse, järnvägar, vägar. TV- och radiomaster.	Mindre toppar och åsar, som liknar varandra.

ett kyrktorn. Enslinjen är en ortlinje som är användbar vid navigering efter marksikt. På kartan inritas motsvarande enslinje och flygföraren kan fixera sin position om ytterligare en eller flera enslinjer kan upptäckas och inritas. Felets storlek beror på föremålets inbördes avstånd och deras konturskärpa, samt vinkeln mellan enslinjerna (rät skärningsvinkel är fördelaktigast). Flygförarens förmåga att rätt bedöma *när* han befinner sig på enslinjen är också betydelsefull.

Med *bäring* till ett föremål menas vinkeln mellan linjen flygplanet-föremålet och nordriktningen. Bärningen kan fastställas genom avläsning på kompassen eller efter omvandling från riktning (se nedan) till bäring. Bärningar är således ortlinjer. Man skiljer på olika typer av bärningar:

- *Geografisk bäring*,  $B$ , räknas från geografisk nord
- *Magnetisk bäring*,  $B_m$ , räknas från magnetisk nord
- *Kompassbäring*,  $B_k$ , räknas från kompassnord

Bäring räknas från nord medurs intill  $360^\circ$ . Geografisk bäring benämns ibland rättvisande bäring. Nordriktningarna och kompassen behandlas i avsn 13.2.3.

Med *riktning* till ett föremål menas vinkeln mellan flygplanets längdaxel och syftlinjen från åskådaren till föremålet. Riktningen räknas från flygplanets längdaxel medurs intill  $360^{\circ}$  eller – undantagsvis – åt höger och vänster intill  $180^{\circ}$ , enligt normen »riktning vänster  $23^{\circ}$ , riktning höger  $18^{\circ}$ » motsvarande »riktning  $337^{\circ}$ » respektive »riktning  $18^{\circ}$ ». Grov riktningsangivelse kan ges enligt klockmetoden, ex: TV-masten kl 2.

Begreppen bäring och riktning måste hållas isär. Se bild 13.1.

Magnetiska bäringar, kompassbäringar och pejlade riktningar skall innan de läggs ut på kartan omvandlas till geografiska bäringar. Om kompassbäringen till ett föremål avläses och korrigeras för deviation och missvisning (se avsn 13.2.3) erhålls geografiska bäringen *till* föremålet. För att man skall kunna lägga ut bäringen på kartan måste den ritas ut från en känd meridian. Flygplanets läge eller meridian är okänt medan föremålets läge eller meridian är känt. Därför måste bäringen läggas ut från föremålet. Se bild 13.2. Observera att kompassbäringen skall rättas med deviationen för styrd kompasskurs och *ej* med deviationen för avläst kompassbäring.

*Exempel:*

Missvisningen  $m$  är  $-5^{\circ}$

Deviationen  $d$  (för aktuell kurs) är  $-3^{\circ}$

$B_k = 36^{\circ}$

För att erhålla  $B_1$  bestämmer man först  $B_m$

$$B_m = B_k + d = 36 - 3 = 33^{\circ}$$

$$B_1 = B_m + m = 33 - 5 = 28^{\circ}$$

Den geografiska bäringen till föremålet är  $28^{\circ}$ . På kartan inläggs rättvisande bäringen från föremålet  $B_2$ , som alltid är  $B_1 \pm 180^{\circ}$ . Här är  $B_1 + 180^{\circ} = B_2$ . På kartan inläggs bäringen  $208^{\circ}$  från föremålet.

Med *kursvinkel* eller *kurs* menas vinkeln  $K$  mellan nordriktningen och flygplanets längdaxel, se bild 13.3. Liksom för bäring skiljs på olika typer av kurser:

- *Geografisk kurs*,  $K$ , är vinkeln mellan geografisk nord  $N$  och fpl längdaxel
- *Magnetisk kurs*,  $K_m$ , är vinkeln mellan magnetisk nord  $N_m$  och fpl längdaxel
- *Kompasskurs*,  $K_k$ , är vinkeln mellan kompassnord  $N_k$  och fpl längdaxel

Kurs räknas från nord medurs intill  $360^{\circ}$ . Se i övrigt avsn 13.2.3.

Kurslinjen är den linje flygplanet följer genom lufthavet. Flygplanets längdaxel och kurslinjen sammanfaller vid »ren» flygning. På grund av vindens inverkan sker en viss avdrift från kurslinjen och flygplanet tvingas följa färdlinjen, som är den linje över jordytan längs vilken flygplanet förflyttar sig.

För att en pejlade riktning skall kunna läggas ut på kartan, måste den omvandlas till en bäring. Riktningen  $R$  måste ökas med gradtalet för geografisk kurs,  $K$ , i pejlögonblicket, för att man skall erhålla geografisk bäring,  $B$ , *till* föremålet;  $B = R + K$ . Om summan  $R + K$  överstiger  $360^{\circ}$  är bäringen lika med summan minskad med  $360^{\circ}$ . Bäringen från föremålet erhålls genom att  $B$  minskas eller ökas med  $180^{\circ}$ .

Med *färdvinkel* menas vinkeln  $F$ , bild 13.3, mellan nordriktningen och den färdlinje flygplanet följer. Färdlinjen är den linje över jordytan, längs vilken flygplanet förflyttar sig.

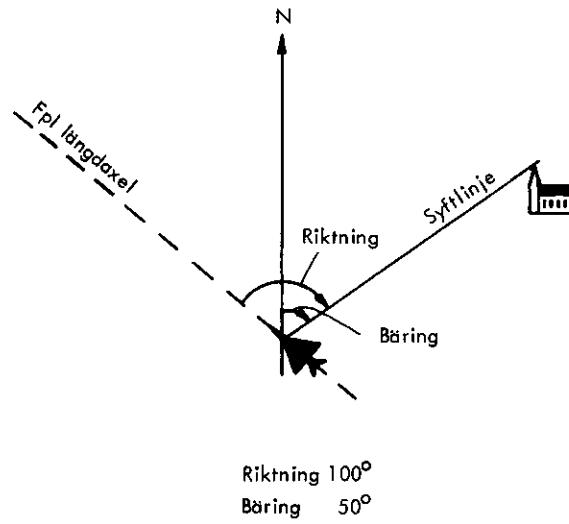


Bild 13.1 Bäring och riktning

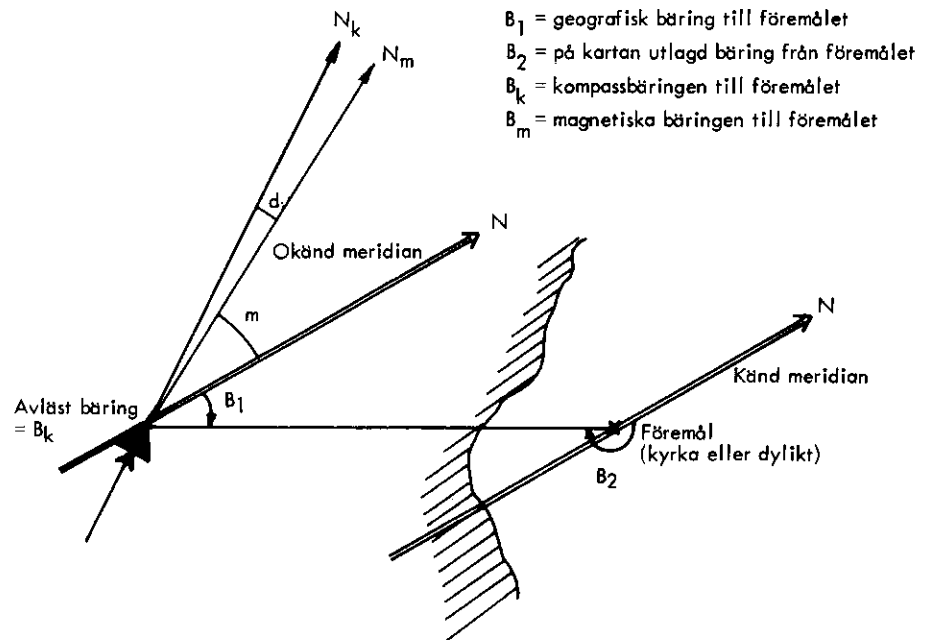


Bild 13.2 Utläggning på kartan av rättvisande bäring

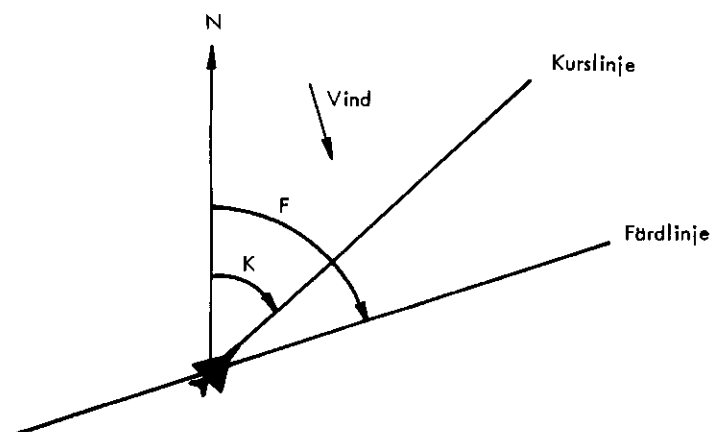


Bild 13.3 Kurs- och färdlinjer vid flygning

### 13.2.3 Magnetkompassen, missvisning och deviation

I avsn 3.2 behandlades jordens magnetfält i en relativt schematisk framställning. I detta avsnitt skall magnetismens betydelse för kursangivelser med kompasser avhandlas.

Som bekant kan jordklotet betraktas som en stor magnet där varje annan fri magnet ställer in sig i nord-sydlig riktning. Eftersom den magnetiska och geografiska nordpolen ej sammanfaller erhålls en avvikelse mellan magnetisk nord och geografisk nord. Riktningsskillnaden benämns *missvisning*,  $m$ . Se bild 13.4. Missvisningen växlar från ort till ort. I kap 3 finns en karta som visar missvisningens variation i Sverige.

Missvisningen räknas alltid från geografisk nord och är negativ om  $m$  är västlig och positiv om  $m$  är östlig. Om magnetisk nord ligger väster om geografisk nord är således  $m$  negativ eller västlig. Om magnetisk nord ligger öster om geografisk nord är  $m$  positiv eller östlig. Västligt fel gör att kompassen visar för stort gradtal och östligt fel medför att kompassen visar för litet gradtal.

Skillnaden mellan *magnetisk kurs*,  $K_m$ , och *geografisk kurs*,  $K$ , framgår av avsn 13.2.2. Om  $K_m$  är  $090^\circ$  på en ort där  $m$  är västlig  $10^\circ$  ( $-10^\circ$ ) är  $K = 080^\circ$ . Detta kan lätt kontrolleras med en skiss, där en cirkel med medelpunkten i origo i ett rätvinkligt koordinatsystem får symbolisera en kompassros.

På samma sätt erhålls då  $m$  är östlig  $+7^\circ$  och  $K_m$  är  $67^\circ$  ett värde på  $K$ , som är  $74^\circ$ . Se bild 13.4 a. För att undvika felräkningar i framtiden kan bild 13.4 a memoreras och följande minnesregel begrundas: Omvandling från  $K$  till  $K_m$  (från rätt till fel) – använd *fel* tecken på  $m$ . Omvandling från  $K_m$  till  $K$  (från fel till rätt) – använd *rätt* tecken på  $m$ .

En magnetkompass påverkas inte bara av det jordmagnetiska fältet. I ett flygplan inverkar andra magnetfält från vissa metalldelar, elledningar o d, vilket innebär att kompassen inte visar magnetisk nord,  $N_m$ , utan pekar i en riktning kallad *kompassnord*,  $N_k$ . Riktningsskillnaden mellan  $N_m$  och  $N_k$  kallas *deviationen*,  $d$ . Se bild 13.4.

Deviationens storlek beror på flygplanets kurs och för varje fpl finns tabellerat hur deviationen varierar i förhållande till kursen. En tabell av detta slag kallas

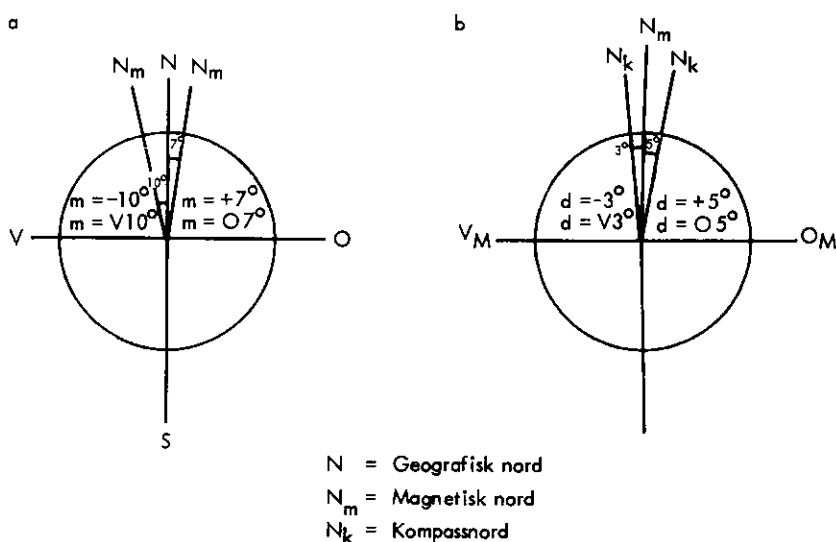
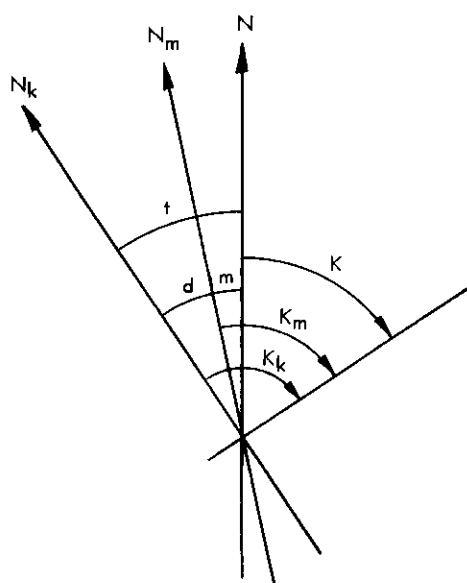


Bild 13.4 Missvisning (a) och deviation (b)

Tabell 13.2 Deviationstabell

$K_m^\circ$	$K_k^\circ$	$d^\circ$
0	359	+1
45	43,5	+1,5
90	91	-1
135	138,5	-3,5
180	179	+1
225	222	+3
270	271	-1
215	317	-2

Bild 13.5 Sambandet mellan  $K$ ,  $K_m$  och  $K_k$ 

deviationstabell. Exempel återfinns i tabell 13.2. Om tabellen är överkorsad med rött innebär detta att deviationen understiger  $\pm 3^\circ$ . Angivet  $d$  är uppmätt när flygplanet står uppställt på marken. Vissa moderna kompassanläggningar har en särskild deviationsenhet som korrigerar för deviationen, men ett litet fel kvarstår dock.

Deviationen räknas alltid från  $N_m$  och är negativ om  $d$  är västlig och positiv om  $d$  är östlig. Deviation och missvisning anges således efter samma princip. En västlig eller negativ deviation gör alltid det numeriska värdet av en kompassriktning större än motsvarande magnetiska värde. En östlig eller positiv deviation gör alltid det numeriska värdet av en kompassriktning mindre än motsvarande magnetiska värde. Av bild 13.4 b framgår hur deviationen anges till tecken eller riktning. Samma minnesregel som för missvisningen kan även appliceras på deviationen. Omvandling från  $K_m$  till  $K_k$  – använd *fel* tecken på  $d$ . Omvandling från  $K_k$  till  $K_m$  – använd *rätt* tecken på  $d$ .

Bild 13.4 är ett exempel på omvandling från kompassbäring till geografisk bäring med korrigerig för deviation och missvisning.

På bild 13.5 återges sambandet mellan  $K$ ,  $K_m$  och  $K_k$ .



Man kan även införa begreppet *totalfel*,  $t$ , för kompassen och menar med detta vinkeln mellan geografiskt nord och kompassnord.  $t$  anger  $N_k$  läge i förhållande till N och är västlig eller negativ om  $N_k$  ligger till väster om N och östlig eller positiv om  $N_k$  ligger öster om N.  $t$  erhålles genom att lägga ihop  $m$  och  $d$  med respektive tecken.

Den traditionella *magnetkompassen* har i de flesta fall kompletterats med *kursgyro*. Mer om detta framgår i avsn 8.4 och 8.5.

### 13.2.4 Transportören, färdvinklar och distanser

Ett hjälpmedel som används för att på kartan göra konstruktioner och mätningar av vinklar och distanser är *transportören*. En vanlig transportör visas på bild 13.6. Transportören består av en plastskiva i form av en rätvinklig, likbent triangel försedd med dubbel gradering. Sidorna är försedda med millimeter- och avståndsgradering, samt vinkelgradering.

Vid vinkelmätning skall transportören alltid placeras med sin räta vinkel nedåt. Om en färdvinkel,  $F$ , skall bestämmas för en förflyttning mellan punkt A och C förfärs på följande sätt: Se bild 13.7.

1. Rita ut färdlinjen.
2. Placera transportören (med räta vinkeln nedåt) med hypotenusan (eller en med denna parallell linje på transportören 0-linjen) så att den sammanfaller med färdlinjen. 0-punkten på transportören skall ligga på medelmeridianen för sträckan. Detta beror på kartans meridiankonvergens (både i Gauss och Lamberts projektion) som inverkar negativt vid mätning av vinklar vid långa ostvästliga förflyttningar.
3. Avläs färdvinkeln på den skala som motsvarar flygriktningen. Avläsningen sker där medelmeridianen korsar motsvarande rätta skala.

De fel som oftast förekommer vid användning av transportören vid vinkelmätning är:

- Transportören vänds upp och ner
- Den räta vinkeln vänds uppåt
- Fel skala avläses

Följden av dessa fel blir en felaktig färdvinkel. Kontrollera därför alltid att färdvinkeln är rimlig.

Vid *distansmätning* används de skalor som finns på transportörens sidor. Millimeterskalan kan utnyttjas vid alla kartskalor under förutsättning att kartans skala är konstant (Gauss och Lamberts projektioner har över små områden godtagbart konstant skala) och att skalomvandlingens teknik är känd. Om kartans skala ej är likformig (Gauss projektion över stora områden) finns i allmänhet en longitudsskala som återger avstånd i deras från tangeringsmeridianen växande längd. För kartor i Mercators projektion finns en motsvarande latitudsskala som återger avstånd i deras mot polerna växande längd. För längre flygningar där kartor i liten skala används rekommenderas att färdvinkel och distans bestäms genom numerisk beräkning. För detta ändamål finns speciella tabeller och diagram upprättade. Se avsn 13.2.7.

På transportören finns även andra skalor som är graderade direkt i km eller M (nautiska mil) och således var för sig motsvarar avståndet på en karta med *en*

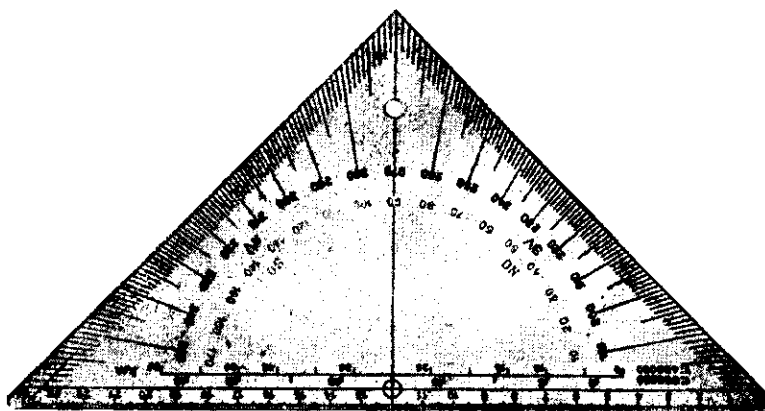


Bild 13.6 Transportör

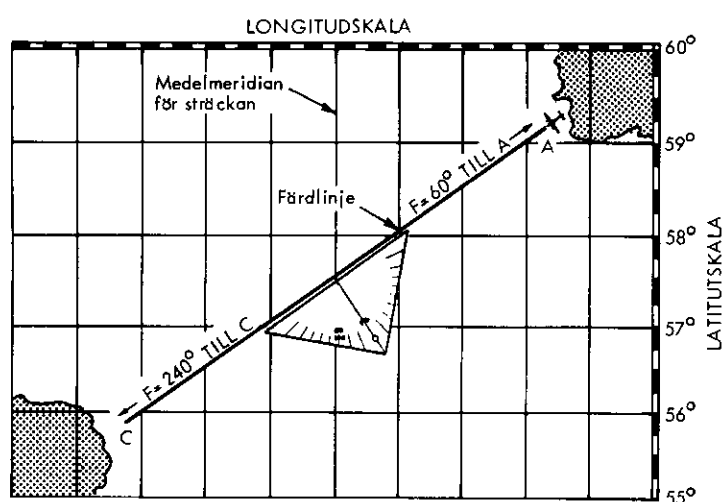


Bild 13.7 Vinkelmätning med transportör

speciell skala. Med kartor som används ofta görs då kartläsningen för avståndsmätning lättare i och med att omräkningar cm-skala-km undviks.

När det gäller att uppskatta färdvinklar och beräknad flygtid då man befinner sig i luften, kan det vara opraktiskt att använda transportör eller andra hjälpmedel. I stället kan man göra uppskattningar med hjälp av enbart kartan. Med vetskap om kartans skala kan flygföraren bedöma avståndet mellan två punkter på färdlinjen och beräkna flygtiden eftersom farten är känd. Då uppskattningar skall göras i luften är det bäst att översätta farten från exempelvis km/h till km/min så att huvudräkningarna blir lätta. Färdvinkeln kan uppskattas genom att vinkeln mellan flygplanets färdlinje och en meridian observeras. Snart nog lär sig flygföraren att bedöma vinklar och avstånd med hjälp av olika tumregler, vilka ej behandlas här.

## 13.2.5 Hastighetstriangeln

### 13.2.5.1 Definitioner

Vind innebär en luftmassas förflyttning med en viss hastighet i en viss riktning.

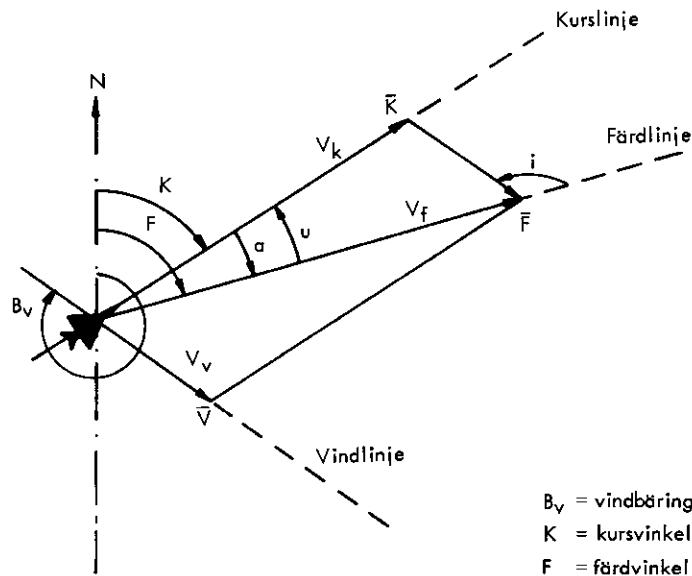


Bild 13.8 Hastighetstriangeln

Vinden är bestämd genom vindbärningen och vindhastigheten. *Vindbärningen*,  $B_v$ , är bärningen till den punkt på horisonten, från vilken luftmassan kommer. *Vindhastigheten*,  $V_v$ , är den hastighet med vilken luftmassan förflyttar sig i förhållande till marken. *Vindlinjen* är den tänkta linje längs vilken luftmassan förflyttar sig över jordytan.

Kurslinjen är den linje genom luftmassan längs vilken flygplanet styrs. Den sammanfaller därför med flygplanets längdaxel. Vinkeln mellan nordriktningen och kurslinjen benämns *kursvinkeln* eller flygplanets *kurs*,  $K$ , se avsn 13.2.2 och 13.2.3.

Vinden påverkar flygplanets rörelse så att kursen ej längre sammanfaller med riktningen till målet. Den linje längs vilken flygplanet förflyttas relativt marken kallas *färdlinjen*. Vinkeln mellan nordriktningen och färdlinjen benämns *färdvinkeln*,  $F$ .

Dessa begrepp förtydligas på bild 13.8.

Flygplanets hastighet längs kurslinjen i förhållande till luften kallas *kurshastighet*,  $V_k$  (eng TAS = true airspeed) och hastigheten längs färdlinjen i förhållande till jordytan *färdhastigheten*,  $V_f$  (eng GS = ground speed). Se avsn 3.2.3.

### 13.2.5.2 Hastighetstriangelns vektorer och vinklar

Man kan geometriskt åskådliggöra samspelet mellan kurshastigheten, färdhastigheten och vinden. Mellan dessa tre vektorer gäller sambandet:

$$\vec{F} = \vec{K} + \vec{V}$$

I bild 13.8 visas kurshastighetsvektorn  $\vec{K}$ , vindvektorn  $\vec{V}$ , och färdhastighetsvektorn  $\vec{F}$ . Kurslinjen och färdlinjen bildar en vinkel med varandra. Denna vinkel benämns *avdriftsvinkeln*,  $a$ . Den räknas från höger eller vänster *från kurslinjen*. Avdriftsvinkeln är  $0^\circ$  vid vindstilla och vid rak med- eller motvind.

Samma vinkel kan även räknas från färdlinjen (åt höger + eller vänster –) till kurslinjen och kallas då *upphållningsvinkel*,  $u$ . Upphållningsvinkeln har alltid samma siffervärde som avdriftsvinkeln och anger hur mycket större eller mindre kursvinkeln måste väljas i förhållande till färdvinkeln för att kompensera avdriften. Med andra ord indikerar upphållningsvinkeln hur många grader flygföraren måste hålla upp flygplanet mot vinden.

*Vindinfallsvinkeln*,  $i$ , är vinkeln mellan färdlinjen och den infallande delen av vindlinjen (se bild 13.8). Vindinfallsvinkeln räknas från  $0^\circ$ – $180^\circ$  höger eller vänster från färdlinjen i flygriktningen sett.

De tre vektorer som bestämmer flygplanets rörelse är kurshastighetsvektorn, vindvektorn och färdhastighetsvektorn. Om två av dem är kända, kan den tredje bestämmas numeriskt eller genom en grafisk konstruktion. Vid den numeriska bestämningen utnyttjas trigonometri och vektoralgebra. Se bilaga 1. Den grafiska lösningen görs i analogi med kraftparallelogrammen. Enbart en av de två likformiga trianglar som parallelogrammen består av, behöver konstrueras för att bestämma den okända tredje vektorn.

Av elementen i hastighetstriangeln känner man vanligtvis

Vindbäringen	$B_v$
Vindhastigheten	$V_v$
Kurshastigheten	$V_k$ samt
Färdvinkeln	$F$

Sökta element är

Färdhastigheten	$V_f$ och
Kursen	$K$

Detta fall benämns vanligtvis fall 1 av hastighetstriangeln. Vi skall nu visa hur man kan lösa fall 1 grafiskt och numeriskt.

### 13.2.5.3 Exempel till fall 1

$$B_v = 210^\circ$$

$$V_v = 50 \text{ km/h}$$

$$V_k = 300 \text{ km/h}$$

$$F = 080^\circ$$

$$V_f \text{ och } K \text{ söks}$$

a) *Grafisk lösning* (se även bild 13.9)

1. Skissera figurens troliga utseende för att ge ett begrepp om hur den skall läggas in på papperet för att få plats.
2. Rita en nord-sydliga linje (meridian).
3. Sätt av vinkeln  $F$  med hjälp av en transportör och rita ut färdlinjen godtyckligt lång.
4. Rita ut vindvektorn på grundval av informationen om  $B_v$  och  $V_v$ . Välj lämplig skala, exempelvis  $\text{cm} = 30 \text{ km/h}$ .

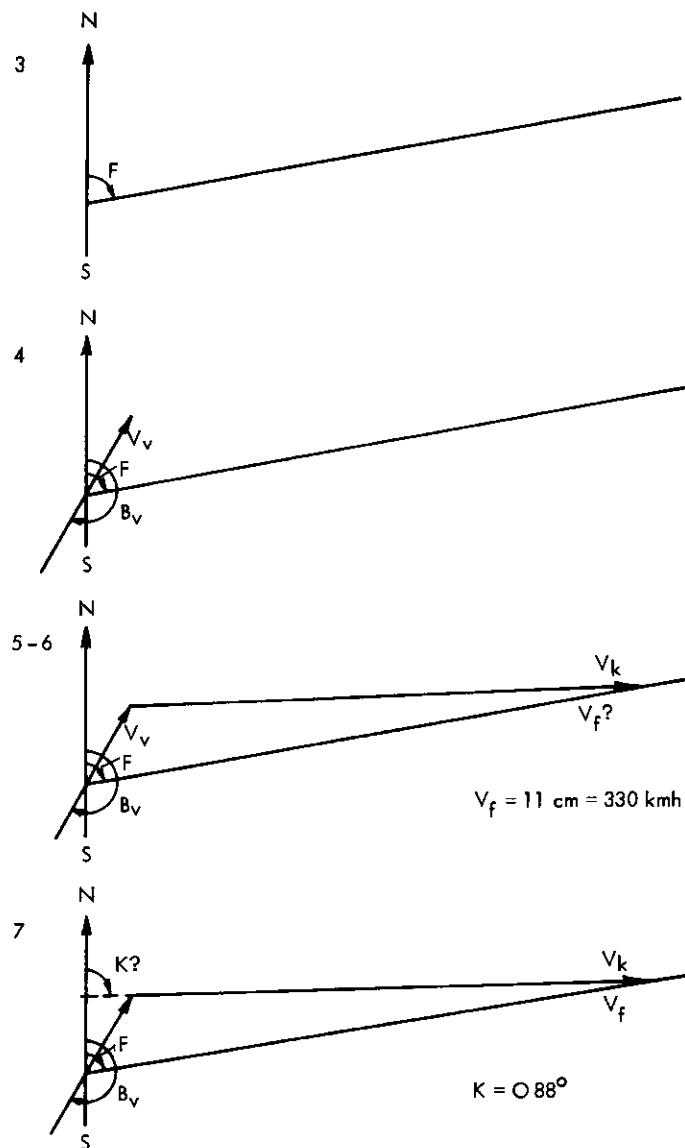


Bild 13.9 Hastighetstriangeln, grafisk lösning av fall 1

5. Läg in kurshastighetsvektorn i samma skala med angreppspunkten i vindvektorns spets och i sådan riktning att spetsen hamnar på färdlinjen. Denna punkt är också spetsen på färdhastighetsvektorn.
6. Mät färdhastighetsvektorn och beräkna med hänsyn till skalan  $V_f$ .  $V_f \approx 330$  km/h.
7. Dra ut kurslinjen bakåt så att den träffar nord-syd-linjen.
8. Mät kursen med hjälp av transportören.  $K \approx 088^\circ$ .

*b. Numerisk lösning (se bild 13.10)*

1. Beräkningen sker med hjälp av trigonometri. Använd sinusteoremet på hastighetstriangeln.
2. Rita upp hastighetstriangeln i godtycklig skala. Med hjälp av vindinfallsvinkeln  $i$  och upphållningsvinkeln  $u$  får vi uttryck på triangels alla vinklar.

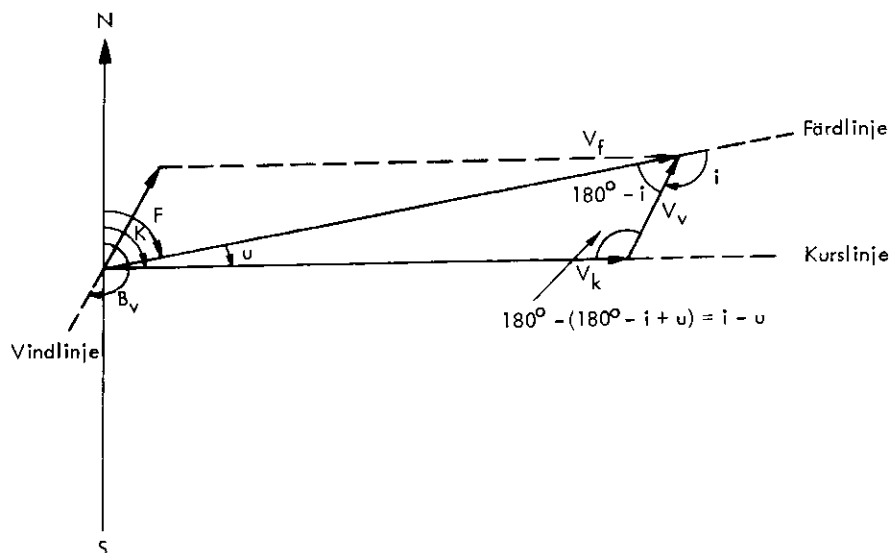


Bild 13.10 Hastighetstriangeln, element för numerisk lösning

3. Med användning av sinusteomet på hastighetstriangeln erhålls:

$$\frac{\sin (180^{\circ} - i)}{V_k} = \frac{\sin u}{V_v} = \frac{\sin (i - u)}{V_f}$$

$$\sin (180^{\circ} - i) = \sin i$$

$$\frac{\sin i}{V_k} = \frac{\sin u}{V_v} = \frac{\sin (i - u)}{V_f}$$

4. Insättning av exemplrets värden ger:

$$\frac{\sin 130^{\circ}}{300} = \frac{\sin u}{50} = \frac{\sin (130^{\circ} - u)}{V_f}$$

5.  $u = 7,3^{\circ} \text{ H}$

$$K = 080^{\circ} + 7^{\circ} = 87^{\circ}$$

$$V_f = 330 \text{ km/h}$$

Förutom detta exempel finns ytterligare 3 huvudfall av hastighetstriangeln där andra storheter är kända. Man kan exempelvis bestämma vindvektorn med hjälp av hastighetstriangeln.

Det kan vara svårt att lösa (solvera) hastighetstriangeln grafiskt och även numeriskt ombord på flygplanet. Arbetet är tidsödande och det fordras stor noggrannhet för att resultatet skall bli tillförlitligt. Utrymmet ombord på ett flygplan medger för övrigt ingen stor rörelsefrihet. Man har därför konstruerat mekaniska hjälpmedel för att möjliggöra en snabb och enkel lösning av hastighetstriangeln. Ett sådant hjälpmedel är *navigeringsskivan*, som behandlas i nästa avsnitt.

### 13.2.6 Navigeringsskivan

Navigeringsskivan finns i ett flertal utföranden exempelvis navigeringsskiva m/39, navigeringsskiva t/48 (bild 13.11) och Aristo Aviat (bild 13.12).

Grunderna för de olika navigeringsskivornas uppbyggnad och användning beskrivs i respektive skivas bruksanvisning. Här skall schematiskt behandlas användningen av navigeringsskivan Aristo Aviat utan slid.

Som framgår av bild 13.12 består detta hjälpmedel av en rund plastskiva med en vridbar koncentrisk cirkelbåge. På cirkelbågen finns skalor liksom även på den fasta delen av skivan. Navigeringsskivan är i princip en rund räknesticka, där båda sidor har skalor och graderingar.

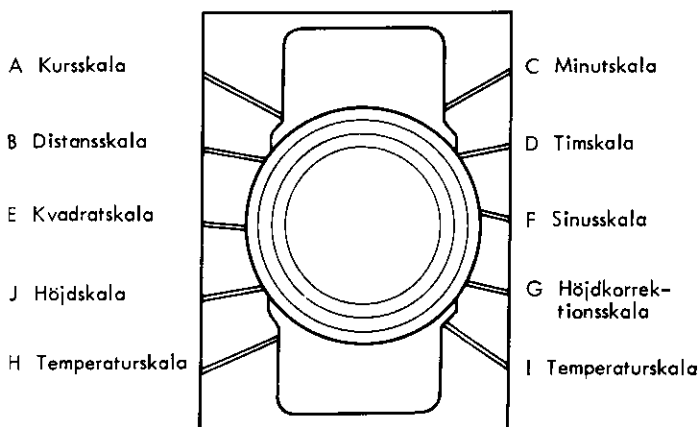


Bild 13.11 Navigeringsskiva t/48

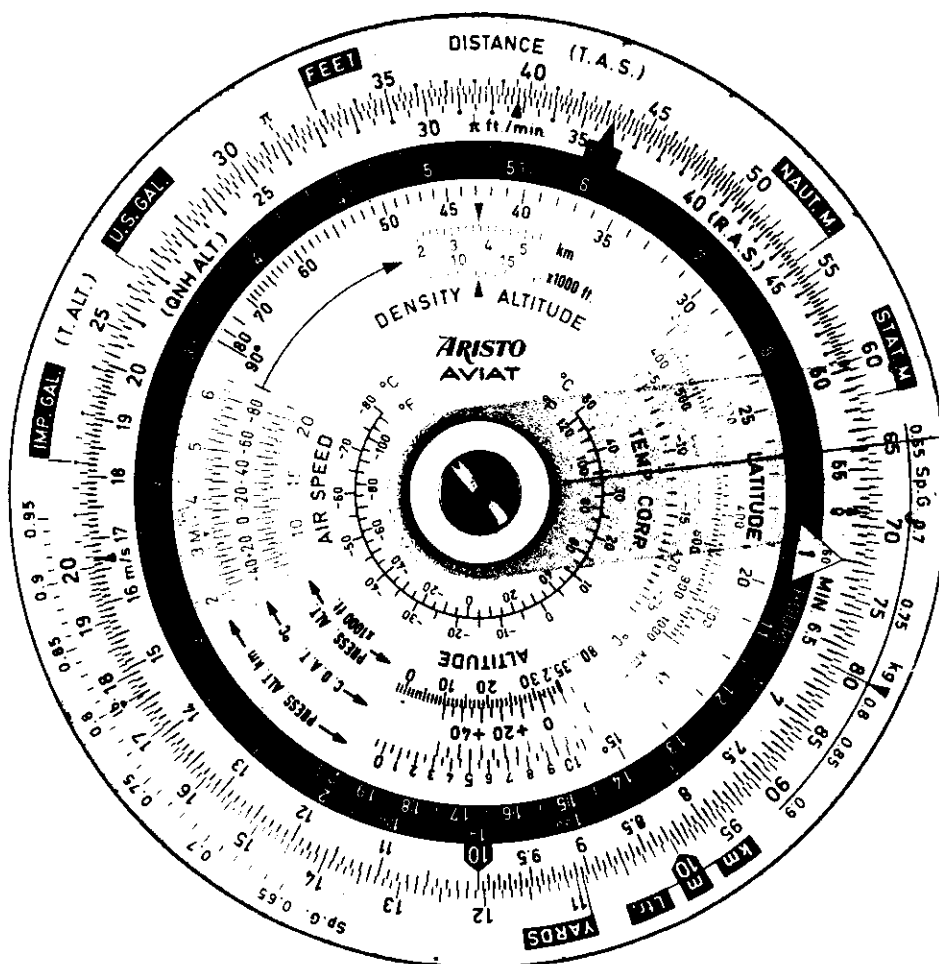


Bild 13.12 Navigeringsskiva Aristo Aviat

Förutom rent matematiska operationer kan även sortförvandling utföras liksom solving av hastighetstriangeln.

I det följande avses med innerskala en skala på den rörliga cirkelbågen och med ytterskala en skala på den fasta yttre cirkelbågen.

Multiplikation och division utförs på samma sätt som motsvarande operationer med en vanlig räknesticka.

Vid omvandling mellan metriska och anglosaxiska längdmått används de index som är angivna för respektive måttenhet. Givet värde på innerskalan ställs in under aktuellt index på ytterskalan. Sökt värde i annan måttenhet avläses på innerskalan mitt emot den sökta enhetens index.

Omvandling mellan km/h, knop och miles/h samt m/s och foot/min samt m/s och km/h utförs på likartat sätt.

Med navigeringsskivan kan även beräknas distans, färdhastighet eller flygtid då två värden är kända. Bränsleförbrukningen/min eller tim kan bestämmas samt  $V_k$  verkl, machtal, ljudhastighet och temperatur om de förutsatta värdena är givna.

Då hastighetstriangeln, fall 1, skall solveas utnyttjas analogin med den numeriska lösningen med sinusteomet. Jämför avsn 13.2.5. Om det givna sambandet inverteras erhålls

$$\frac{V_k}{\sin i} = \frac{V_v}{\sin u} = \frac{V_f}{\sin(i-u)}$$

Den på kartan uppmätta färdvinkeln  $F$  ställs mitt emot navigeringsskivans flygplanindex. Vindbäringen  $B_v$  uppsöks på kursskalan och mitt emot avläses  $i$  på den fasta inre skalan.

På sinusskalan inställs  $i$  mot  $V_k$  på den yttre fasta fartskalet. Med bibehållen inställning uppsöks  $V_v$  på fartskalet och  $u$  kan då avläsas mitt emot  $V_v$  på sinusskalan. Med  $i$  och  $u$  kända beräknas  $i-u$ . Med samma inställning på skivan uppsöks värdet  $i-u$  på sinusskalan, varefter  $V_f$  kan avläsas mitt emot på fartskalet. Observera att sambandet ovan har utnyttjats för att förenkla solvingen med navigeringsskiva.

Beroende på tecknet på  $u$  erhålls kursvinkeln  $K$  genom att man ökar eller minskar  $F$  med  $u$ . Om  $u < 1^\circ$  räknas ingen upphållning och hela  $V_v$  tolkas som rak mot- eller medvind.

Som framgår av det ovanstående är navigeringsskivan ett utomordentligt hjälpmedel. All sortförvandling kan dock ej utföras med skivan.

### 13.2.7 Diagram

De diagram som används vid en flygning utgör hjälpmedel, som avlastar flygföraren besvärligt räknearbete. Diagrammen är i allmänhet flygplansbundna och ingår i det aktuella flygplanets speciella förarinstruktion, SFI. De illustrerar exempelvis hur flygplanet i normalfall stiger, planflyger och utför plané som funktion av tiden. Flygplanets medelfart, machtal och bränsleförbrukning återges i andra diagram. De olika diagrammen underlättar flygförarens beräkning av tidåtgång och bränsleförbrukning samt ger honom information om kurshastigheten inför en beräkning av hastighetstriangeln. Exempel på diagram ges på bild 13.13, där diagrammen inte representerar någon bestämd flygplanstyp.



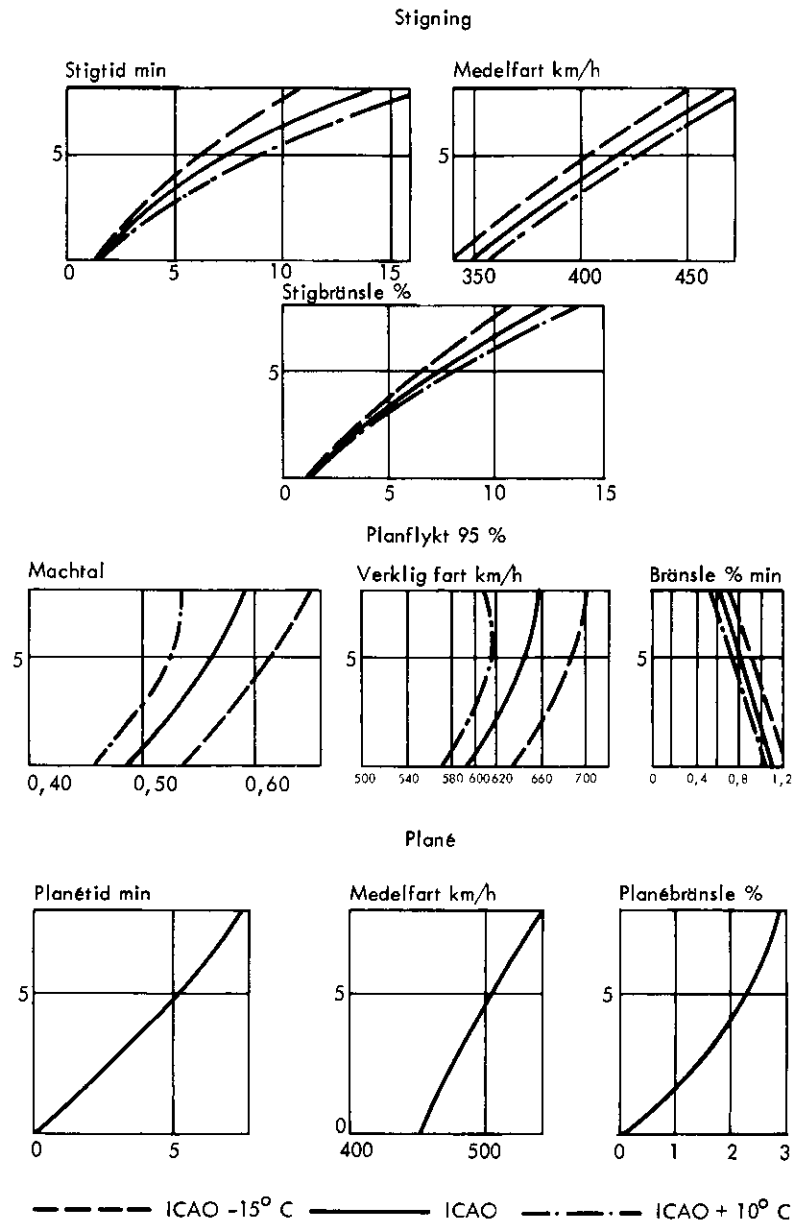


Bild 13.13 Exempel på diagram

Hur diagram avläses förutsättes bekant. På de vertikala axlarna i diagrammen i bild 13.13 återges höjden i 1000-tal meter, på de horisontella axlarna stigtid, medelfart, osv. Diagrammen visar en flygplanstyps prestanda i olika faser av en flygning. Det är fullt möjligt att göra diagrammen mer noggranna, men eftersom flygplanen är olika inom samma typ och förarna flyger individuellt är detta onödigt.

Diagrammen tillhör hjälpmedlen vid förberedelserna inför en flygning. Eftersom de är något otympliga att använda under flygningen har man på många håll återgivit huvuddragen av diagrammen på olika *navigeringslinjaler*, *navlinjaler*.

Skalorna på linjalens sidor är de viktigaste parametrarna hämtade från diagrammen. Navlinjalerna utformas så att de åskådliggör diagrammen för varierande uppdragstyper. Således finns attacklinjal, jaktlinjal, låghöjdslinjal, osv.

Ett annat hjälpmedel är räckviddsdiagrammen. Dessa utformas för skilda alternativ av last och fart, för att möjliggöra användning vid alla uppdragstyper.

Rutt	Höjd H km	Distans D km	Färd- vinkel F grad	Verkl kurs- hast V <sub>k</sub> km/h	Färd- hast V <sub>f</sub> km/h	Kurs- vinkel K grad	Tid t min	Ackum tid T min	Bränsle- förbrukn Br %	Kvar- varande bränsle Br kv %

Bild 13.14 Exempel på navigeringsprotokoll

### 13.2.8 Navigeringsprotokoll

Vid navigeringsflygningar används ett navigeringsprotokoll. I protokollet antecknas före flygningen uppgifter som kan mätas på kartan exempelvis färdvinkel och distans och uppgifter som kan inhämtas från andra källor, såsom vindbäring och vindhastighet samt beordrade höjder. Att sammanföra dessa värden i ett protokoll innebär att flygföraren bättre kan överskåda de faktiska förutsättningarna för flygningens genomförande. I protokollet kan vidare finnas plats för andra storheter som kurshastighet, färdhastighet, upphållningsvinkel, tider och bränsle. Värdena kan bestämmas före flygningen genom solving av hastighetstriangeln för delsträckorna mellan brytpunkterna. Under flygningen kan förutsättningarna förändras. Därför finns i vissa navigeringsprotokoll utrymme för observerade värden. Med anledning av observationerna måste vissa nya värden framräknas och införas i protokollet på särskilt avsedda platser. Ett exempel på navigeringsprotokoll finns på bild 13.14.

I navigeringsprotokollet behöver ej dimensionerna på parametrarna anges. Den som fyller i protokollet måste emellertid vid beräkningarna se till att lämpliga och korrekta dimensioner väljs. För F, K, t och T finns i detta sammanhang endast ett alternativ, men H bör anges i m STD, m QNH eller FL.

Rutten kan anges i klartext i kolumnen eller ovanför tabellen. Ruttens delsträckor numreras och i kolumnen »Rutt» anges då relevant nummer.

Aktuell höjd för delsträckorna skrivs in. Observera kompletteringen med referenshöjden enligt ovan, exempelvis m STD. Stigning anges med ↗ och plané med ↘

Distansen mäts på kartan. Då stigning och plané samt planflykt skall utföras på en och samma delsträcka utnyttjas två rader i protokollet och delsträckans totaldistans anges på utsidan av en klammer över båda raderna.

Färdvinklar mäts på kartan och anges med tre siffror. Kurshastigheten hämtas ur tabell eller diagram för verklig kurshastighet i SFI. Hänsyn måste tas till om

flygningen sker med »Constant Power» eller »Constant Speed». Om protokollet används för flygningar som regelmässigt sker med stora höjdvariationer och med olika avlästa farter, kan det vara lämpligt att utöka detsamma med en kolumn för avläst fart, betecknad  $V_i$  eller M. Se avsn 8.2.

$V_f$ , K t och T fylls i då kalkylering på navigeringsskiva är utförd.

Uppgift om specifik bränsleförbrukning hämtas ur SFI. Efter kalkylering förs delsträckans förbrukning in i kolumnen. Bränsleförbrukning för stigning och plané förs in direkt från SFI. Bränsle kvar efter delsträcka beräknas och anges i kolumnen. Det är lämpligt att utnyttja protokollets sista rad för landning och då i Br kv-kolumnen ange minimum kvarvarande bränslemängd för landning. Näst sista raden kan då användas för reserv, där i Br kv-kolumnen anges skillnaden mellan total bränslemängd och förbrukat bränsle plus bränsle för landning.


Med utgångspunkt från minimum bränsle kvar för landning och minimum reserv kan, då förbrukningarna för delsträckorna är kända, minimum kvarvarande bränslemängd för flygningens genomförande enligt plan beräknas. Denna bränslemängd kan anges i en kolumn betecknad Min Br kv.

De för flygningens genomförande viktigaste parametrarna kan inramas i navigeringsprotokollet. Detta har skett med H-, K-, t- och Br kv-kolumnerna i det exempel på ifyllt navigeringsprotokoll som ges på bild 13.15.

Andra uppgifter som kan ingå i navigeringsprotokollet är datum, tid, plats och signatur för föraren eller besättningen. Aktuella vinduppgifter bör antecknas. Antingen kan ett par vindar för låg höjd inom olika områden anges, om flygningen skall ske på låg höjd, eller kan vindar anges för alla höjdsnitt flygbanan passerar. Vinduppgiften kompletteras med temperaturuppgift.

Om utrymmet på protokollet medger, kan underlag från SFI som behövs för navigeringsberäkningar tas med.

Rutt	Höjd H km	Distans D km	Färd- vinkel F grad	Verkl kurs- hast $V_k$ km/h	Färd- hast $V_f$ km/h	Kurs- vinkel K grad	Tid t min	Ackum tid T min	Bränsle- förbrukn Br %	Kvar- varande bränsle Br kv %
Utkörning									5	173
F11-F12		48 238	191°			191°	4,0	4,0	18	155
F11-F12	4250 SID	190	191°	1050	1005	192°	11,3	15,3	29,5	125,5
F12-F7	4250 SID	288	312°	1050	1050	309°	16,5	31,8	43	82,5
F7-F11	3950 SID	220 247	081°	1050	1080	083°	12,2	44,0	32	50,5
F7-F11		27	081°			081°	2,6	46,0	1	49,5
Reserv										34,5
Landning										15

Vind:  0 / 0  
4000 m 220° / 50 km/h

Temp: ICAO

Bild 13.15 Exempel på ifyllt navigeringsprotokoll

Tabellering av i, u och i—u kan göras om utrymmet tillåter. Dessa värden kan tjäna som stöd vid beräkningarna. Detta gäller även vindrosen, som kan tas med för att förenkla beräkningarna av vindkomponenterna.

### 13.3 METODIK

#### 13.3.1 Förberedelser inför flygningen

##### 13.3.1.1 Allmänt

För att en flygning skall kunna genomföras med bästa möjliga resultat krävs noggranna förberedelser. Lämpligast är att följa en »planerings-checklista» där alla erforderliga faktorer att beakta före flygningen finns med. En sådan checklista kan ha följande uppläggnings:

1. AIP och NOTAM studeras (se bilaga 2). I AIP erhålls information om bl a kontrollerat luftrum, navigeringshjälpmedel, restriktionsområden samt start- och landningsplatsens utrustning och utseende. I NOTAM erhålls upplysningar av tillfällig karaktär som är väsentliga för lufttrafiken. Övriga flygförbands övningar kontrolleras och beaktas.
2. Vädersituationen studeras på grundval av tillgänglig information. Väderinformationen beaktas vid valet av lämplig höjd, färdväg och uppträdande under flygningen. Exempelvis noteras förekomsten av turbulens, isbildning och moln.
3. Flygningen planeras vid behov med alternativa flygvägar och landningsplatser. Flyghöjder bestäms för de olika delarna av uppdraget.
4. Radioförbindelser, kanaler och anrop repeteras.
5. När färdlinjen är bestämd ritas den in på kartan och färdvinklar och distanser bestäms. Hastighetstriangeln solveras för flygningens olika »ben». Navigeringsprotokollet fylls i med uppgifter från hastighetstrianglarna och diagrammen för aktuellt flygplan. Kartan prepareras (se nedan).
6. Den slutliga färdplanen utarbetas.

##### 13.3.1.2 Preparering av kartan

När karaktären hos flyguppsdraget har meddelats flygföraren, vidtar han förberedelser inför flygningen (se ovan), som bl a innebär preparering av kartan.

Valet av karta är betydelsefullt. Skala, egenskaper, informationspåtryck samt flygningens art, typ av uppdrag och flygplan är några av de parametrar, som påverkar valet av karta. Detta behandlas ingående i kap 5.

Den egentliga prepareringen kan allmänt läggas upp på följande sätt:

1. Färdlinjen inritas. Färdvinklar och distanser mäts. Svängradier vid brytpunkter bestäms. Svängradien (vars storlek bl a beror på höjden, bankningsfarten och förbandets storlek) erhålls ur ett banradienomogram.
2. Efter uträkning av kursvinklar och färdhastigheter görs markeringar av kurser och tid. Tidsstreck ritas in med en täthet, som beror på uppdragets karaktär.

3. Slutpunkter för stigningar och startpunkter för planēbanor anges på grundval av information från diagrammen, se avsn 13.2.7.
4. Beräknad kvarvarande bränslemängd noteras vid färdlinjen så att uppföljning av bränsleförbrukningen kan ske under flygningen.
5. Kontrollerat luftrum, restriktionsområden och andra trafikledningstekniska begränsningar längs färdvägen studeras. Tidpunkt och orienteringspunkt för begäran om färdtillstånd för flygning i kontrollerat luftrum indikeras.
6. Studera hur de tillgängliga navigeringshjälpmedlen (Anita, Anna, talfyrar etc) lämpligast bör utnyttjas.
7. Lämplig kartvikning utförs, så att allt av intresse inför flygningen kommer med. Observera att alla tillförda uppgifter skall kunna läsas rättvända i färdriktningen och placeras på kartan så att de ej stör kartläsningen.

Hur man preparerar en karta för olika uppdrag på olika höjder behandlas i tillämpningsexempel i avsn 13.4.

### 13.3.2 Tidtabellflygning

Vissa flygningar kan innebära att en given tidtabell skall hållas. Det kan gälla ett attackuppdrag där militär samverkan skall ske och det är nödvändigt att ankomst till viss position sker vid rätt tidpunkt.

I moderna flygplan finns inbyggd automatik som kontrollerar flygningens förlopp så att tidtabellen kan hållas. Om manuell kontroll av tider måste ske vid en tidtabellflygning krävs omfattande förberedelser.

De aktuella flygsträckorna mellan valda brytpunkter bestäms till avstånd, riktning och flygtider. På grundval av denna information avgörs erforderlig färdhastighet och färdvinkel mellan de enskilda brytpunkterna. Upplysningar om vindvektorerna för de olika delsträckorna inhämtas (eventuellt gäller samma vindvektor för hela uppdraget). Därefter görs solveringar av hastighets-triangeln för de enskilda delsträckorna, där kurshastighetsvektorn söks.

Kartan prepareras enligt ovan, men med tidsmarkeringar varje enminutsintervall och/eller vid tydliga orienteringspunkter. Tidsangivelserna skrivs i minuter (och eventuellt sekunder) också för varje brytpunkt samt vid flygningens ändpunkter.

Kartan studeras ingående före flygningen. Av särskilt intresse är då framträdande orienteringspunkter samt hinder som kan påverka flygningen.

Tidtagningen påbörjas antingen när flygplanet börjar rulla eller vid passage av viss punkt i terrängen efter start. Under flygningen kontrolleras hela tiden farten och tidsläget i förhållande till tidtabellen. Korrigeringar utförs i god tid beträffande effekt och fart för att tidsangivelserna skall kunna hållas. I allmänhet gäller att framförlägen i tid ej bör minskas genom svängar utan i stället genom fartreducering.

### 13.3.3 Bränsleekonomisk flygning

Vid planläggning av ett flyguppdrag görs alltid en beräkning av bränsleförbrukningen. På den preparerade kartan skall kvarvarande bränslemängd finnas note-

rad för några punkter längs den avsedda flygvägen. På kartan skall även finnas angiven den minsta bränslemängd som krävs för att gå till olika alternativa landningsbaser om t ex vädret ej medger landning på den avsedda basen.

Bränsleförbrukningen bestäms av de två parametrarna specifik bränsleförbrukning och motordragkraft. (Specifik bränsleförbrukning är bränsleförbrukning per dragkraftsenhet). Båda är funktioner av höjd, makt och gaspådrag (varvtal). I regel finns i prestandaunderlaget för varje flygplantyp diagram med vars hjälp flygföraren utan större räknearbete kan uppskatta bränsleförbrukningen. Flygföraren bör givetvis sträva efter att inom uppdragets ram planlägga flygningen så att bränsleförbrukningen minimeras.

Två olika optimeringar av flygsättet kan göras med avseende på bränsleförbrukningen. Det ena är att flyga så att för en given bränslemängd maximal flygsträcka uppnås, *distansekonomisk flygning*. I det andra fallet är avsikten att flyga så länge som möjligt på en given bränslemängd, *tidsekonomisk flygning*. Oftast finns i SFI för respektive flygplan angivet vilka höjd- fartkombinationer som ger distans- eller tidsekonomisk flygning.

### 13.3.4 Låghöjdsflygning

Förberedelserna för en låghöjdsflygning sker på det sätt som behandlas i avsn 13.3.1 med följande tillägg och undantag. Vid en låghöjdsflygning måste större vikt läggas på kartstudier, eftersom tiden för identifieringen av terrängföremål är mycket begränsad. Därför studeras kartan mycket ingående med avseende på orienteringspunkter. Om flygningen måste ske på en sträcka som saknar lätt upptäckbara orienteringspunkter väljs en orienteringslinje, t ex järnväg, som löper tvärs kursen och kan tjäna som uppfångning om positionsfelet har blivit för stort. I allmänhet gäller dock att *tiden* är en »uppfångningslinje».

När färdlinjen har uttritats på kartan, studeras terrängen omkring färdlinjen. Valet av brytpunkter är viktigt. Tider beräknas och anges i minuter längs färdvägen. Tiderna vid säkra orienteringspunkter anges. Det är exempelvis en mast, ett kyrktorn eller i allmänhet helst ett terrängföremål med utsträckning i höjded. Kartan memoreras, så att vid flygningen en kontinuerlig uppfattning om positionen med hjälp av yttre referenser kan erhållas.

Flygningen genomförs därefter i enlighet med planläggningen. Tidpunkten vid ingång på lågflygningsbanan utgör tidsreferens och flygföraren på den förutberäknade kursen. Utgående från de referenspunkter i terrängen som flygföraren iakttar bestäms positionen. Avvikelsen från den planerade färdlinjen observeras och korrigeras.

Kortare sträckor överbryggas med flygning efter enbart kurs. Förlorar man orienteringen över en längre sträcka leder detta oftast till att man får stiga till högre höjd för att kunna överblicka terrängen, eller att man får fortsätta och enbart flyga på klocka och kompass.

Sidfel som konstateras vid en orienteringspunkt eller brytpunkt korrigeras genom en svag kurskorrigerings, som successivt återför flygplanet till den planerade färdvägen.

Vid låghöjdsflygning över vatten vid bleke kan det vara svårt att bedöma aktuellt höjdläge. Angöring av kust kan underlättas om den sker vid välkända orienteringspunkter som exempelvis fyrar. Radar kan vara ett hjälpmedel vid angöring av kust. Angöringen och orienteringen förenklas om man nalkas kuststräckan med sned kurs så att en del av kusten kan tjäna som uppfångningslinje.

### 13.3.5 Navigering utan marksikt

En flygning utan marksikt planläggs i enlighet med avsn 13.3.1 med följande tillägg och undantag.

- De radionavhjälpmedel som skall utnyttjas kontrolleras i AIP och NOTAM. Frekvenser och kanaler antecknas.
- Kartan studeras och prepareras med data från navigeringsprotokollet och med bäringar och riktningar till radionavigeringshjälpmedel. Kartan skall prepareras som om marksikt förelåg för att möjliggöra uppföljning av flygningen om radio- och navigeringshjälpmedel går sönder. Av samma anledning skall tidsmarkeringar göras i kartan för att underlätta dödräkning.

Flygningen genomförs i enlighet med planläggningen. Flygföraren kontrollerar att beräknad fart, bränslemängd och tid hålls. Färdlinjen följs med hjälp av olika navigeringshjälpmedel. Trafikledningsorgan kan också bistå vid navigeringen och ger tillstånd för flygning i kontrollerat luftrum.

De navigeringshjälpmedel som kan användas beskrivs i kap 8 och 9. Radar behandlas i kap 10. Navigering vid olika uppdragstyper beskrivs i avsn 13.4.

## 13.4 NAVIGERING VID OLIKA UPPDRAGSTYPER

### 13.4.1 Allmänt

I de tidigare avsnitten i detta kapitel har behandlats grundläggande praktisk navigering och de hjälpmedel som flygföraren härvid har till förfogande. För att illustrera planläggningen och utförandet av ett flyguppdrag med hjälp av de metoder och hjälpmedel som har behandlats, beskrivs nedan kompletta flyguppdrag.

### 13.4.2 Attackuppdrag

Antag att ett attackuppdrag skall utföras. För att säkerställa insatsen och minimera riskerna för förluster företas flygningen på låg höjd. Detta innebär försvårad upptäckt och minskad sårbarhet, men även ökad bränselförbrukning och minskad räckvidd.

Principen för uppläggningsplaneringen och utförandet av uppdraget kan beskrivas på följande sätt:

Vid klargöringsplatsen startas motorn några minuter före utkörningen. Tiden bestäms med hänsyn till uppvärmningstid för elektronik och eventuella startmissar. Tiden för utkörningen bestäms av utkörningsvägens längd och förbandets storlek. Förflyttningstider för flygförare och flygplan på marken bör bestämmas för varje rullbana. Se nedan.

På färdlinjen mot första brytpunkten sker samling med minsta möjliga bränsleåtgång, varefter anflygning mot målet sker på taktiskt lämplig höjd. Inflygningen påbörjas på ett förutbestämt avstånd från målområdet med forcering på lägsta höjd.

Målområdet identifieras efter upptagningen. Efter anfallet sker utflygning med hög fart på lägsta höjd.

Om risk för motverkan finns, sker återflygningen med högsta fart så långt som möjligt. Därefter tillämpas distansekonomisk flygning till landningsbasen.

Förberedelserna för ett uppdrag av denna karaktär förutsätter tillgång på visst underlag, exempelvis förflyttningstider för basen. Tidtabeller av följande karaktär kan då fastställas.

Bakre förläggning – ordersal	. . . . min
Främre förläggning – ordersal	. . . . »
Ordersal – motorstart (M)	. . . . »
Motorstart – utkörning (U)	. . . . »
Utkörning – start (S) Ba 02	. . . . »
Utkörning – start (S) Ba 20	. . . . »
Mörkerkörning tillägg	. . . . »

Utkörningstiderna bör gälla hela divisionen.

Startberedskap . . . . min kan hållas i ordersal

Startberedskap . . . . min kan hållas i främre förläggning

Startberedskap . . . . min kan hållas i bakre förläggning

De underlag som i övrigt används är mallar för standarduppdrag för eskadern, SFI för aktuell flygplanstyp och uppgifter från meteorologer beträffande väder.

Då order har erhållits vidtar följande förberedelsearbete (jfr avsn 13.3.4):

1. Navigeringsberäkningar genomförs och flygkartor prepareras. Inflygningen planeras med avseende på aktuell anfallsmetod.
2. Färdlinjen utritas från startbas med samlingsvängen mot första brytpunkten, osv. Hänsyn tas till svängarna vid brytpunkterna. Färdlinjen utritas mellan an- och inflygningspunkterna och målet liksom mellan ut- och återflygningspunkterna och landningsbasen (-erna).
3. Anflygningen sker på låg höjd med distansekonomisk flygning. Den tid starten tar och den bränsemängd som finns kvar efter start antecknas. Hänsyn tas till bränsleåtgången vid långa utkörningar. Den kurs som skall uppsökas efter start bestäms och markeras på kartan. Tid betecknas i kartan med understrykningar t ex 15'35" = 15.35, bränsle markeras 76 % = 76 och kurs 037 = 037.
4. Anflygningen kan ibland göras på högre höjd. Ur diagrammen för flygplanet erhålls data för den stigning som då erfordras, nämligen stigtid, medelfart och bränsleförbrukning. Se avsn 13.2.7. Stigtiden fastställs i jämna minuter. I kartan markeras där stigningen är avslutad. Tid för start och stigning adderas och bränsleförbrukningen för stigningen subtraheras från kvarvarande bränsle efter start och antecknas på kartan.
5. Inflygningen sker på taktiskt lämplig höjd. Data för denna flygning fås ur diagrammen. Tid och bränsleåtgång antecknas. Punkt där forceringsflygning tar vid markeras.
6. Kurshastigheten för uppdragets olika avsnitt beräknas (ur diagram) med hänsyn till pådrag, last, temperatur och flyghöjd. Bränsleförbrukningen fastställs.
7. Färdhastigheten bestäms för de olika avsnitten av uppdraget (hastighets-triangeln med navigeringsskivan). Tidåtgången antecknas i jämna intervall från brytpunkt till brytpunkt. Bränsleförbrukningen bestäms och kvarvarande bränsle noteras. Helst skall då linjära tids- och bränslemarkeringar göras, så att rätta tider och bränslemängder erhålls under flygningen åtminstone till och med anfallet.



8. Kvarvarande bränslemängd efter anfallet utvärderas med avseende på flygningen målet – landningsbasen. Överblivet bränsle anges som stridsreserv.
9. Då beräkningarna fram till anfallets slut är klar, meddelar flygföraren divisionschefen tidpunkten för motorstart (M), utkörning (U) och start (S).
10. Därefter fortsätts beräkningarna för ut- och återflygningen. Den bränslemängd som krävs för flygningen målet – landningsbasen bestäms. Tidtabellnoteringar görs på kartan, liksom noteringar om kvarvarande bränsle och kurs.
11. Ett navigeringsprotokoll görs upp med data från den preparerade kartan. Tidtabellen för hela uppdraget bestäms. Färdplan utskrivs och TL informeras.
12. Slutligen studeras målområdet ingående på lämplig karta. Lågflygstråken granskas för att orienteringen skall underlättas. Referenspunkter (eventuellt referenslinjer) väljs och den preparerade kartan kontrolleras och studeras.

### 13.4.3 Jaktuppdrag

Jaktförsvarsuppdraget kännetecknas av att flygplanets färdväg ej kan bestämmas i förväg. Vidare kan flygplanet uppträda på olika höjder och med växlande fart beroende på den typ av mål som jaktflygplanet sätts in mot.

För att underlätta för stridsledningpersonal att bedöma inom hur stort avstånd från start- och landningsbasen jaktflygplanet kan operera görs för varje typ av jaktflygplan beräkningar av ett typjaktuppdrag. Därvid beräknas bränsleförbrukningen under uppdragets olika faser varvid en aktionsradie bestäms.

Under uppdraget kontrollerar föraren fortlöpande att kvarvarande bränslemängd tillåter återflygning och landning på avsedd bas. I flygplan med moderna navigeringssystem (fpl 37) görs detta automatiskt av en dator. I äldre flygplan (fpl 35) måste föraren manuellt följa upp avståndet till landningsbasen. Med kännedom om bränsleförbrukningen per distansenhet (t ex per 10 km) beräknas därefter erforderlig bränslemängd för återflygningen. Föraren måste med säkerhet kunna avgöra flygplanets position för att veta avståndet till landningsbasen och bränsleförbrukningen.

I regel kan dock stridsledningpersonal fortlöpande ange avståndet. Sker ej detta kan flygplanets läge och därmed aktuellt avstånd bestämmas genom observation av underliggande terräng som jämförs med kartan (vid marksikt) eller genom användning av radionavigeringshjälpmedel.

Som regel kan flygföraren i ett ensigts jaktflygplan, som ej har ett automatiskt navigeringssystem till förfogande, ej hinna med att navigera under ett jaktförsvarsuppdrag. Han är därför hänvisad till att låta stridsledningpersonal sköta navigeringen. Genom att memorera styrkurser och flygtider kan en rutinerad förare få en relativt grov men dock användbar uppfattning om läget.

Under speciella typer av jaktförsvarsuppdrag där målet endast anges med geografiskt läge och kurs måste jaktföraren med hjälp av karta och flygplankompass själv beräkna avstånd och kurs till den beräknade kontaktpunkten. Detta är en reservmetod som främst tillgrips på låg höjd.

Sammanfattningsvis kan sägas att jaktföraren oftast har svårigheter att övervaka sin navigering. Detta ökar kravet på vaksamhet vad beträffar bränsleuppföljningen.

### 13.4.4 Förflyttningsflygning

Anta att en längre förflyttningsflygning skall utföras. Eftersom distansen är lång krävs räckvidd, vilket innebär (för jetfpl) att flygningen måste ske på viss höjd.

Förberedelsearbetet kan då utföras enligt det följande:

- Lämpliga alternativbaser under flygningen bestäms med hänsyn till väder- och basförhållanden.
- Den kvarvarande bränslemängd som erfordras vid landningsbasen fastställs. Härvid beaktas att vid risk för väderförsämring flygning skall kunna ske till säker alternativbas m m (se OSF). Bränslet till alternativbas beräknas från pådrag efter misslyckat landningsförsök.
- Flygvägen bestäms, varvid hänsyn tas till förbjudna områden, restriktionsområden och flyghinder. Luftleder, TMA, navhjälpmedel och orienteringsmöjligheter beaktas. Flygvägens distans mäts.
- Med distans och disponibel bränslemängd som utgångsvärden beräknas den lägsta flyghöjd som är möjlig att utföra flygningen på med hänsyn till fpl bränsleförbrukning. (Disponibel bränslemängd = total bränslemängd minus bränsle för utkörning/start och fastställd kvarvarande bränslemängd vid landningsbasen enligt ovan). Stignings-, planflykts- och planeförfarande som ger bästa distansekonomi bör väljas. Vindens inverkan beaktas.
- Flyghöjden bestäms varvid beaktas molnsituation, halvcirkelhöjder och eventuella höjdsikt med extrema vindstyrkor.

Därefter vidtar nedanstående noggrannare navigeringsberäkningar:

- Karta 1:1 milj används. För studium av terräng och orienteringspunkter kring aktuella landningsbaser kan som komplement kartor i större skala utnyttjas.
- Kurser, färdhastigheter, tider och bränsleförbrukning beräknas enligt anvisningarna i tidigare avsnitt.
- Navigeringshjälpmedel och metodik vid deras användning under olika faser av flygningen bestäms.
- Beräknade tider vid inpassering i luftleder och TMA samt navigeringshjälpmedlens användande för lägesbestämning antecknas på kartan.
- Beräknad kvarvarande mängd bränsle vid säkra lägesbestämningpunkter utefter flygvägen antecknas på kartan.
- Senaste vändpunkter för att nå alternativa baser beräknas.
- Om flygningen eller del därav förväntas kunna ske med marksikt väljs säkra orienteringspunkter ut och memoreras.

Övriga faktorer som bör beaktas:

- Solens upp- och nedgång vid möjliga landningsbaser. (Vinterhalvåret råder stor skillnad i dygnets ljusa del mellan norra och södra Sverige, vilket kan påverka starttiden).
- Kanaler för radiosamband och navhjälpmedel.
- Öppethållningstider för berörda markorgan.
- QNH för områden som passeras, terrängens höjdförhållanden och flyghinder.

- Isars bärighet för nödlandning vintertid.
- Var och när basväderinformation inhämtas.
- För landningsbas och alternativbaser; banors sträckning och längd, landningshjälpmedel och procedurförfarande vid instrumentinflygning, orienteringspunkter inom TMA och angoringspunkter, flyghinder och eventuella restriktionsområden. (Se AIP).

Efter det beräkningar och förberedelser är gjorda bör flygningen i sin helhet tänkas igenom vad beträffar störande faktorer som kan inträffa i luften och påfordra beslut om avvikelse från planeringen.

Störningar såsom för hög bränsleåtgång, snabba väderförsämringar, utebliven kontakt med markorgan, felfunktion i navigeringshjälpmedel m m kan uppstå och påverka navigeringen. Genom att före start penetrera tänkbara situationer ökar man förutsättningarna för ett riktigt handlande om dessa eller liknande situationer uppkommer under flygningen.

Vid genomförandet av en längre förflyttningsflygning bör följande faktorer beaktas:

- Under stigning efter start fastställs med hjälp av marksikt eller navigeringshjälpmedel om färdlinjen hålls. Kursen korrigeras vid behov.
- När stigningen är avslutad noteras om stigtid, distans och bränsleförbrukning överensstämmer med beräkningarna. Om detta ej gäller, fastställs om bränsle vunnits eller förlorats med hänsyn tagen till tillryggalagd distans.
- Under planflykt på höjd fastställs snarast den verkliga färdhastigheten. Är denna lägre än den beräknade hastigheten bestäms vad detta betyder sett från bränslesynpunkt vid landningsbasen.  
Färdhastighetsbestämningen upprepas emellanåt för att konstatera eventuella ändringar.
- Färdlinjen hålls och brytpunkter (eller kontrollpunkter) fastställs endera med hjälp av marksikt eller med hjälp av navigeringshjälpmedel. Verklig flygtid och bränsleförbrukning jämförs med beräkningarna.
- Tillstånd för passering av luftleder och/eller TMA begärs i god tid.
- Under hela flygningen skall den bas med landningsbara förhållanden som ligger närmast alltid vara känd. Detta är nödvändigt om driftstörning skulle uppkomma på fpl.
- Om över visst område kontakt ej erhålls med det markbaserade navigeringshjälpmedel som planerats, undersöks vilka andra navigeringshjälpmedel som finns inom räckvidd och kan utnyttjas.
- Innan punkter för senaste sväng mot alternativbas passeras (här förutsätts flera alternativbaser utefter färdvägen), kontrolleras att basväder och eventuella övriga basförhållanden vid »kvarvarande» alternativbaser är intakta.
- Innan planen påbörjas mot den slutliga landningsbasen måste full klarhet råda om att landning där är möjlig. Under alla omständigheter måste vid tveksamma vädersituationer kvarvarande bränslemängd medge att efter landningsförsök flygning skall kunna ske till säker alternativflygplats.
- Efter flygningen bör besättningen försöka finna orsakerna till eventuella avvikelser från planläggningen.