

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 flyguppsdrag 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 yttvärlden 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. Formerna 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. Moln skuggor 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° . 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° eller – undantagsvis – åt höger och vänster intill 180° , enligt normen »riktning vänster 23° , riktning höger 18° » motsvarande »riktning 337° » respektive »riktning 18° ». 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°

Deviationen d (för aktuell kurs) är -3°

$B_k = 36^{\circ}$

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° . 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° 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° . 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° är bäringen lika med summan minskad med 360° . Bäringen från föremålet erhålls genom att B minskas eller ökas med 180° .

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.

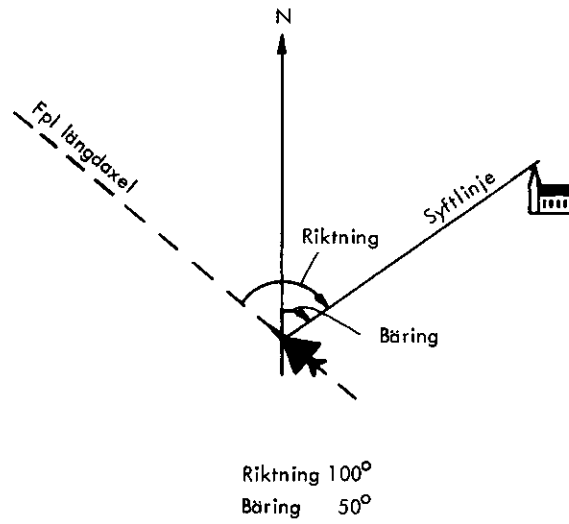


Bild 13.1 Bäring och riktning

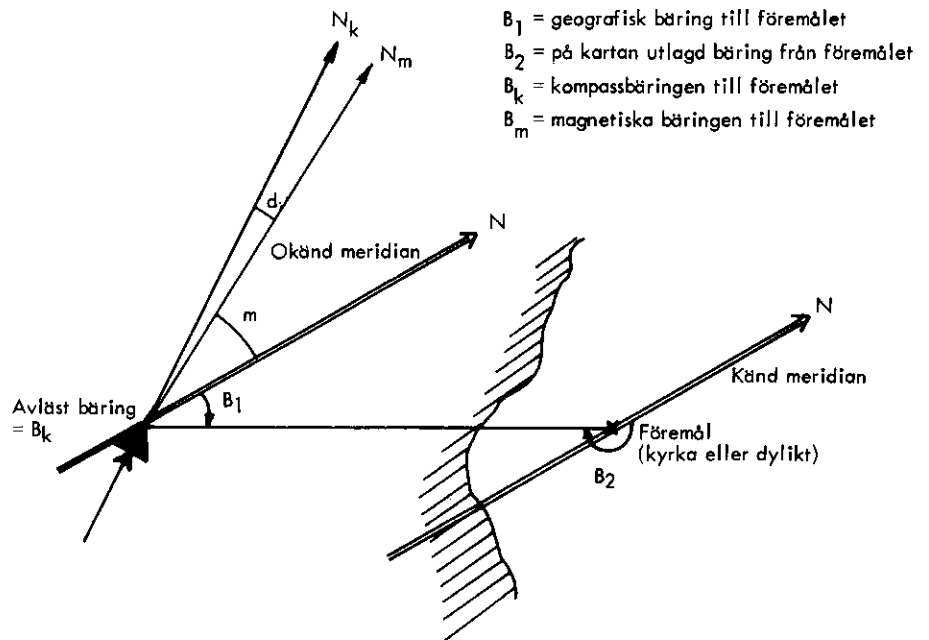


Bild 13.2 Utläggning på kartan av rättvisande bäring

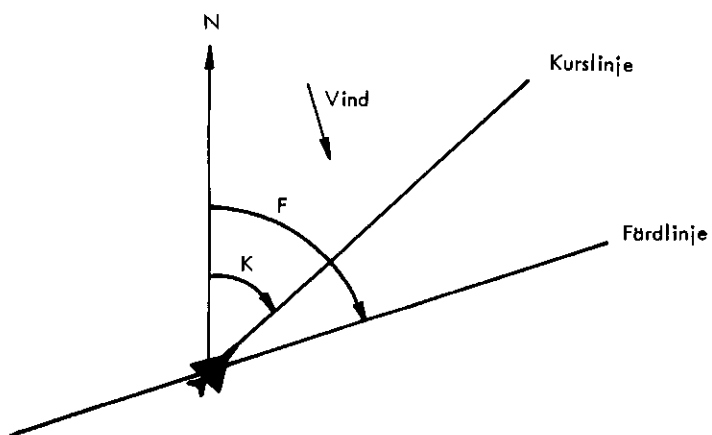


Bild 13.3 Kurs- och färdlinjer vid flygning

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° på en ort där m är västlig 10° (-10°) 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° ett värde på K , som är 74° . 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

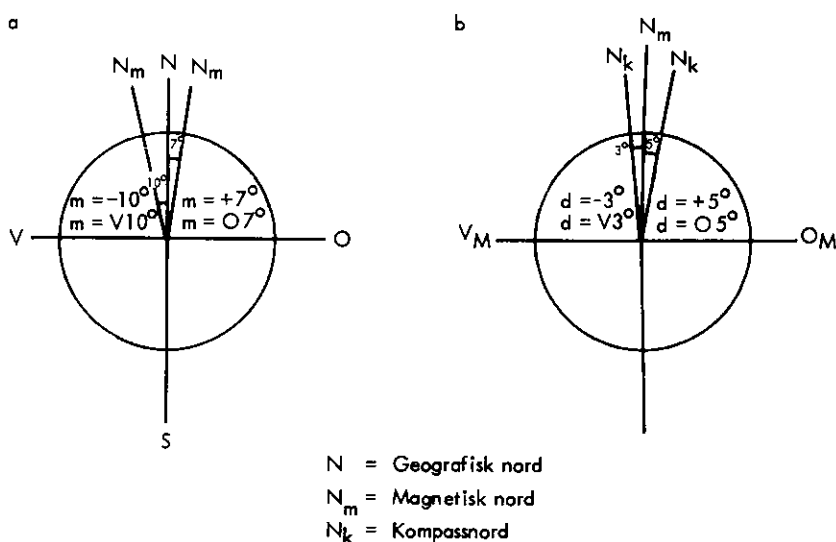
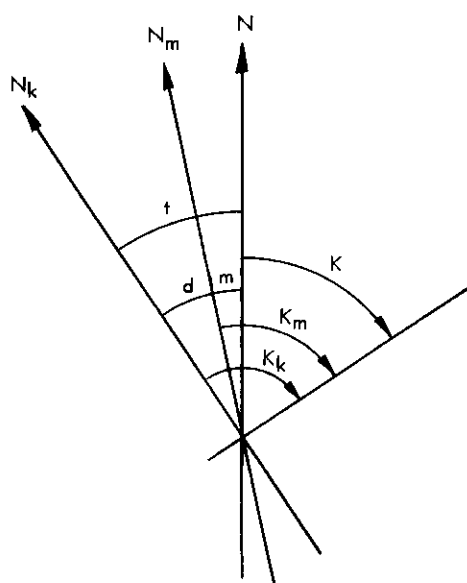


Bild 13.4 Missvisning (a) och deviation (b)

Tabell 13.2 Deviationstabell

K_m°	K_k°	d°
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 korrigerande 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 longitudinskala som återger avstånd i deras från tangeringsmeridianen växande längd. För kartor i Mercators projektion finns en motsvarande latitudskala 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*

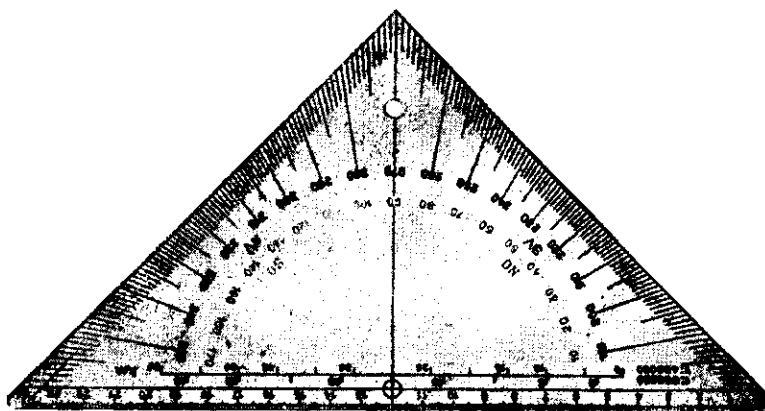


Bild 13.6 Transportör

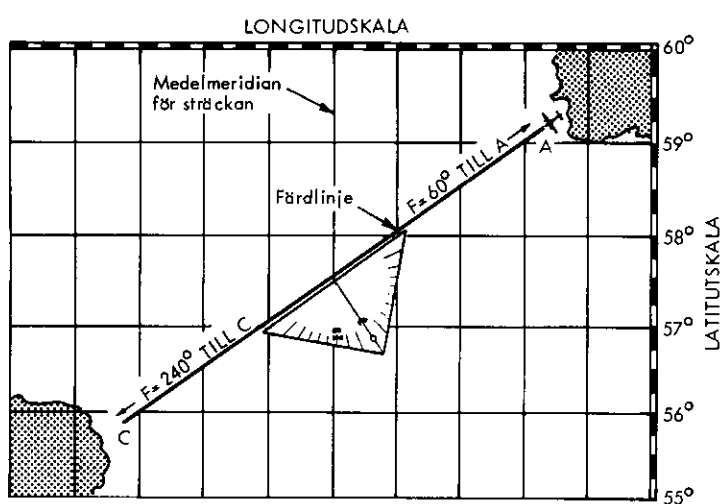


Bild 13.7 Vinkelmätning med transportör

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.

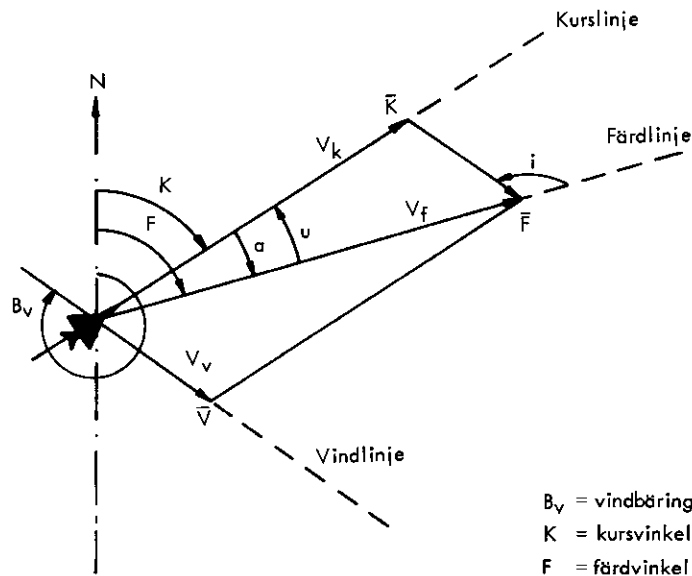


Bild 13.8 Hastighetstriangeln

Vinden är bestämd genom vindböringen och vindhastigheten. *Vindböringen*, B_v , är böringen 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° 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° – 180° 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 $\text{cm} = 30 \text{ km/h}$.

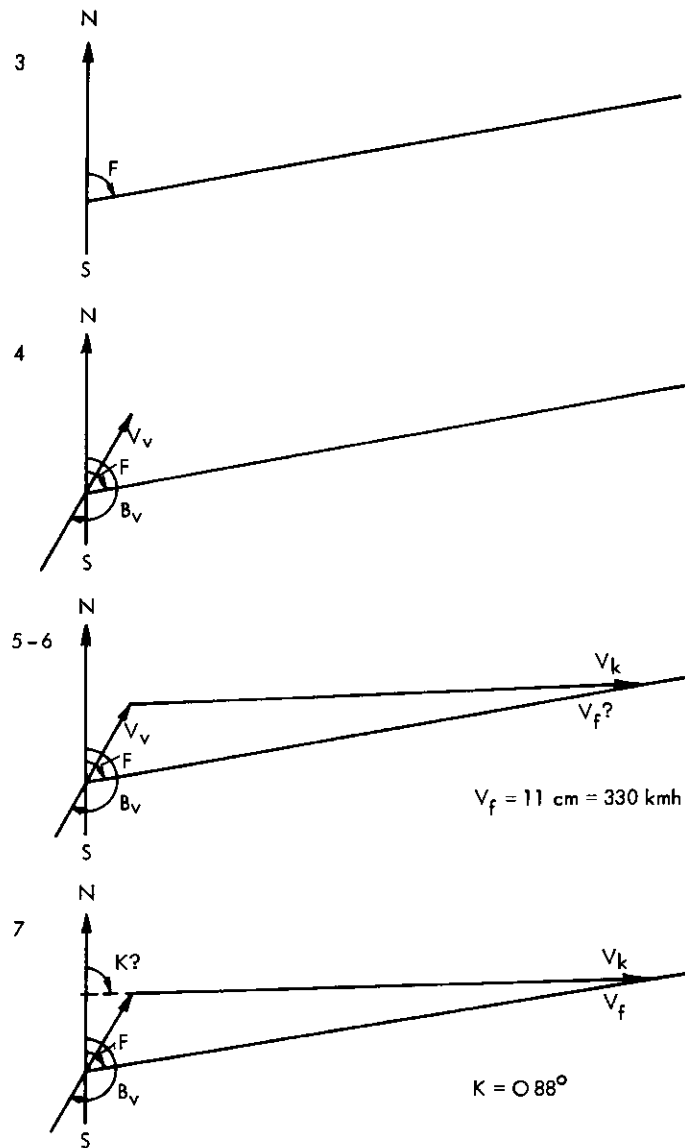


Bild 13.9 Hastighetstriangeln, grafisk lösning av fall 1

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.

