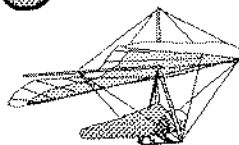




METEOROLOGIS GRUNDER

Meteorologi del 1



Av Rolf Björkman

Nu startar vi en serie artiklar i meteorologi. De skall efterlikna dem som handlat om aerodynamik. Alla skall kunna lära sig något. De byggs emellertid upp från grunden så att nybörjaren skall kunna få en helhetssyn och förståelse för detta som alla talar om men ingen tycks kunna göra något åt. Denna första artikel handlar om de grunder som är nödvändiga att förstå för att sedan kunna tillgodogöra sig övriga artiklar. Hela serien syftar till att ge hängflygaren baskunskaper och djupare kunskaper inom de delar av meteorologin som berör honom särskilt.

Detta lilla fel växer sedan med astronomiska tal eftersom det finns så många variationsmöjligheter. Beroende på det ursprungliga felets storlek blir det synliga felet i prognosen uppenbart efter varierande tid. En bra början kan ge en hyfsad prognos upp till en knapp vecka. Med större fel i utgångsläget blir våra så kallade långtidsprognoser ganska felaktiga.

Med någorlunda stor sannolikhet kan meteorologer idag förutsäga vädret i knappt en vecka. Stabila vädersituationer innehåller färre felkällor och träffar mera rätt medan komplicerade situationer innehåller mängder av variabler. Inte ens dagens datorer klarar av de datamängder som behövs för att göra säkra förutsägelser. Vi är här så nära slumpen som man kan komma när det gäller att förutsäga vädret för mycket lång tid framöver

För oss hängflygare är det naturligtvis intressant att veta vilket väder det skall bli den kommande helgen när vi tänk oss en resa till flygstället. Du kommer inte genom dessa artiklar att kunna spå det vädret. Här kommer vi att ägna oss åt det väder som råder för tillfället eller den allra närmaste tiden och de principer väderutvecklingen följer. Vi skall kunna förstå och tolka det vi ser och får information om på rätt sätt och fatta våra beslut så att vi får ut maximalt av vår flygning och undviker faror. Men vi skall också kunna tolka den information vi får i

långtidsprognoserna så bra som det är möjligt.

Grunderna

Vi börjar med meteorologins grunder för att sedan bygga på med förhållanden och förlöpp som i vart fall delvis bygger på dessa grunder. Följande grunder är viktiga att förstå om man skall kunna förstå vädrets utveckling och inverkan på flygningen:

- betydelsen av jordens rotation
- solens effekt på jordytan och atmosfären
- den dagliga variationen
- den årliga variationen
- skillnader mellan land och vatten
- kopplingen mellan temperatur, densitet och tryck
- labil och stabil luft
- luftfuktighet

Dessa grunder förklaras i detta inledande avsnitt ingående. Sedan används grunderna i fortsättningen för att bygga upp en logisk kedja av kunskap och förståelse. Du kommer redan i detta avsnitt att inse att det finns logiska samband mellan de olika grunderna. Alla måste förstås om sammanhanget skall bli tydligt.

Vädret en slump eller?

Vädrets utveckling följer strikt vissa naturlagar. Det är således ingen slump att det blir på ett visst sätt. Däremot är det en ren slump vilket väder det kommer att bli framgent. Det vill säga, det är så nära ren slump som man kan komma utan att det egentligen är en slump.

När meteorologen gör sin prognos är den inte helt korrekt det är nog både vi och meteorologen helt eniga om. Felets storlek varierar beroende på information erfarenhet och skicklighet men ett fel finns alltid om än så litet.

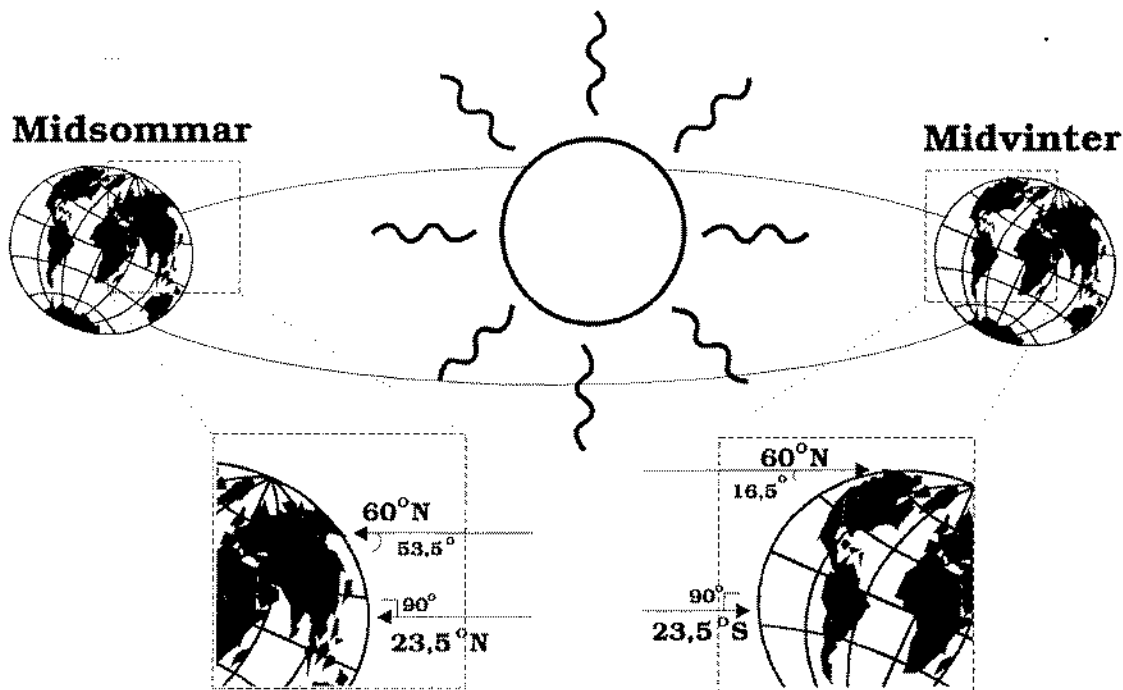


Bild 1. Solljuset träffar Jorden kl 1200 verklig tid med 90° vinkel (zenit) över Kräftans vändkrets $23,5^\circ$ N midsommartid. På 60° N (Uppsala) är vinkeln mot jordytan $53,5^\circ$. Midvintertid råder zenit kl 1200 över Stenbockens vändkrets på $23,5^\circ$ S. Uppsala har då solen som högst $16,5^\circ$ över horisonten. Samma tid tangerar solljuset norra Polcirkeln. Norr därom når solen inte över horisonten.

Jordens rotation

Genom att jorden roterar runt solen får vi årstiderna. Jordaxeln lutar något relativt banan. Därigenom kommer solen att stå i lodrät position mot marken omväxlande under året mellan vändkretsarna. Just omkring midsommar står solen i zenit över Kräftans vändkrets som ligger $23,5$ grader norr om ekvatorn. Sverige som ligger mellan ca 56 och 69 grader N kan alltså inte få solen högre än $57,5$ grader över horisonten i Skåne och 44 grader vid Trekröset. Vad detta resulterar i för temperaturer vet vi. Bild 1.

Dessutom roterar jorden ett varv runt sin egen axel på 24 timmar. Det blir således 15 grader per timme. Solens rörelse relativt horisonten kan liknas vid en kurva. Där solen står i zenit över ekvatorn följer rörelsen en lodrät linje. Solen försvinner således snabbt långt under horisonten och det blir kolmörkt efter kort tid. Längre norrut på jorden rör sig solen i en flack bana relativt horisonten. Den kommer inte högt över men inte heller långt under. Därför har vi långa grynings- och skymningsperioder och på sommaren blir det inte helt mörkt ens mitt i natten. Allt detta påverkar instrålning och därmed vädret.

Om jorden inte hade roterat hade vi haft mer eller mindre konstant väder dag efter dag om man nu skulle kunna tala om dagar i det sammanhanget.

Jordrotationen har emellertid ytterligare en viktig effekt och det är att den påverkar luftens rörelser. Utan jordrotation hade vi haft stillaliggande låg- och högtrycksområden och vindar på rak kurs mellan dessa. Nu har vi istället ett komplicerat och för vissa breddgrader, bl a våra, mycket svårpredikerbart läge med ständiga skiftningar och till synes slumpartade utvecklingar. Genom jordrotationen får vi låg- och högtryck som rör sig. De växer till och avtar i ett komplicerat mönster som aldrig kan förutsägas till 100 %. Vindarna som ju skapas genom tryckskillnader uppträder också på ett komplicerat sätt som fordrar ett alldeles eget kapitel för att lära sig förstå.

Solen

Solen har i högsta grad inverkan på vädret. Det är viktigt för förståelsen av meteorologin att veta att solen genom strålning värmer jordytan som i sin tur värmer luften.

Det här var den enkla förklaringen. Solstrålningen är kortvågig synligt ljus. Atmosfären absorberar ca 20 % av

strålningen, 30 % reflekteras mot atmosfären tillbaka ut i rymden och ca 50 % når jordytan. Denna kortvågiga strålning passerar fritt genom vattenånga (ej vatten) och koldioxid. Se bild 2. Likaväl som det sker en instrålning av värme sker en utstrålning. Temperaturen på lång sikt på jorden är i princip konstant.

Atmosfären strålar ut mer värme än den tar emot och skulle om den inte värmdes på annat sätt bli kallare och kallare. Atmosfären tar emellertid emot värme från jordytan. Denna värmeutstrålning från jordytan är långvågig (infraröd, osynlig strålning) och kan därför passera fritt ut i rymden genom atmosfären om luften bara skulle bestå av kväve och syre (atmosfärens fönster). Den långvågiga strålningen absorberas emellertid av vattenånga, koldioxid och fasta partiklar som sedan sänder ut värmestrålning i sin tur. De lägsta luftlagren uppvärms och avkyls på detta sätt mera genom jordytans inverkan än högre liggande luftlager.

Det finns alltid vattendroppar av mikroskopisk storlek i atmosfären, fler ju fuktigare luften är. Detta skall inte förväxlas med vattenånga som är en osynlig gas. Solstrålarna reflekteras i dessa små vattendroppar och ljuset sprids. Om det finns mycket vatten i

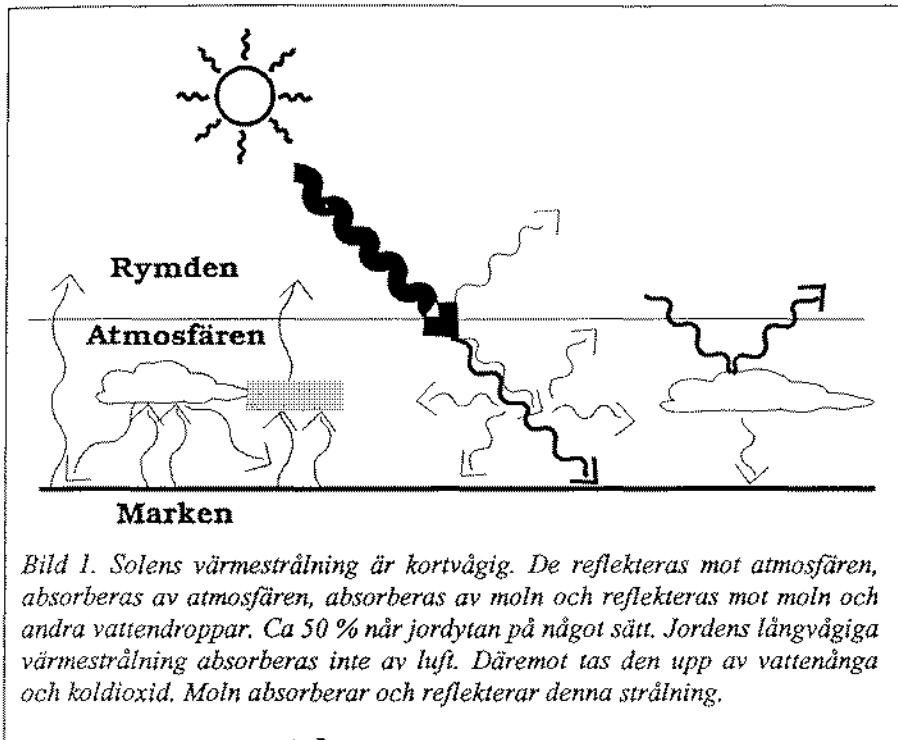


Bild 1. Solens värmeinstrålning är kortvågig. Den reflekteras mot atmosfären, absorberas av atmosfären, absorberas av moln och reflekteras mot moln och andra vattendroppar. Ca 50 % når jordytan på något sätt. Jordens långvågiga värmeinstrålning absorberas inte av luft. Däremot tas den upp av vattenånga och koldioxid. Moln absorberar och reflekterar denna strålning.

Luften kan ljuset verka besvärande åt alla håll medan en torr luft bara ger bländande verkan rakt mot solen. Om vattendropparna är tillräckligt stora och många upplever vi dem som dimma eller moln.

I och med att solstrålarna reflekteras mot vattendropparna kommer inte alla strålarna att nå jorden den kortaste vägen. Många strålar reflekteras också tillbaka ut i rymden. Den största dämpningen nås om ett molntäcke

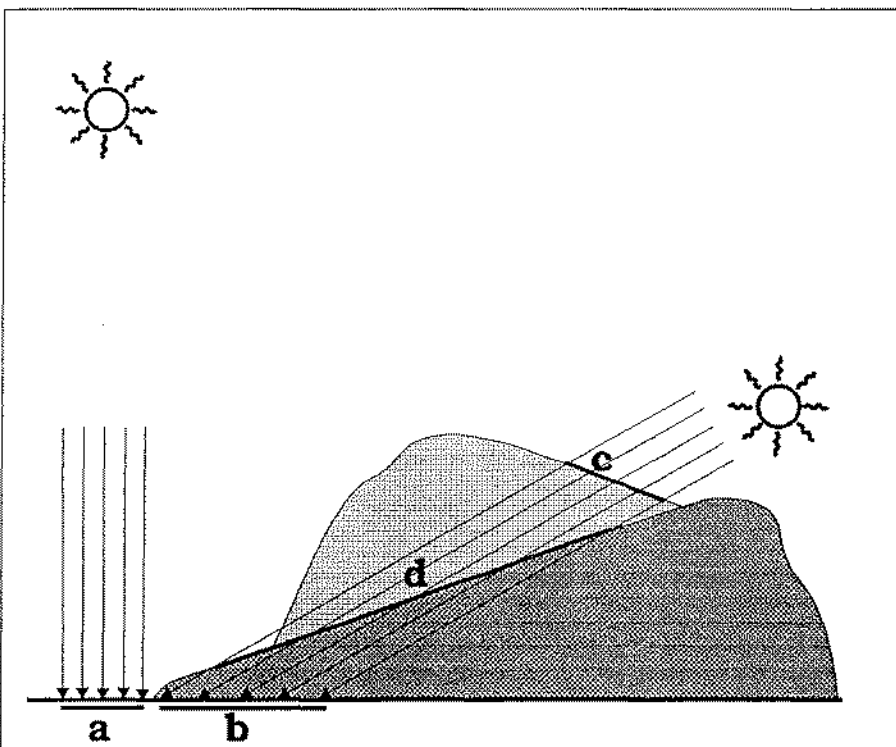


Bild 3. Solstrålningens väg genom atmosfären blir dubbelt så lång om solen står 30° över horisonten jämfört med zenit. Längden b ovan blir dubbelt så lång som a. Om markytan är en kvadrat med sidan b blir denna fyra gånger större än motsvarande kvadrat med sidan a. Ytorna c och d lutar mot horisonten. Man förstår att kvadraten med sidan d blir mångfalt större än kvadraten med sidan c. För samtliga ytor når samma energimängd jordens atmosfär. Energimängden per ytenhet minskar således med minskad solhöjd och ökad avvikelser i lutning från den yta som är vinkelrät mot solen.

finns. Då reflekteras huvuddelen av solstrålarna ut i rymden igen. Ju tjockare molntäcket är desto mindre blir instrålningen således.

Lika väl som moln förhindrar instrålning förhindras också utstrålning genom att den långvågiga strålningen absorberas och värme från molnen strålar tillbaka till jordytan. Ett molntäcke som driver in över ett område en klar och kall natt kan höja temperaturen åtskilliga grader.

Strålningsvärmens från solen är störst om solens strålar träffar jordytan med minsta möjliga dämpning. Atmosfären i sig hur torr den än är dämpar strålningen. Den minsta dämpningen nås således om solstrålningen passerar genom så litet atmosfärsskikt som möjligt. Skiktet blir minst om solen står rakt över jordytan dvs i zenit. Största dämpningen har vi när solen är nära horisonten. Ju mer vattenpartiklar eller fasta partiklar som finns i atmosfären desto större blir dämpningen. Se bild 3.

Ett visst knippe strålar träffar marken inom den minsta ytan om denna yta är vinkelrät mot strålningen. Värmeeffekten per kvadratmeter blir då störst. På breddgrader väl ifrån ekvatorn där solen lyser snett ner mot marken har detta stor betydelse om terrängen är kuperad. En sluttning på solsidan bestrålas med större koncentration än den släta marken och en sluttning från solen med mindre effekt. Denna senare sida kanske till och med befinner sig i skugga.

Om instrålningen är större än utstrålningen sker en uppvärmning. När utstrålningen är större avkyls jordytan och därmed luften.

Luftens temperatur i de lägsta skikten beror främst på den uppvärmning eller avkyllning som sker från marken eller vattnet.

Skillnaden mellan land och vatten

Jordytan består av olika material som värms olika fort. Det har med materialets ledningsförmåga och fasthet att göra. Låt oss till en början bara skilja på land och vatten. Land har en fast yta där materialet kan variera och därmed värmas olika men i medeltal kan sägas att markytan leder värme dåligt. Själva ytskiktet kan därför

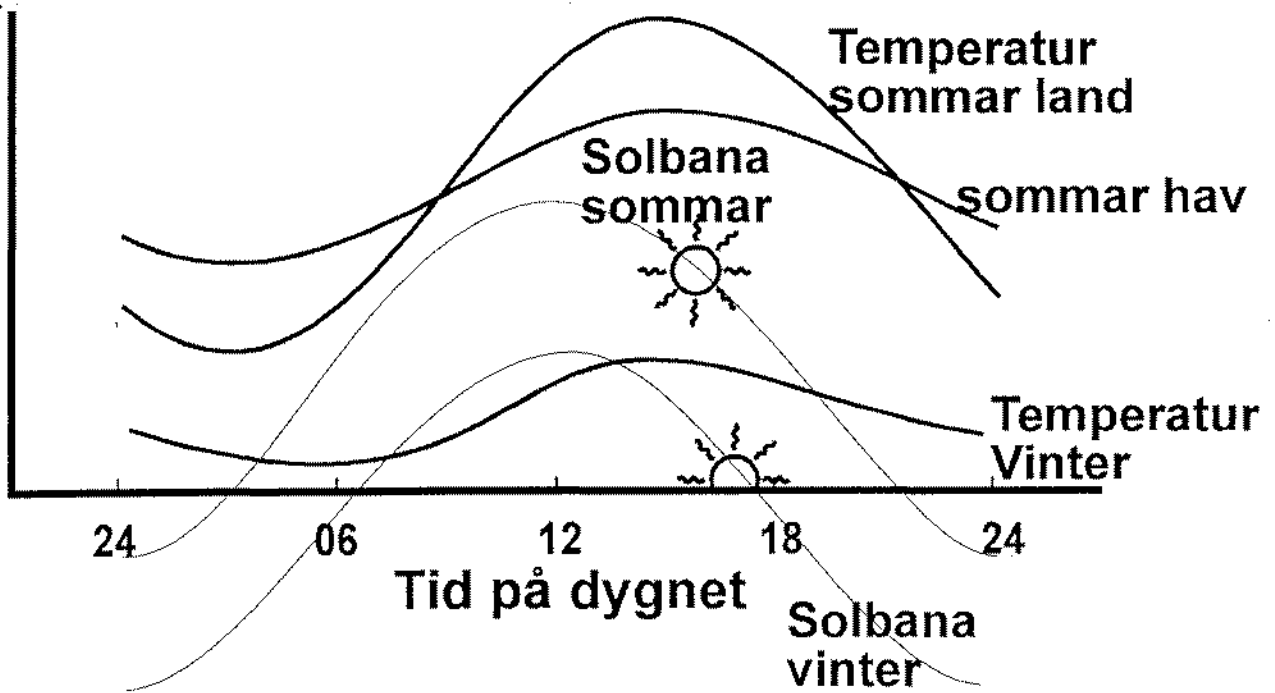


Bild 4. Bilden visar två dagar, en från vinterhalvåret och en från sommarhalvåret. Sommardagen visar två kurvor, en kurva för temperatur över land och en över vatten. Dygnets högsta temperatur infaller på eftermiddagen och den lägsta vid soluppgången. Temperaturen varierar kraftigare under sommaren och över land.

Vattnet saknar fast yta utom när det är is. Värmestrålningen når längre ner i vattnet och får alltså en större volym att värma än vad gäller mark. Vattnet blandar sig hela tiden genom rörelser (turbulens). Visserligen blir ytvattnet varmare vid solsken än djupare liggande vatten men hela tiden sker ett utbyte av vatten mellan ytan och djupare skikt. Det tar därför lång tid att värma en sjö och än längre tid att värma havet eftersom det är så stor volym som skall värmas. Ytvattnets dygnsvariation är mycket liten.

Som följd av denna skillnad mellan land och vatten kommer luften över land att snabbt bli varm vid solsken medan det kallare vattnet inte ger så stort värmetillskott till luften. Vid utstrålning av värme blir land snabbt avkyllt och kyler luften medan vattnet behåller värmen längre tid. Vi får en betydelsefull skillnad mellan luftens temperatur över land och vatten. Variationen är över land stor medan den över vatten är liten om vi ser till den dagliga variationen.

Över land kan temperaturen variera mera lokalt när det råder kraftig solinstrålning. Det beror på att vissa typer av ytor absorberar värme bättre

än andra. Särskilt jämna ytor som är dåliga värmeledare värms snabbt i ytan då värme inte transporteras bort och ytan är liten. Exempel härpå är sand och asfalt. Områden med vegetation, särskilt skog får mindre ytuppvärmning. Generellt gäller att mörka ytor absorberar värme medan ljusa reflekterar mer. Exempel på sådana mörka ytor är osådda åkrar och åter asfalt. Den varmaste marken ger den största uppvärmningen av luften närmast över. Det är främst kontrasten mellan olika ytor i närheten av varandra som ger lokala effekter.

Den dagliga och årliga variationen

Under vintern på våra breddgrader står solen lågt. Instrålningen är även dagtid liten. Vi får då en liten temperaturvariation över dygnet. På sommaren når solen högre och atmosfären dämpar mindre. Instrålningen är stor och ger kraftiga temperaturhöjningar under dagen. Där finns sedan mycket värme som kan stråla ut på natten. Temperaturvariationen över dygnet blir stor.

Extremfallet hittar vi när det gäller liten variation över nolarområdena där

solen nästan inte har någon variation i höjd över horisonten under dygnet. Den snötäckta ytan är dessutom en dålig värmeupptagare. Den största variationen har vi i ökenområdena där solen vissa delar av året kan stå i zenit. Luften är mycket torr och har liten dämpning samtidigt som sanden mycket snabbt värms i ytan. Uppvärmningen blir våldsamt. Lika kraftig blir utstrålningen under natten. Temperaturen kan där variera från ca +50 till flera minusgrader. Vädret i övrigt fransett vindar varierar dock inte mycket i ökenområdena vilket beror på avsaknaden av vatten.

När är det varmest och när är det kallast på dygnet? Nu skall vi utnyttja grundkunskaperna från in och utstrålning. Så länge instrålningen är större än utstrålningen sker uppvärmning. Ju varmare marken är desto större blir utstrålningen. Instrålningen är som störst när solen står högst. Utstrålningen tar överhand först ett par timmar senare. Ca kl 14 är det därför allra varmest. Med sommartid inträffar i Sverige således den högsta temperaturen omkring kl 15. Det här förutsätter konstant vädersituation under hela dagen. Om ett molntäcke drar in eller spricker upp kan tiderna lokalt skilja mycket.

Som kallast är det omedelbart före soluppgång. Fram tills dess solen går upp har hela tiden utstrålning skett utan instrålning varför avkylningen fortsatt.

Vid molnigt väder dämpas både instrålning och utstrålning varför variationen blir mindre men den följer samma princip. Över vatten är också variationen mindre.

Sommaren innehåller generellt större daglig variation än vintern. Se bild 4.

Principiellt sett innebär detta att vädret över dygnet varierar mindre under vinter än under sommaren och mindre över vatten än över land.

Det mest intressanta för hängflygaren är den dagliga variationen över land under sommarhalvåret då vi har den största variationen.

Liksom den dagliga variationen har den årliga en viss eftersläpning. Den lägsta värmetillförseln har vi vid vintersolståndet i slutet av december och den högsta vid midsommar. Vår högsta och lägsta medeltemperatur ligger någon månad senare. Detta beror på den lagrade effekten av uppvärmning och avkylning. Störst är den effekten över hav. Sommaren förlängs vid kusten och hösten är där mildare än i inlandet. Våren är däremot kall då

vattnet behåller vinterns kyla längre tid. I vårt land med mycket vatten påverkas hela landet i någon mån. Skillnaden är dock uppenbar redan mellan t ex skärgårdsområden och någon mil in över land.

Långt in över en kontinent får vi det mest utpräglade kontinentala klimatet med torr luft och stora temperaturvariationer både över dygnet och året. De kustnära områdena får ett maritimt klimat som präglas av fuktig luft och mindre temperaturvariationer över dygnet och mellan årstiderna

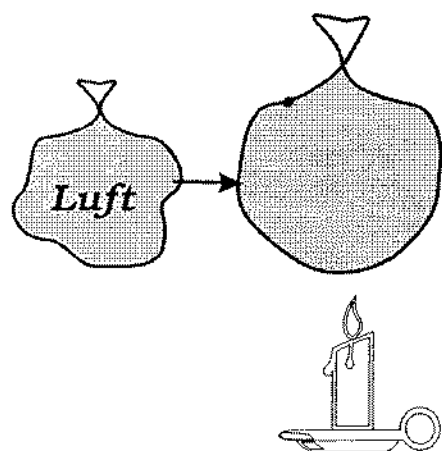
Sambandet mellan temperatur, tryck och densitet

Det finns ett klart samband mellan tryck och densitet och ett mellan temperatur och densitet. Det finns också ett mellan tryck och temperatur.

Om vi tar en viss mängd luft som har en viss volym och vikt så finns där ett givet antal molekyler. Värms denna luftmängd upp utvidgar den sig p g a ökad molekylrörelse. Bild 5. Volymen har således ökat utan att vikten eller antalet molekyler ändrats. Luften är då mindre tät. Densiteten (tätheten) har minskat. En viss volym luft, t ex en liter, innehåller färre molekyler och väger således mindre ju varmare den är. Varmare luft som är lättare vill stiga uppåt. På sommaren är luftens densitet lägre än på vintern men variationen är större lokalt genom att uppvärmningen sker kraftigt och olika över olika ytor.

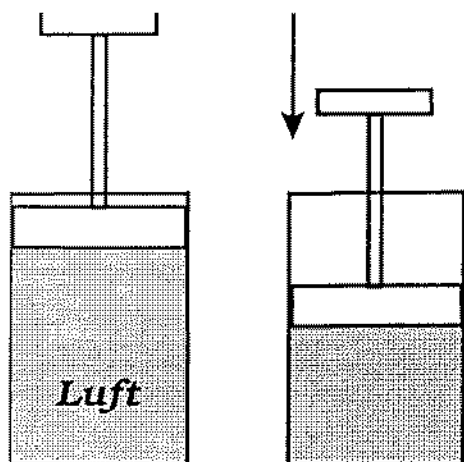
Gaser som, t ex luft, kan pressas samman. Genom att volymen minskar ökar trycket. Bild 6. Densiteten ökar. Gaser har en egen vikt. Den luft vi har i atmosfären över oss är ca 100 km tjock och väger mycket. Tyngden av den luft som finns ovanför utövar ett tryck som pressar samman luften under. Ju högre upp man kommer desto mindre blir tyngden av den luft som finns över och desto lägre blir trycket och därmed densiteten.

Det tryck vi nu talar om är det så kallade statiska trycket. Detta lufttryck mäts med en barometer. Samma mätprincip men skalan graderad i meter eller fot blir en höjdmätare. Sorten är hektoPascal (hPa). Tidigare använda sorter är millibar som ger samma siffervärden som hPa och millimeter kvicksilver (mm Hg). Normalt



Högre temperatur
Större volym
Lägre densitet
Samma tryck
Samma vikt

Bild 5. Vi tänker oss en tät påse av lätt material delvis fylld med luft. Denna värms. Bilden visar resultatet. Trycket bestäms enbart av den omgivande luften varför det blir samma i båda fallen



Mindre volym
Högre tryck
Högre densitet
Högre temperatur
Samma vikt

Bild 6. En viss mängd luft i en cylinder pressas samman av en kolv. Bilden visar resultatet

tryck vid havsytan är 1013 hPa vilket motsvarar 760 mm Hg. Trycket halveras sedan i princip för varje 5,5 km höjd. Det här har förklarats mera ingående i artikeln om lyftkraft.

Om man tar en viss volym luft, t ex 1 liter, och utvidgar den till en större volym eller minskar antalet molekyler i den fasta volymen minskar trycket i luften. Det senare kan man åstadkomma genom att t ex suga ur luft ur en fast behållare. Det tryck som minskar är det statiska. Det som också inträffar när man på så sätt minskar trycket och densiteten är att temperaturen sjunker. Omvänt så stiger temperaturen när man ökar trycket i t ex en behållare genom att pumpa in luft. Det finns ett mycket strikt samband mellan denna tryckförändring och temperaturförändring.

Adiabat och gradient

Luft som värms upp mera än omgivande luft stiger uppåt därför att den blivit lättare. Temperaturhöjningen har ju medfört volymökning och minskad densitet. Det här kan ske över en mörk åker. Den luft som nu stiger uppåt utsätts för successivt minskande tryck från överliggande luft och utvidgar sig således. Genom tryckfallet minskar temperaturen.

Förändringen av temperaturen i stigande luft på grund av tryckförändring kallas **adiabatiska temperaturgradienten** eller bara adiabat. Adiabaten i torr luft (**torradiabaten**) är ca $3^{\circ}\text{C}/1000\text{ ft}$ (300 m). Luft som på detta sätt stiger 10.000 ft (3.000 m) kyls således med 20° .

Det här fenomenet får inte förväxlas med den variation i temperatur som luften själv håller på olika höjder. Hur luftens temperatur ändras med höjden utan att den rör sig vertikalt kallas **temperaturgradient**. Denna kan variera i hög grad medan adiabaten är ett fast värde. Om luft skall fortsätta att stiga eller inte beror i hög grad på temperaturgradienten. En förutsättning att luft skall stiga är att den är varmare än den omgivande luften. Här har vi lagt grunden till förståelsen av hur termik uppkommer.

Standardatmosfär

I standardatmosfären, som är ett slags medeltal av atmosfärens värden över jorden, är temperaturgradienten $2^{\circ}/1000\text{ ft}$ i troposfären som sträcker sig upp till ca 11 km. Däröver ligger stratosfären. Gränsen mellan dessa kallas tropopausen. Temperaturen avtar alltså med ökande höjd med det

värdet. I verkligheten följer temperaturgradienten en något hackig kurva uppåt som ändras mer eller mindre över tiden.

Inversioner

Om temperaturen istället ökar med ökad höjd är förhållandet omvänt mot det normala och det skikt som således har negativ temperaturgradient kallas **inversion**. Om en sådan inversion börjar vid marken kallas den **markinversion**. Ett inversions-skikt kan aldrig vara speciellt tjockt. Det kan variera från något tiotal meter till några hundra. Bild 7.

Stabil och labil luft

Det är lätt att förstå att temperaturen avtar med höjden i en luftbubbla som satt sig i rörelse uppåt och att den bara kan fortsätta att stiga om den är varmare än omgivningen. Detta kan bara inträffa under förutsättning att den omgivande luften avtar med mer än $3^{\circ}/1000\text{ ft}$. Om temperaturgradienten är mindre än $3^{\circ}/1000\text{ ft}$ kommer alla rörelser att stanna av och luften kallas stabil. Är temperaturgradienten större kommer rörelserna att fortsätta och luften är labil. Ju högre temperaturgradient över $3^{\circ}/1000\text{ ft}$ som råder desto kraftigare labil är luften och ju snabbare blir de vertikala rörelserna. Bild 8.

Eftersom det är marken som värmer luften kan ett luftpaket egentligen bara starta sin stigning från marken. I praktiken innebär detta att luften måste vara labil från marken och uppåt för att termik skall finnas att flyga i. Man erhåller sedan stig upp till den höjd som luften fortsätter att vara labil. Luften kan var labil upp till hög höjd men på våra breddgrader ligger gränsen normalt på någon eller några tusen meter.

I stabil luft förekommer inga termiska rörelser. Inversionen är ett extremt stabilt luftskikt som effektivt stoppar alla vertikala rörelser.

Om vi nu kopplar samman de grunder vi hittills gått igenom kan vi dra följande slutsatser.

- Dygnsvariationer i temperatur förekommer bara i de lägre luftlagren som påverkas av marken medan temperaturen på högre höjder inte påverkas så mycket av solens rörelser.
- På vintern är det nästan alltid stabil luftmassa då luften i princip hela tiden kyls av underifrån.
- Över hav är det nästan alltid stabil luftmassa av samma skäl. I vissa fall på natten och hösten kan det vara labil luft över hav.

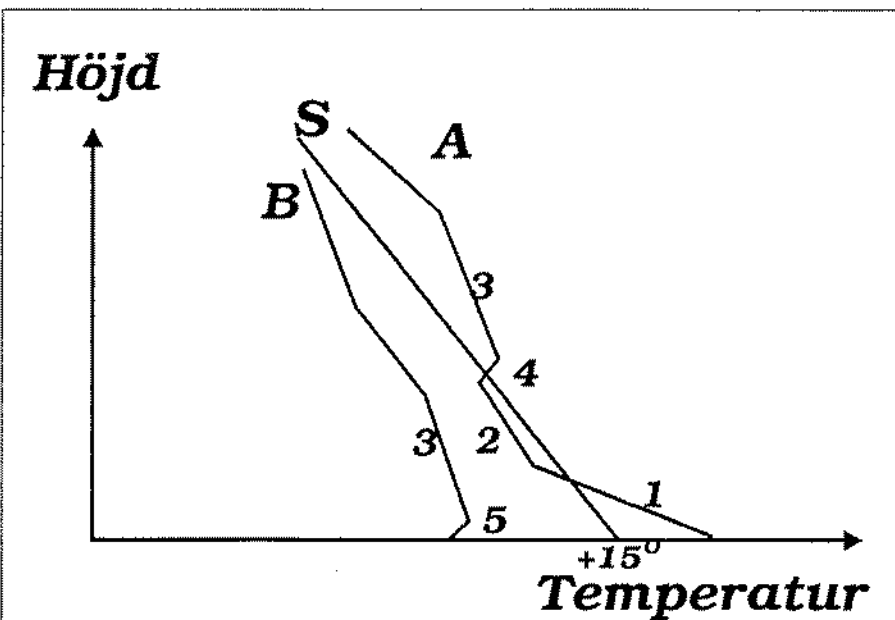


Bild 7. Exempel på temperaturgradienter. A: Sommarkurva. B: Vinterkurva. S: Standardatmosfär som avtar med $2^{\circ}/1000\text{ ft}$.

1: Labil luft. 2: Torr stabil och fukt labil (labil vid kondensation). 3: Stabil. 4: Inversion (negativ temperaturgradient). 5: Markinversion.

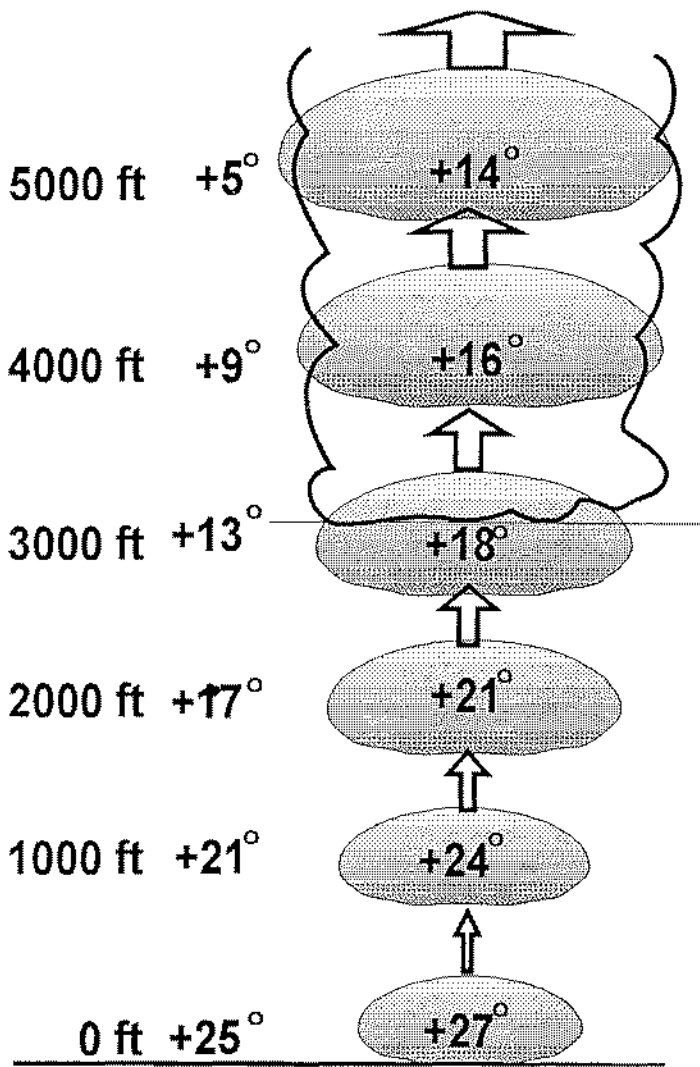


Bild 8. Temperaturgradienten är i detta exempel $4^{\circ}/1000$ ft vilket innebär labil luft. temperaturen nära marken är $+25^{\circ}$. Ett begränsat markområde har värmt upp luften till $+27^{\circ}$ och den varmare "blåsan" släpper från marken då den är lättare än omgivningen. Den stigande luften avtar adiabatiskt med $3^{\circ}/1000$ ft upp till kondensationsnivån (alltid) varför den blir än varmare än den omgivande luften och accelererar uppåt. Över kondensationsnivån avtar den stigande luften med $2^{\circ}/1000$ ft (fuktadiabat i detta exempel) varför den blir än varmare jämfört med omgivningen och accelerationen ökar.

- Markinversion är vanligast vid klara vinterdagar och klara nätter under sommaren.
- Dygnsvariationen på lägre höjder under sommaren över land är sådan att luften är stabil under natten och en bit in på förmiddagen tills solen har hunnit värma upp marken ordentligt och temperaturen stigit i de lägsta luftlagren. Labiliteten når sitt maximum kl 15 för att sedan klinga av och försvinna efter ett par timmar

när marken åter kylt av luften i de lägsta nivåerna igen.

- Labil luft som ger flygbar termik förekommer i princip bara på sommarhalvåret över land.
- Ett molntäcke förhindrar solinstrålning och luften blir aldrig labil.

Klart soligt väder under sommaren är ingen garanti för termik. Temperaturgradienten kan fortfarande vara för svag p g a varm luft på högre höjder.

Luftfuktighet

Luften består i stora drag av 78 % kväve, 20 % syre och 1 % argon. Där finns mindre mängder av andra gaser också. Blandat med luften finns sedan olika mängder vattenånga och koldioxid.

"Vattnet" i luften

Vattenånga är en osynlig gas bestående av enbart vattenmolekyler. När vattenånga kondenserar övergår gasen till vätska och blir synlig. Det vi ser som "ånga" eller rök från kokande vatten eller skorstenar är således vatten eller skorstenar är således vatten. Små vattendroppar kan flyta omkring i luften. Tillräckligt många sådana droppar nedsätter sikten och blir synliga som dis. Blir de tillräckligt stora och många utgör de dimma eller moln. Alltför stora droppar håller sig inte kvar svävande i luften utan faller till marken som nederbörd.

Vattenånga avdunstar från alla vattenytor. Ju varmare vattenytan är och ju torrare luften är desto större blir avdunstningen. Det extrema fallet är kokning av vatten där vattnet genom den höga temperaturen tvingas övergå i vattenånga. Stora delar övergår mycket snart i vatten igen då ångan avkyls genom blandning med kallare luft en bit över vattenytan.

Luften förmår ta upp en viss mängd vattenånga som alltså då finns som en del i luftens sammansättning. Man brukar benämna den aktuella delen vattenånga som ångtryck d v s det tryck som vattenångan utövar som en del av luftens tryck. Vattenångans deltryck anges i någon sort som visar tryck. Andelen vattenånga kan också anges i vikt, t ex g/m³ luft. När luften innehåller all den vattenånga som den kan bära är luften mättad. Man säger att relativa luftfuktigheten är 100 %. All vattenånga som sedan tillförs måste övergå i vatten och kondenserar således till synligt flytande vatten.

En annan viktig egenskap hos luften är att mängden vattenånga som luften kan innehålla ökar med ökad temperatur. En varm luft kan vara mycket "våt" genom att den innehåller stora mängder vattenånga. Luftens ökade förmåga med ökad temperatur att innehålla vattenånga följer inte en linjär kurva utan en exponentiell. Ökningen av förmågan är således

g vattenånga
per m³ luft

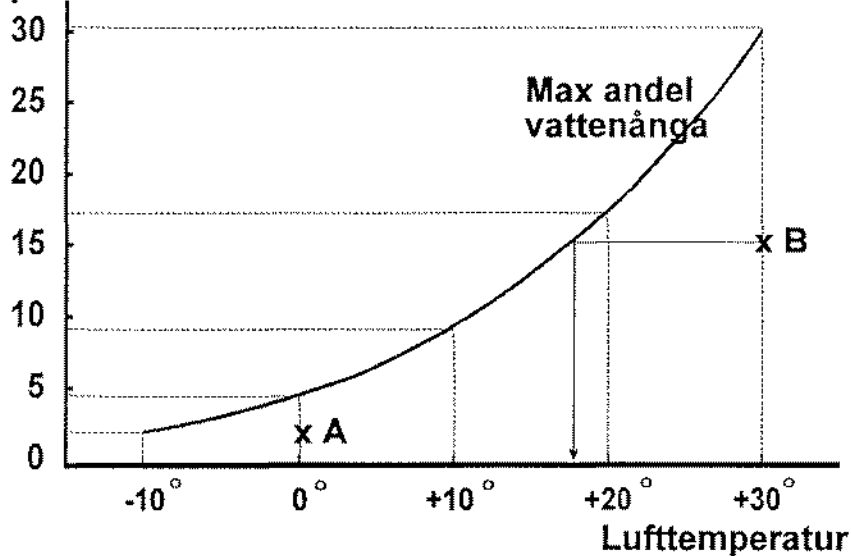


Bild 9. Den maximala andelen vattenånga i luften (100 % relativ fuktighet) accelererar med ökad temperatur. Från +10° till +20° ökar den maximala mängden med drygt 7 g/m³. Från +20° till +30° ökar mängden med 13 g/m³. 50 % relativ fuktighet vid 0° innebär att luften innehåller 2,4 g/m³. 50 % relativ fuktighet vid +30° innebär 15,2 g/m³. Daggpunkten är då +18°.

större mellan t ex 20 och 30 grader än mellan 10 och 20 grader. Bild 9.

Relativ fuktighet

Relativ fuktighet är inte ett absolut mått på mängden vattenånga i luften utan just som namnet säger ett relativt mått. Den relativa fuktigheten anger i procent hur mycket vattenånga som finns i luften i förhållande till hur mycket som skulle kunna finnas just vid den temperaturen. Med 50 % relativ fuktighet menas alltså att luften innehåller hälften av den mängd som luften kan innehålla.

En vinterdag kan t ex relativa fuktigheten vara 95 %. Luften kan ändå kännas torr. Luften innehåller visserligen nästan så mycket vattenånga som kan finnas men mängden är liten totalt sett. Sådan luft blir torr och sikten kan vara mycket god.

En het sommar dag med 80 % luftfuktighet kan kännas klibbig. Visserligen förmår luften ta upp mycket mera vattenånga men den totala mängden är redan stor. Många synliga vattendroppar kan flyta omkring i sådan luft och ge nedsatt sikt.

När luften innehåller maximal mängd vattenånga är relativa fuktigheten 100%. Luften är mättad. Om luften innehåller mindre mängd vatten-

ånga t ex 50% relativ fuktighet finns en lägre temperatur där den mängden skulle innebära 100%. Om luften kyls av till den temperaturen blir luften mättad. Den temperaturen kallas daggpunkt. Bild 9 visar exemplet 50% relativ fuktighet vid +30 grader. Daggpunkten är då +18 grader.

Det är viktigt att förstå att luft som kyls av blir fuktigare (relativa fuktigheten ökar) utan att den egentliga mängden vattenånga ökar. Det andra sättet att öka den relativa fuktigheten är att tillföra vattenånga. Detta kan göras t ex genom att luften passerar ut över vatten. Även ett tredje sätt finns och det är att blanda luft av olika temperatur eller fuktighet.

Luft som värms blir torrare. Luften kan också bli torrare genom att vattenånga övergår till vatten t ex på kalla ytor (dagg).

Konvektion

Kopplat till det vi tidigare lärde oss, nämligen att luft som stiger kyls, kan vi förstå att den luften också blir fuktigare utan att vattenånga tillförs. När den stigande luften nått tillräckligt hög höjd är den så avkyld att den inte längre kan innehålla den mängd vattenånga som fanns med från början när luften lämnade marknivån. Vattenånga kondenserar nu under den fortsat-

ta stigningen och bildar moln. De moln som bildas på detta sätt kallas konvektionsmoln efter ordet **konvektion** som betyder rörelse i vertikal led. Molnslaget är cumulus (cu) som om det blir tillräckligt stort övergår i cumulonimbus (cb). Se bild 8.

Luft som stiger på detta sätt kallas termik. Eftersom konvektionsmoln bildas i stigande luft letar hängflygaren efter termiken under moln av detta slag.

Den höjd där molnbildning börjar kallas **kondensationsnivå**. Nivån är given för viss temperatur vid marken kopplat till relativ fuktighet och kan lätt räknas ut av en meteorolog. Även en amatör kan klara den beräkningen någorlunda bra. Du kan lära Dig metoden senare.

Principen är naturligtvis att molnbasen blir högre om luften är torrare. Det kan förekomma termik utan att det finns moln. Det beror på att det finns en temperaturförändring mellan marken och kondensationsnivån som stoppar den vertikala rörelsen t ex en inversion. Däremot är det säkert att det finns termik om det finns konvektionsmoln eftersom dessa bara bildas i uppåtströmmande luft.

Vattnets faser - övergångarna

Det finns ytterligare en effekt som man måste veta för att förstå meteorologins grunder. Det handlar om de värme som frigörs eller tas upp när ett ämne övergår från ett tillstånd till ett annat. Det är samma princip som vi använder i kylskåpen. När ett ämne övergår från ett lättare till ett fastare tillstånd frigörs värme och när det övergår från ett fastare till ett lättare åtgår värme. När vatten övergår till is frigörs således värme. Det är därför det åtgår 80 gånger mer kyla för att frysa 0-gradigt vatten till 0-gradig is än att sänka temperaturen på vatten en grad. Omvänt så åtgår det 80 gånger mer värme att smälta is än höja temperaturen en grad.

När vatten övergår i vattenånga åtgår extra värme. det är därför det känns så kallt att torka kroppen i luften efter badet även om det är varmt i luften. När vattenånga kondenserar till vatten frigörs värme. Det senare är extra intressant. Om luft stiger uppåt samtidigt som vattenånga kondenserar då v s under molnbildning tillförs således värme och den stigande luften kommer inte längre att förlora 3°/1000

ft utan ca $2^{\circ}/1000$ ft. Luften runt omkring behöver då bara hålla en temperaturgradient om ca $2^{\circ}/1000$ ft för att vara labil. I praktiken ökar luften sin stigande rörelse vid molnbildning i stigande luft. Fuktadiabaten som här angivits till ca $2^{\circ}/1000$ ft varerar emellertid till skillnad från torradiabaten. Kall luft som innehåller liten mängd vatten har en fuktadiabat som ligger strax under torradiabaten. Mycket varm och fuktig luft, t ex $+40$ grader frigör stora mängder vatten och därmed värme vid kondensation och luften avtar då med bara ca $1^{\circ}/1000$ ft. Det innebär att hävningen av luft blir våldsamt och labiliteten kan sträcka sig till stora höjder. För svenska sommarförhållanden torde $1,5-2^{\circ}/1000$ ft vara normalt. Se åter bilderna 7 och 8.

Vindens inverkan på temperaturen

Vi har konstaterat att solinstrålning och avkylning under natten kraftigt påverkar temperaturgradienten. Vid solinstrålning på sommaren blir temperaturgradienten stor och luften blir labil i lägre skikt. Vid avkylning kalla klara nätter får vi en lätt en extremt stabil situation med markinversion. Effekten är störst vid vindstilla. Om det börjar blåsa kommer den varma luften enligt ovan att bli kallare vid marken och nattluften nära marken att bli varmare. Det senare gäller även klara kalla vinterdagar. Vad beror den här temperaturförändringen på?

Vid vind sker en omrörning av luften nära marken. Ju kraftigare vind desto större blir det påverkade skiktet. Vid relativt kraftiga vindare är detta skikt ca 3000 ft över flack terräng. I bergstrakter påverkas större höjdsnitt. Luft kommer alltså att under sin förflyttning (vind) över ytan innehålla vertikala rörelser (turbulens). Då vet vi att i luft som stiger avtar temperaturen adiabatiskt med $3^{\circ}/1000$ ft. I den sjunkande luften stiger temperaturen med samma värde. Efter ett tag har temperaturgradienten i det turbulenta skiktet antagit just $3^{\circ}/1000$ ft.

Eftersom det totala värmeinnehållet i det omrörda skiktet inte ändrats måste den temperaturändring som sker i skiktets lägsta del kompenseras med motsvarande förändring åt andra hållet i skiktets övre del. Om vi tar det klara och kalla stabila vädret med markin-

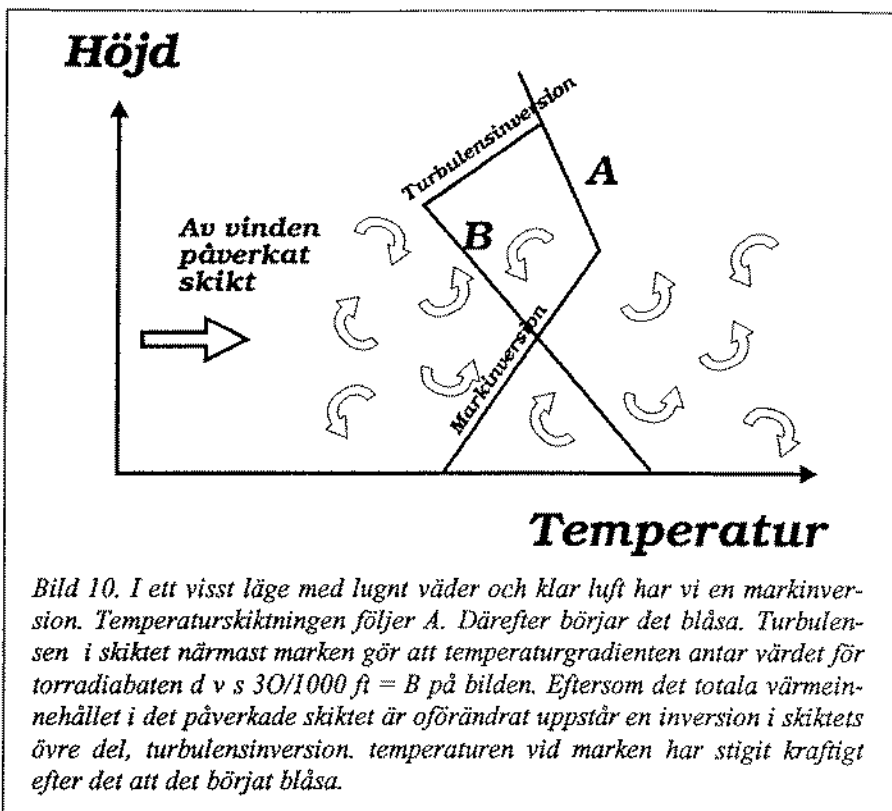


Bild 10. I ett visst läge med lugnt väder och klar luft har vi en markinversion. Temperaturskiktningen följer A. Därefter börjar det blåsa. Turbulensen i skiktet närmast marken gör att temperaturgradienten antar värdet för torradiabaten $d v s 30/1000$ ft = B på bilden. Eftersom det totala värmeinnehållet i det påverkade skiktet är oförändrat uppstår en inversion i skiktets övre del, turbulensinversion. temperaturen vid marken har stigit kraftigt efter det att det börjat blåsa.

version som exempel så är utgångsläget att temperaturen nära marken är lägre än en bit upp i luften. När vinden rört om i luftlagret kommer det att vara tvärt om. I skiktets gräns mot den opåverkade luften sker en övergång till den ursprungliga temperaturgradienten. I det här fallet bildas där en inversion som kallas turbulensinversion. Där får vi ofta molnbildning i form av låga stratus. Bild 10.

bergssidan förlorar också värme genom tryckfall. Temperaturen avtar adiabatiskt. Om kondensationsnivån nås innan luftens hävning upphör över bergets krön bildas moln. Dessa ligger då förargligt stilla och blockerar just där hangflygningen skall äga rum. På läsidan av berget sjunker luften och värms således. Molnen försvinner eller molnbasen blir högre. Bild 11.

Hävning på lovertssidan av berg

Hängflygaren som flyger hang längs en bergssluttning möter ofta ett annat problem. Luften som hävs mot

I kommande artiklar kan Du fördjupa Dina kunskaper i viktigare avsnitt. Kunskaper i meteorologins grunder kan då vara nödvändiga för att förstå. Hänvisningar kommer att göras till detta avsnitt.

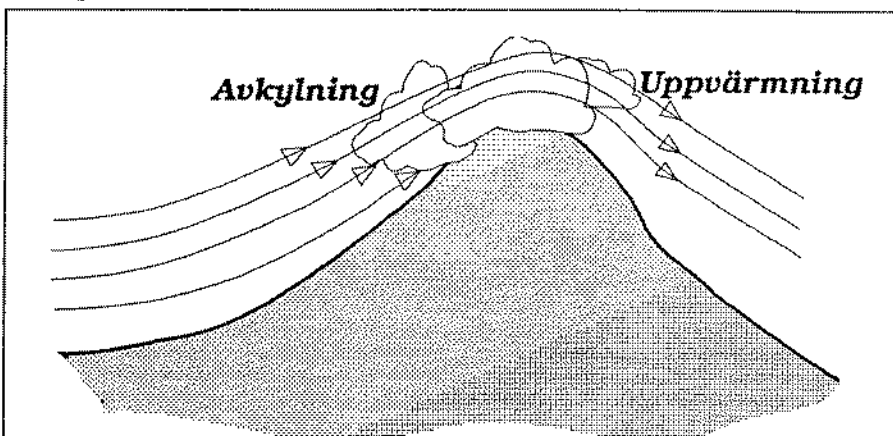
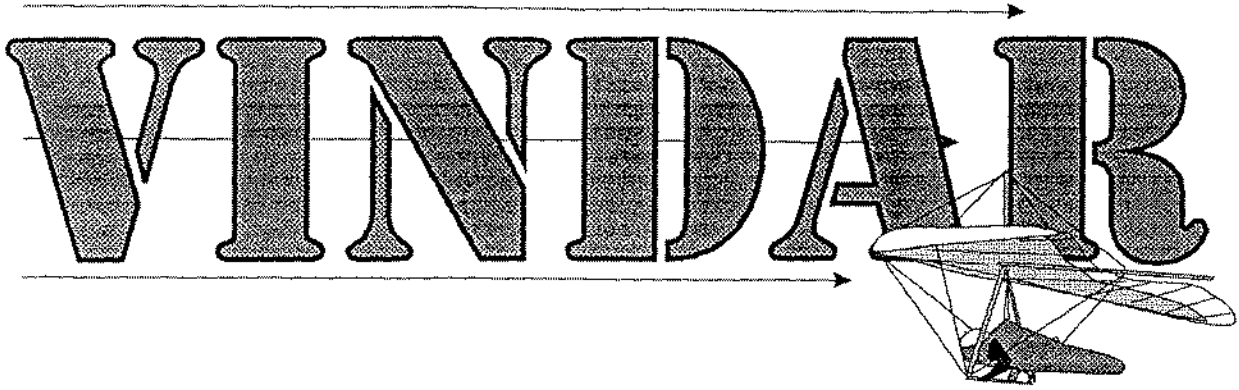


Bild 11. Luft som stiger över ett berg avkyls adiabatiskt. Om kondensationsnivån ligger under bergets topp bildas orografiska moln på lovertssidan. Vid bergets läsida sjunker luften och uppvärms adiabatiskt varför molnen upplöses.



Meteorologi del 2:1

Av Rolf Björkman

Detta är den andra artikeln, här uppdelad på två nummer, i serien meteorologi. Den första handlade om meteorologins grunder och presenterades i Hypoxia nr 57. Det är enklare förstå denna artikel om vindar om man först läst del 1 men det är inte helt nödvändigt.

Alla skall kunna lära sig något från dessa artiklar. De byggs emellertid upp från grunden så att nybörjaren skall kunna få en helhetssyn och förståelse. Hela serien syftar till att ge baskunskaper i meteorologi och djupare kunskaper inom de delar av meteorologin som särskilt berör hängflygpiloten.

Vindar är det viktigaste området för hängflygaren att lära sig. För nybörjaren är särskilt områdena vindvariation med höjden, sjöbris, terrängens inverkan på vinden, vindhastighet och vindriktning särskilt viktiga. Förståelse för helheten är dock betydelsefull. De övergripande skeendet gäller som orientering för alla.

Även om det talas en hel del om vertikala rörelser i denna artikel så behandlar den inte termik.

Grunden

Det förekommer både horisontella och vertikala rörelser i luften. Den horisontella rörelsen kallas vind.

Den direkta orsaken till vindar är tryckskillnader mellan olika platser på jordytan. Den ursprungliga orsaken kan emellertid härröras till solinstrålning och åtföljande temperaturskillnader.

Där solinstrålningen är starkast värms luften mest. Den varmaste luften stiger uppåt varvid ett undertryck bildas där luften lämnar. Detta undertryck suger till sig luft från omgivningen. Detta kan ske både storskaligt och småskaligt. Bild 1.

I det storskaliga perspektivet har vi den största solinstrålningen omkring ekvatorn med mer eller mindre ständig hävning av luften. Solinstrålningen är minst i polartrakterna

I ett annat perspektiv har vi skillnaden mellan kontinenter och havsområden där solinstrålningen ger största effekten över land men där också utstrålningen kan vara stor.

I det lilla perspektivet har vi skillnader mellan land och vatten lokalt eller skillnader mellan olika ytor.

Det storskaliga förloppet

Benämningarna hög- och lågtryck på jordytan utgår från om trycket är lägre eller högre än omgivande områden. Trycket är ett mått på hur mycket luft som finns i atmosfären på den aktuella platsen. Luftmängden utgör en tyngd som utövar tryck.

Vi vet alla att vinden kan komma från olika håll och variera högst väsentligt i styrka. För att förstå ursprunget till den komplicerade bild som luftens rörelser visar över jordytan kan vi börja med ett tankeexperiment. Låt oss anta att jordytan är helt homogen d v s det är samma sorts yta överallt. Låt oss dessutom anta att jorden inte roterar men att vi ändå har samma temperaturfördelning över jorden som

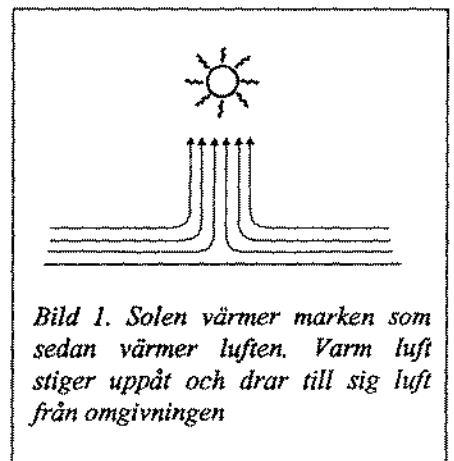


Bild 1. Solen värmer marken som sedan värmer luften. Varm luft stiger uppåt och drar till sig luft från omgivningen

nu. Då skulle luften i det lägre skiktet strömma från polarområdena mot ekvatorn där lågtryck bildats genom uppvärmning och vi får en stigande rörelse. I högre skikt skulle luften strömma mot polerna där den skulle sjunka igen. Vi skulle ha det högsta trycket vid polerna och det lägsta vid ekvatorn och en konstant massrörelse däremellan.

Anledningen till att massrörelserna måste ske är att värmeinstrålningen närmare ekvatorn är större än utstrålningen. Söder om latitud 35° är strålbalansen positiv. Dessa så kallade "strålningsinkomster" måste kompenseras med motsvarande "strålningsförluster" vilket sker närmare polerna. För jorden som helhet måste strålningsbalansen vara 0. I annat fall skulle jorden bli kallare eller varmare. Likaså måste balans råda på varje del av jorden för att inte någon del ständigt skall bli varmare medan någon annan blir kallare. Utjämningen sker genom masstransport av luft där värme förs från söder mot norr. Denna värmeöverföring i stor skala är ett av meteorologins huvudproblem.

Det första hindret mot att det sker en direkt cirkulation mellan polarområdena och ekvatorn är jordrotationen. Vid luftens rörelser över jordytan bildas en kraft som vill ändra på luftströmmens riktning. Denna kraft uppkommer just på grund av jordens rotation och kommer att behandlas utförligt längre fram.

Eftersom värmeöverskott respektive underskott måste utjännas löser naturen det på följande sätt. Nära ekvatorn finns en "Tropisk konvergenzson" där passadvindarna möts. I det området sker en kraftig hävning av luften. Nära vändkretsarna bildas "Subtropiska högtrycksbälten" med sakta sjunkande och därmed mycket torr luft. På polsidorna om de subtropiska högtrycksbälten råder i huvudsak en västlig strömning. Vid polerna bildas högtryck vars utströmmande luft vrider av och ger en östlig luftström.

I gränsområdena mellan den östliga polarluften och den västliga tropikluften uppstår ständiga störningar. Här är förhållandena synnerligen varierande beroende på variationen mellan land och vatten som i sin tur varierar till underlag (snö, skog, slätter) och temperaturpåverkan av havsströmmar. Både temperatur och fuktighet kommer således att variera i hög grad. Som

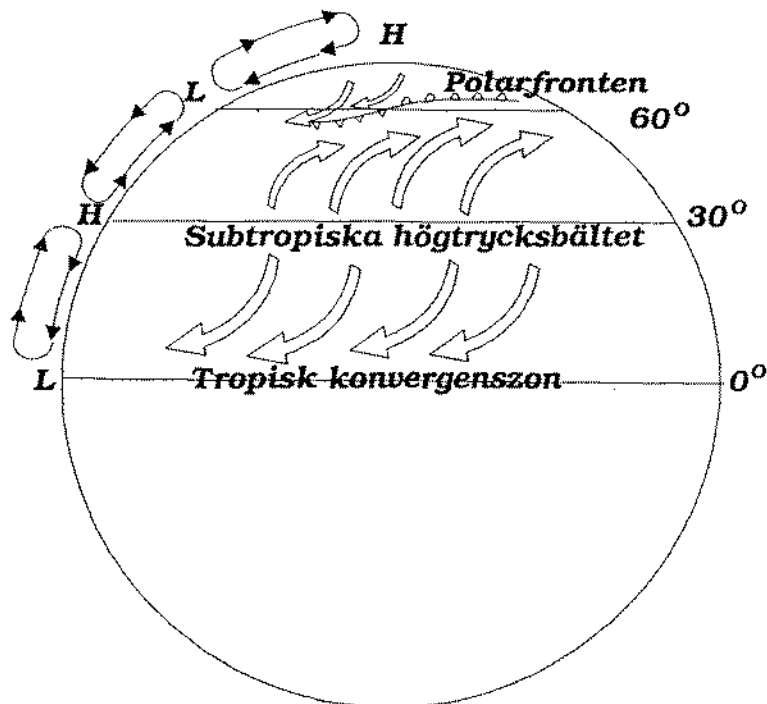


Bild 2. Den storskaliga strömningen över norra halvklotet. På södra halvklotet är strömningen i princip spegelvänd och något mera renodlad då där är större andel vatten. Sverige ligger i det område där polarfronten har sina rörelse. Hela systemet ser till att värmeöverskott i söder och underskott i norr utjännas.

följd blir bilden mycket komplicerad med vandrande låg- och högtryck. Detta är en del i den mekanism som ser till att värmeöverföringen mellan olika breddgrader löses. Principen för den storskaliga cirkulationen framgår av bild 2.

Corioliskraften

Tidigare har vi sagt att en luftmassa inte kan röra sig i rät linje över jordytan mellan ekvatorn och polerna på grund av jordens rotation. Låt oss titta närmare på orsakerna till detta.

Jorden vrider sig omkring sin axel. Jordytan rör sig från väster mot öster. Örebro kommer t ex att en timme

senare befinna sig på den plats i rymden där St Petersburg då låg. Avståndet som en punkt på jordytan på Stockholms breddgrad rör sig i östlig riktning per timme är ca 83 mil. Mot polen närmar sig rörelsen snabbt 0. Vid ekvatorn är rörelsen 167 mil.

En luftström som rör sig från söder mot norr som på bild 3 följer med jordens rotationsrörelse åt höger sett i färdriktningen men rör sig hela tiden

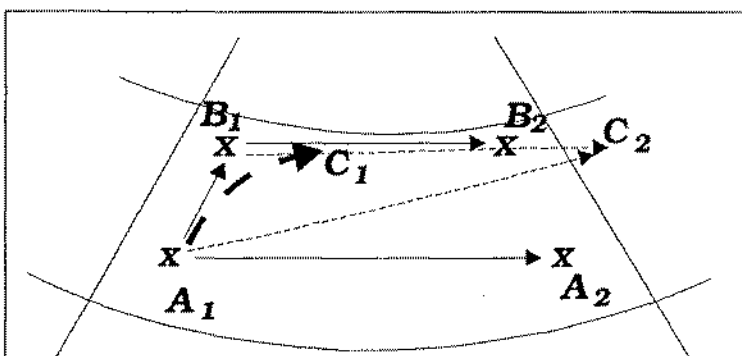


Bild 3. Under en timme rör sig platserna A_1 och B_1 till A_2 respektive B_2 . Vinden vid A_1 som startat norrut skulle på samma tid rört sig till B som då efter en timme nått B_2 . Dess överskotts fart åt höger gör att den emellertid hamnar vid C_2 i rymden. Sett på en karta blir rörelsen över jordytan en krökt rörelse åt höger från A_1 till C_1 i stället för B_1 . Observera att vindens rörelse på bilden är starkt överdriven i jämförelse med jordytans.

över ett underlag som minskar sin hastighet åt höger. Massans tröghet gör att den vill behålla sin tidigare hastighet åt höger i rymden. Den vill således svänga av åt höger över jordytan sett.

Om luftmassan i stället rör sig söderut möter den ett underlag som hela tiden ökat sin rörelse åt vänster. Luftmassan hinner då på grund av trögheten inte anpassa sig till jordytans ökande rörelsehastighet. Över jordytan sett upplevs detta som att massan svängt av åt höger. På södra halvklotet är förhållandena spegelvända och krökningen sker åt vänster.

Den kraft som påverkar en luftmassa i rörelse (liksom allt som rör sig men som på andra områden är svåra att upptäcka) är således riktad rakt åt höger från rörelseriktningen. Denna kraft kallas corioliskraften. Det finns flera uttal av coriolis även bland meteorologer. Det korrekta uttalet, eftersom ordet har sitt ursprung i franska, är *karrjålli*. Corioliskraften är beroende av rörelse, dvs hastighet, och är proportionell mot rörelsens hastighet. Nära ekvatorn ändras jordytans periferihastighet i ringa grad vid förflyttningar mot norr eller söder medan den ändras mycket hastigt nära polerna. Corioliskraften startar således med värden nära 0 vid ekvatorn för att sedan växa hela tiden vid rörelser mot polerna.

Tryckkraften

Den kraft som påverkar en luftmassa att överhuvud taget röra sig uppkommer av en tryckskillnad mellan en plats och en annan. Ju större tryckskillnad desto större kraft och därmed rörelse. Den kraft som tryckskillnaden åstadkommer kallas tryckkraften. Nu är det inte den egentliga tryckskillnaden i sig som är avgörande utan tryckskillnad i relation till avstånd. Detta kallas tryckgradient. Gradient står för förändring relativt något. Vi har flera olika "gradienter" inom meteorologin. Om tryckskillnaden är större mellan två givna platser så blir också tryckgradienten större. Det kan vara samma tryckskillnad mellan två andra platser med större avstånd mellan sig. Då blir tryckgradienten mindre.

Om man på en karta sammanbinder alla punkter med samma lufttryck får man ett linjenät med isobarer (latin där iso betyder lika och bar står för tryck) som i mer eller mindre jämnt

cirkelmöster visar lågtryck (cykloner, från grekiska ordet *kyklos*=ring) och högtryck (anticykloner). Den snabbaste tryckförändringen för varje plats får man hela tiden om man förflyttar sig i riktning vinkelrätt mot isobarerna. Där det är tätt mellan isobarerna har man en stor tryckförändring i riktningar vinkelrätt mot dessa isobarer. Där har vi då också stor tryckgradient.

Tryckskillnaden är motorn som får luften att röra sig och tryckgradienten motsvarar gaspådraget. Vindhastigheten blir direkt proportionell mot tryckgradienten.

Om vi sammanfattar så är tryckkraften riktad rakt mot det lägre trycket och vindens hastighet direkt proportionell mot tryckgradienten. Corioliskraften är direkt proportionell mot vindens hastigheten och är riktad rakt åt höger från vindriktningen.

Krafternas samspel

En rörelse i luften som startat mot det lägre trycket kommer således att ändra riktning mot höger. Efter en stund med viss kursändring på luften drar fortfarande tryckkraften vinkelrätt mot isobarerna medan corioliskraften drar rakt åt höger. Detta slutar med att luftens rörelse är parallell med isobarerna och tryckkraften exakt utbalanserad av corioliskraften. Se bild 4. Minskar tryckgradienten så minskar hastigheten och därmed minskar corioliskraften och balansen kvarstår. Detta sker överallt runt lågtryck och högtryck

varför vindens slutliga rörelse blir i cirklar runt dessa

Man kan genom att studera en väderkarta se var det är tätt mellan isobarerna och var det är längre avstånd mellan dem och därmed grovt bestämma vindstyrkan. Om det är 50 mil mellan isobarer med 5 hPa tryckskillnad ger det en ungefärlig vindhastighet av 6 m/s. Är det 25 mil mellan dessa isobarer blir vindstyrkan ca 14 m/s.

Det blåser parallellt med isobarerna med det lägre trycket till vänster om man står med vinden i ryggen och det högre trycket till höger. (H-tryck till Höger). Se bild 5.

Vad som sagts ovan gäller geostrofisk vind, det vill säga vind som är opåverkad av friktion. Friktionsfri strömning har vi över det så kallade friktionsskiktet. Detta är 500-1000 m tjockt. Så högt upp påverkar jordytan vinden och bromsar dess framfart. Ju närmare marken desto större inverkan har friktionen och desto lägre blir vindhastigheten. Denna förändring av vindhastigheten med höjden kallas vindgradient. Jämför med uttrycken temperaturgradient (temperaturförändring med höjden) och tryckgradient (tryckförändring över ytan).

Friktionen minskar således vindhastigheten. Man kan säga att friktionen utgör en kraft som är motriktad rörelseriktningen. Eftersom vindens hastighet minskar så minskar också corioliskraften som ju var direkt proportionell mot hastigheten. Men tryckkraften är fortfarande densamma. Det innebär att tryckkraften nu blir

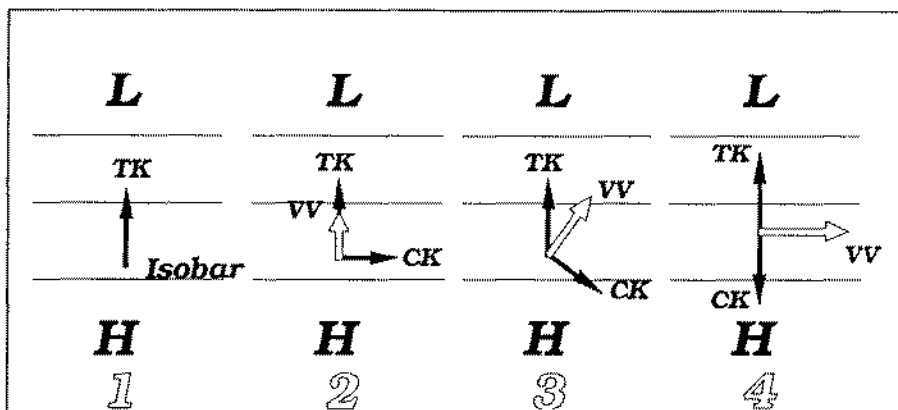


Bild 4. Tryckkraften TK (tryckskillnaden mellan lågtrycket L och högtrycket H) enligt bilddel 1 startar rörelsen VV mot L varvid corioliskraften CK börjar dra åt höger enligt bilddel 2. VV vrider då åt höger enligt bilddel 3. TK kvarstår emellertid oförändrad medan CK drar rakt åt höger från den nya vindriktningen. Vinden fortsätter att vrida och processen stoppar först när balans uppstått, dvs TK och CK har motsatt riktning och är lika stora. VV har nu riktning parallellt med isobarerna

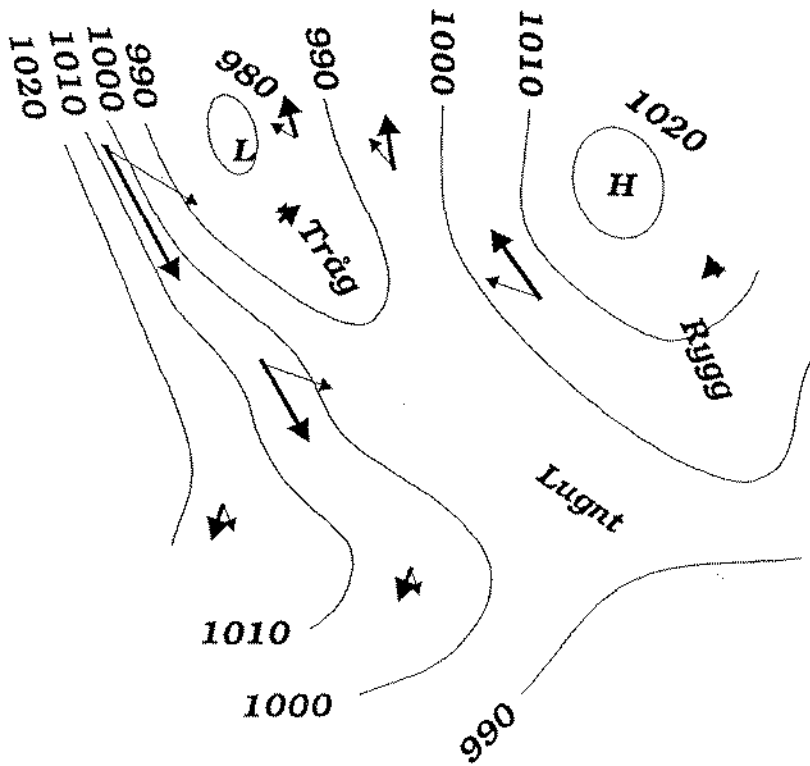


Bild 5. Bilden visar att det blåser kraftigare där det är tätt mellan isobarerna och parallellt med dessa (tjocka pilar). Markvinden är svagare och blåser snett in mot lågtrycken och snett ut från högtrycken (tunnare pilar). Kartan visar var tryckytorna i rymden med visst tryck träffar havsytans nivå.

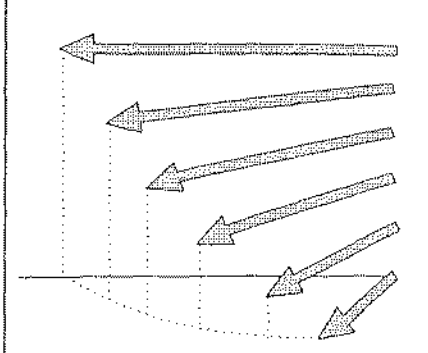


Bild 7. Högre höjd ger högre vindstyrka och vind från högre gradtal.

med högre vindhastighet och från högre gradtal jämfört med en bit in över land (vid situationer som inte påverkas av sjöbris).

Uppbromsningen av luften är störst nära jordytan för att sedan avta successivt. Det innebär att vindvridningen från den geostrofiska vinden som är parallell med isobarerna sker successivt för att vara störst närmast marken som bild 7 visar.

En enkel minnesregel: Ju högre höjd desto högre vindhastighet och desto högre gradtal på vindriktningen.

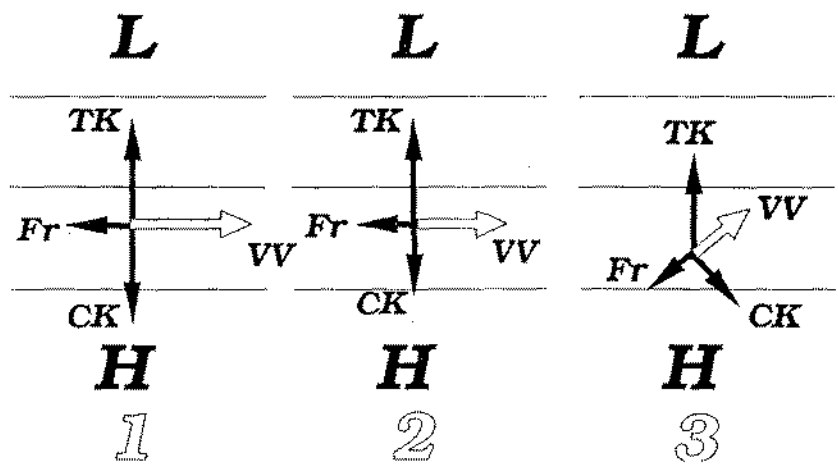


Bild 6. Den geostrofiska vinden på höjd som är oberoende av friktion blåser parallellt med isobarerna. På låg höjd utsätts vinden VV för friktion Fr enligt bilddel 1. Som följd minskar VV enligt bilddel 2 och därmed minskar även corioliskraften CK som är direkt proportionell mot VV. Eftersom Tryckkraften TK är oförändrad får den nu övertag över CK och vrider vinden in mot det lägre trycket enligt bilddel 3.

större än corioliskraften och vinden vrider i riktning in mot det lägre trycket. På låg höjd blåser det således snett in mot lågtrycken och snett ut från högtrycken. Se bild 5 och 6.

Marken med sin skrovliga yta utövar större friktion på vinden än

havet. Det innebär att på låg höjd blir vindstyrkan över land lägre än över hav. Vridningen på norra halvklotet åt vänster på lägre höjd blir större över land. Vindvridningen över land ligger normalt inom intervallet 20° - 40° och över hav 0° - 10°. Vid kusten (t ex vid kusthang) blåser det normalt också

Om man vill vara noga i analysen av de krafter som luften utsätts för så bör man konstatera att den vid sin strömning runt hög- och lågtryck också utsätts för centrifugalkrafter som antingen samverkar med corioliskraften (runt lågtryck) eller med tryckkraften (runt högtryck). Detta bedöms vara av mindre intresse för hängflygpiloten att känna till.

Sjöbris och landbris

Vid kusterna blåser det ofta mot land sommardagar. Den vind som uppkommer genom att land värms upp mera av solen än havet kallas sjöbris (vinden kommer från sjön och har styrkan bris (1-13 m/s)).

Sjöbrisen uppkommer på följande sätt. Land värms upp snabbt av solen under sommarhalvåret medan havet värms långsamt. Det uppstår en temperaturskillnad mellan varmt land och kallt vatten. Den varmare luften utvidgar sig. Det betyder att en luftmängd med en viss vikt får en större volym. Denna volym utövar ett visst tryck genom sin tyngd (lufttryck). Över det kallare området är det samma luftmängd i antal molekyler sett och

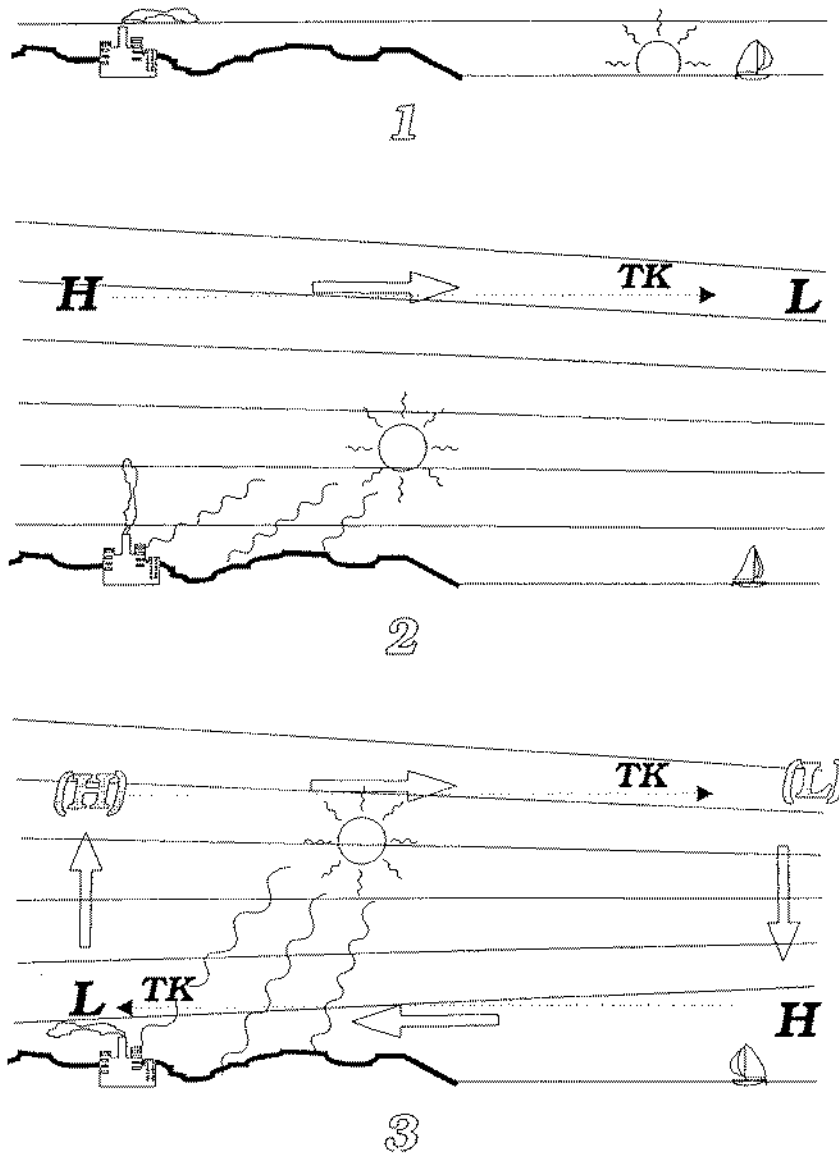


Bild 8. Bilddel 1 ovan visar att en svag bris från land råder på morgonen i detta exempel. Kanske är det det sista av landbrisen. Solen börjar värma land och luften utvidgas. Luften över hav har inte påverkats. Jämförelse i bilddel 2 visar att det nu på höjd råder högre tryck över land och luften i höjden börjar röra sig mot det lägre trycket över havet. Därmed blir det en större luftmängd över hav med ökat tryck som följd. Den minskande luftmängden över land ger ett lokalt lågtryck där. Tryckkraften TR verkar och sjöbrisen startar mot kusten.

därmed vikt men en mindre volym. Eftersom tyngden är densamma så blir trycket detsamma vid jordytan. Förflyttar man sig uppåt i den varma atmosfären är det längre mellan varje trycksteg eller isobar än i den kallare luften.

Om man nu jämför en viss absolut höjd i den varma luften med samma höjd i den kalla så kan man konstatera att det finns flera luftmolekyler under denna höjd i den kalla luften. Den varmare luften är ju utvidgad. Det råder således ett lägre tryck på

jämförbar höjd över det i det här fallet kalla vattnet. Därför börjar en transport av luft från det högre trycket på höjd över land mot det lägre trycket på samma höjd över hav. Bild 8.

När luft lämnar landområdet på höjd uppstår ett lägre tryck vid marken. Havet som får ta emot luft på höjd har nu fått ett högre tryck vid havsytan.

Genom att det på så vis har bildats ett lokalt lågtryck över land och högtryck över hav börjar det blåsa mot det lägre trycket. Denna vind startar genom tryckgradienten rakt mot det lägre trycket vilket normalt betyder vinkelrätt mot kusten.

Efter en tid har corioliskraften inverkat och vinden vrider efterhand åt höger alltså mot högre gradtal. På kvällen kan det blåsa parallellt med kusten, alltid med kusten till vänster om man har vinden i ryggen.

På kvällen avtar soluppvärmningen och temperaturskillnaden mellan land och vatten utjämnas. Tryckskillnaderna jämnas ut och vinden dör ut.

Det som avgör när sjöbrisen startar och hur kraftig den blir är temperaturskillnaden mellan land och vatten. Bidragande till kraftig sjöbris är således kallt vatten som man främst har på våren och kraftig solinstrålning som har sin kulmen vid midsommartid. Därför har vi den kraftigaste sjöbrisen under maj-juni varefter den successivt minskar och upphör helt fram på hösten.

Sjöbrisen kan starta relativt tidigt, kanske redan vid åttatiden på morgonen på försommaren, en får en trögare start senare på året.

Ju längre in över land man befinner sig desto senare når sjöbrisen fram och ju svagare är den. Normalt når sjöbrisen ett par mil in över land men den kan nå ända upp till ca fem mil. Allt beror på hur kust och land ser ut. Det är inte ovanligt att man t ex i Stockholms västra förorter drabbas av sjöbrisen fram mot klockan sex på kvällen i juni vilket spolieerar kvällsutbildning i de backar som finns där.

När sjöbrisen utbreder sig över ytan uppträder dess framkant som en front. Den kommer normalt mycket plötsligt. I samband med denna sjöbrisfront är vinden extra stark och turbulent. Luften i sjöbrisen är kallare och har därför större densitet än luften den möter. Den tränger sig därför under luften över land och kan liknas vid en

kallfront. Hängflygaren som råkar flyga när en stark sjöbrisfront kommer kan råka illa ut. Dessutom kan ny vindriktning och vindstyrka orsaka problem både för den som är i luften och den som har parkerat sin hängglidare på marken. Varning för detta! Se bild 9.

Solinstrålningen når sitt maximum klockan 12 på dagen (13 sommartid) men maximalt värmeöverskottet nås två timmar senare. Klockan 15 lokal tid borde därför sjöbrisen vara som starkast i vart fall vid själva kustlinjen.

Sjöbrisen är tydligast vid havskuster. Även större sjöar kan ge sjöbriseffekt. Bilden kan vara mycket komplex beroende på hur sjöar och vikar utbreder sig.

Även om temperaturförutsättningarna finns kanske det inte blir någon sjöbris. Det cirkulationssystem som det lokala lågtrycket skall ge förutsättningar för måste övervinna den övergripande strömningen, dvs den normala vinden. Det måste således råda en relativt svag eller måttlig ledande vind för att sjöbrisen skall orka tränga igenom. Effekterna kan också avvika från det normala skeendet beroende på den ledande vindens riktning.

Hängflygaren utnyttjar ofta sjöbrisen vid flygning på kusthang. Denna vind är där jämn eftersom den kommer från havet och är därför också laminär och den är ofta lagom stark. I Sverige har vi bara ett riktigt bra kusthang och det är Hammars Backar i Skåne. Det finns fler flygbara ställen både i Skåne och i Göteborgstrakten som påverkas av sjöbris. I andra länder bl a Danmark finns omfattande kusthang.

Vid sträckflygning nära kusten kan sjöbrisen ställa till bekymmer. I Skåne t ex kan det förekomma sjöbris runt hela kusten varvid vindarna nästan möts i de centrala delarna av landskapet på låg höjd. Sjöbrisen har begränsad utsträckning i höjden. Den kanske bara når några hundra meter upp. Däröver kan andra vindriktningar råda.

Närmare kusten bildas heller ingen termik vid sjöbris. Det beror på att luften från havet är relativt kall och måste värmas upp mycket över land innan den blir labil och vertikala rörelser kan börja. Därför har man oftast ett molnfritt bälte närmast kusten vid sjöbris.

Redan bildad termik över land kan förstöras av sjöbrisen. Efter ett tag kan emellertid luften i sjöbrisen väl inne

Sjöbris →

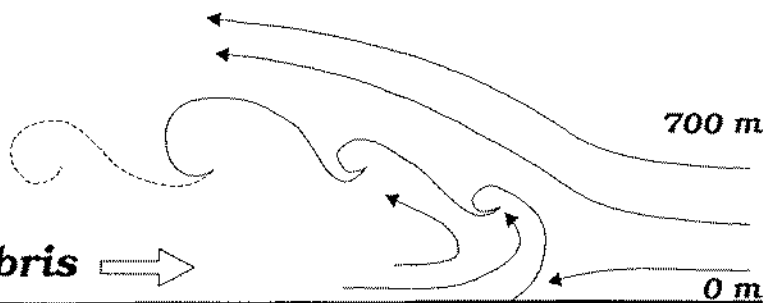


Bild 9. Sjöbrisen är kall och stabil. Den tränger sig därför under den varmare luften över land som en liten kallfront. Gränssytan mellan den kalla och den varmare luften är mycket smal, kanske bara några tiotal meter. Luften i gränsskiktet blir mycket turbulent. När sjöbrisen blåst ett tag över viss plats blir luften åter mindre stabil och gränssytan otydligare. Sjöbrisen kan nå upp till ca 700 m höjd.

över land bli tillräckligt uppvärmd för att termik åter skall bildas.

På natten kan det omvända inträffa. Värmen strålar ut från land medan vattnet behåller sin värme. Då bildas på samma sätt landbris som till en början blåser rakt ut mot havet för att senare på natten vrida åt höger. Landbrisen blir sällan så kraftig då det inte uppstår samma höga temperaturskillnad på natten som på dagen.

Sammanfattning: Sjöbrisen är kraftigast på försommaren och närmast kusten. Den startar vinkelrätt mot kusten och vrider sedan åt höger för att mot kvällen blåsa mera parallellt med kusten. Den är kraftigast på eftermiddagen. Varning för turbulens och vindkänring när sjöbrisen kommer. Sjöbrisen förstör möjligheter till termik nära kusten.

Vindgradient

Tidigare har vi talat om vindgradient och vindvridning med höjden inom det så kallade friktionsskiktet på 500 - 1000 m. Ju närmare marken desto kraftigare är friktionen.

Vinden avtar därför dramatiskt snabbt i

styrka de sista 10 metrarna närmast marken. Denna kraftiga vindgradient kan bli en fara för hängflygaren som inte är medveten om problemet och därför inte från början kompenserar med ökad hastighet. Ofta talar vi i sammanhanget hängflyg om "vindgradienten" och menar då just detta vindavtagande från tio meters höjd och neråt. Bild 10.

Denna vindgradient på låg höjd är kraftigast vid hög vindstyrka (helt naturligt) och vid stabil väderlek. Den blir också tydligast vid ett jämnt underlag. Om luften är labilt skiktad sker en större omrörning i det lägsta skiktet och vindgradienten kan bli svårare att observera. Å andra sidan kan den då tillsammans med turbulensen utgöra en betydande olägenhet vid t ex landning. Vid stabil väderlek känns luften mycket stadig och säker varför piloten lätt kan lockas till att hålla låg hastighet vid inflygning för landning. Vindgradientens inverkan kan då komma mycket

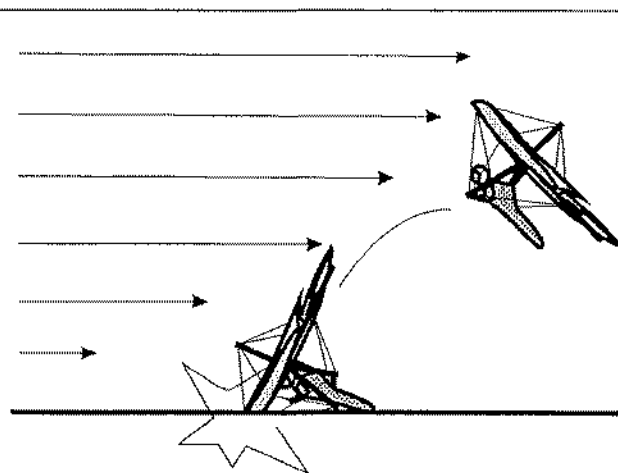


Bild 10. Vindgradienten är starkast från ca 10 meters höjd och hängglidaren kan lätt hamna i stall om piloten inte kompenserat i tid med fartökning.

överraskande. Problemen omkring vindgradienten har behandlats utförligt i artiklarna om aerodynamik (stall, svängar).

Vindgradienten i något större perspektiv kan vara påtaglig vid bogserstart. Här stiger hangglidaren relativt snabbt och möter därför snabbt ökande vind. Vinden vrider också till en riktning mera från höger som piloten måste kompensera för. När det gäller tveksamma fall vid val av startriktning kan det finnas anledning att räkna med

vindvridningen med höjden. Man kan kanske välja den riktning som innebär minskande problem med ökande höjd och inte tvärt om, dvs hellre sidvind från vänster än från höger. Åter bild 7.

Vindens väg med hänsyn till terrängen

Vinden följer i stort terrängen. Vid närmare studium finner man emellertid ett antal effekter som kan påverka hangflygning i hög grad.

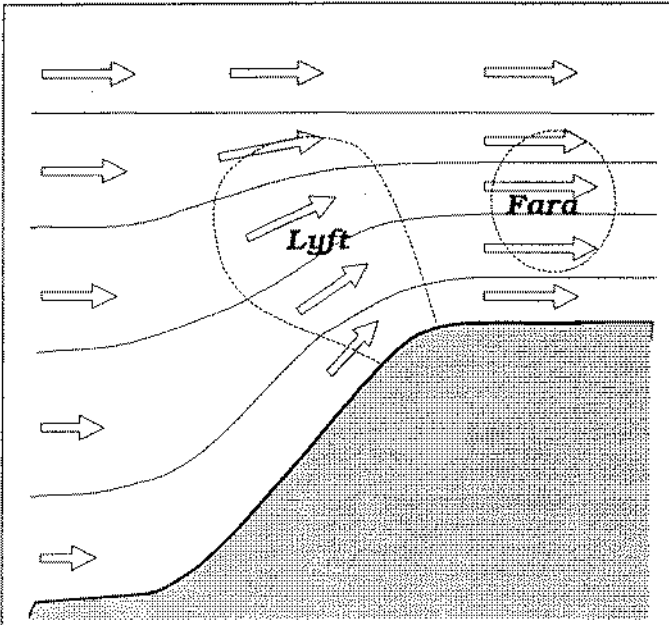


Bild 11. Vinden stiger längs sluttningen när den möter en backe. Observera att vindgradienten finns även på sluttningen. Mycket luft skall passera krönet varför vindhastigheten på toppen kan bli så hög att det inte går att flyga framåt trots att det är lämplig hangvind.

Vindens rörelse upp längs en sluttning är en positiv händelse som hangflygaren nyttjar dels för att underlätta starten dels för att vinna höjd. Under gynnsamma förhållanden kan denna uppwind föra hangglidaren upp till dubbla sluttningens höjd. Den exakta höjdvinsten som är möjlig med en viss hangglidare beror av vindstyrka, luftens stabilitet, hur brant sluttningen är och hur hög den är samt sluttningens utseende i övrigt.

På toppen av ett berg blåser det

mer än nere vid foten av berget där landningen normalt skall ske. Dels är det högre vindstyrka på högre höjd, dels skall luften på lägre höjd också ta sig över krönet. Det är alltså mer luft som skall passera krönet än det är som skall röra sig fram på samma höjd i ostörd miljö. För att denna större luftmängd skall kunna passera på samma tid måste den öka sin hastighet. Det här gör det möjligt att hangflyga trots att den ledande vinden inte är så stark vilket är positivt.

Vad piloten måste vara observant på är den högre vindstyrkan över bergets krön som inte har någon vertikal rörelse och därför inte ger något stig. Hangglidaren kommer här att tappa höjd. Detta utnyttjas vid topplandning. Vindhastigheten kan emellertid vara högre här än ostörd vind på högre höjd. Ett av de farliga lägena vid hangflygning är just denna vind som, utan att piloten kan göra annat än försöka flyga så fort som möjligt, kan föra över hangglidaren till bergets läsida och de faror som finns där. Bild 11.

En följd av luftens högre hastighet samt dessa förändring av riktning från stigande till horisontell rörelse medför att det bildas ett undertryck vid själva krönet på vindsidan. Effekten är densamma som när lyftkraften bildas över en ving. Detta lokala "lågtryck" suger till sig luft och ger en gynnsam effekt när det råder sidvind på en startplats på berg. Vinden vrider mera rätt mot berget på själva toppen just där man normalt startar. Man måste emellertid vara medveten om problemet så att man inte överraskas av starkare sidvind längre ner i backen. Bild 12.

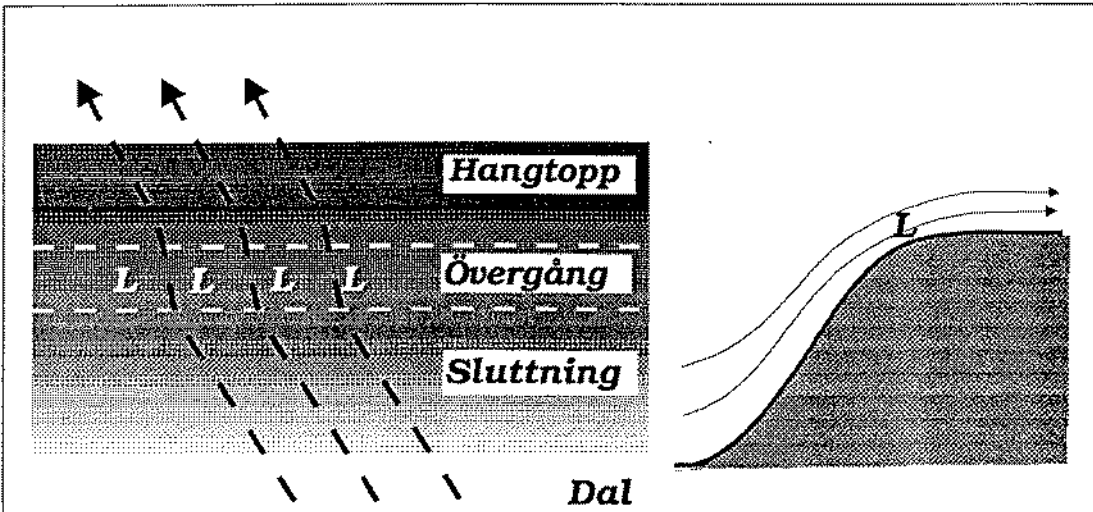


Bild 12. Övergången mellan sluttning och krön ger samma effekt som översidan på en ving. Den ökade hastigheten och krökningen av luftströmmen ger ett undertryck som suger till sig luften som kommer nerifrån sluttningen. Vinden vrider på ett positivt sätt över platsen man normalt startar från.

Det som beskrivits ovan gäller i första hand en långsträckt höjd. Vid en mera toppformig höjd kommer en stor del av luftströmmen att smita förbi på sidorna av höjden som bild 13 visar. Därför ger den här typen av backar sämre lyft på sluttningen som vetter rakt mot vinden än vad en långsträckt ås ger. Åt sidorna kan lyftet helt upphöra och ge besvärande effekter vid flygning där. Samma fenomen

inträffar också vid slutet av en höjdsträckning och vid raviner som skär in i ett hang.

Vinden ökar också i styrka när den passerar genom en förträngning mellan bergssidor. Detta kallas venturieffekt. Det är egentligen samma effekt som vinden som blåser över bergskammen utsätts för. Mera luft skall passera genom mindre tvärsnittsytta och måste då öka sin hastighet för att all luft skall kunna passera. I ett gatt eller en dalgång är emellertid luften pressad från två håll varför effekten kan bli avsevärd. Bild 14.

Det är inte bara styrkan som påverkas av förträngningar. Dessa påverkar även vindriktningen. Luften följer ofta sänkor och dalgångar. Det blåser nästan alltid längs en dalgång oberoende av den ledande vindens riktning. Detta kan utgöra ett problem vid landning i dalens botten. Piloten vet kanske den ledande vinden, men vilken väg följer vinden dalen? Om vindmarkering saknas finns risken att piloten lägger upp landningen i medvind. Detta kan vara förödande om han upptäcker misstaget för sent.

Markens formation kan också skapa virvlar. En sådan särskilt farlig stående virvel är "backrotorn" som finns på läsidan av ett berg. Se bild 15. Denna stora virvel kan ge falsk känsla av motvind på läsidan där luftströmmen vänder och strömmar uppför sluttningen. I mindre sammanhang kan det finnas virvlar på bergets krön eller fot eller på själva sluttningen. Det som avgör är om marken kröker tillräckligt tvärt så att luften inte förmår följa markkonturen utan släpper för att strömma tillbaka på lägre höjd. Bild 15 visar några exempel. Den erfarna hängflygaren har lärt sig av andra eller kanske av egna dyrköpta erfarenheter. Nybörjaren måste ta reda på från dessa erfarna piloter var farorna kan finnas för varje ny plats han flyger från.

I lä om bergskedjor uppstår vågor främst vid stabilt skiktad luft. Vid labil luft och bra termik är risken mindre att råka ut för besvärliga vågor

efter passage av en höjdsträckning. Dessa vågor med omväxlande fallande och stigande luft kan användas för flygning och höjdvinst, så kallad vågflygning. Bild 15 visar hur det kan se ut. Försiktighet krävs då krafterna i vissa fall kan vara omfattande. Farliga rotoror finns i vågorna. Om flera berg finns i vindriktningen kan de bakre bergen antingen förstärka eller släcka ut effekten av vågor.

Det förekommer också att vågor kan ge tillskott till hangvind på bakomliggande berg men också förstöra hangmöjligheterna. Sydhanget på Galtispuda vid Arjeplog är en plats som gynnas av sådan vågbildning.

Artikeln om vindar fortsätter i nästa nummer av Hypoxia

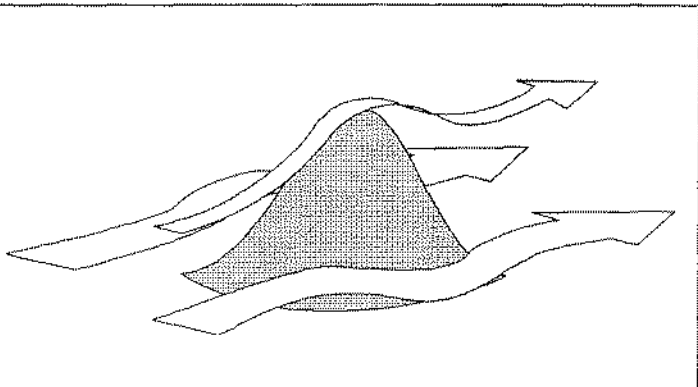


Bild 13. En toppig backe ger inte så mycket stigande luft. Det mesta smiter förbi. Varning för att flyga för långt åt sidan. Lyftet upphör och vindökning och vridning kan förekomma.

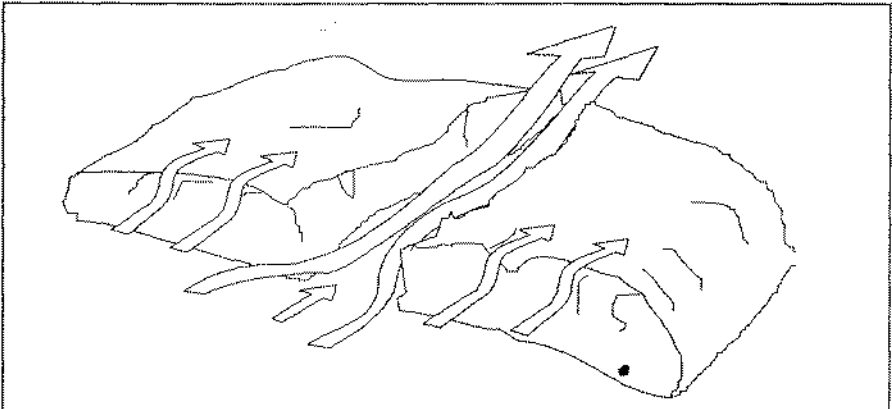


Bild 14. Vid förträngningar och dalgångar ger venturieffekten ökad vind. Nära raviner på hang smiter vinden åt sidan in i ravinen och försämrar stiget. Vinden följer också dalgångar och sänkor.

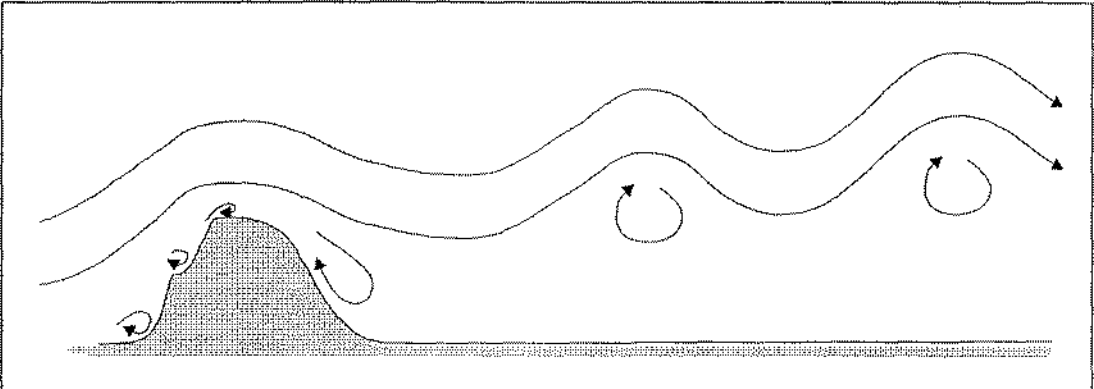


Bild 15. En bergssträckning ger ett antal vågor på läsidan i stabil luft. Där luften stiger är det bra att flyga. Sjunket och rotoror på andra platser kan vara farliga. Närmare berget har vi på läsidan ett farligt nedsvep och en backrotor som kan ge falsk känsla av uppvind (motvind). Tvära kanter och formationer ger rotoror.

WINDAR

Meteorologi del 2:2 Direkt fortsättning på del 2:1 i Hypoxia nr 60

Av Rolf Björkman

Detta är den andra delen av den andra artikeln i serien meteorologi. Den första artikeln handlade om meteorologins grunder och presenterades i Hypoxia nr 57. Den första delen av vindar var införd i Hypoxia nr 60. Det är enklare att förstå artikeln om vindar om man först läst del 1 men det är inte helt nödvändigt. Däremot är det svårt att få grepp om del 2:2 i detta nummer utan att först ha läst del 2:1.

Alla skall kunna lära sig något från dessa artiklar. De byggs emellertid upp från grunden så att nybörjaren skall kunna få en helhetssyn och förståelse. Hela serien syftar till att ge baskunskaper i meteorologi och djupare kunskaper inom de delar av meteorologin som särskilt berör hängflygpiloten.

Vindar är det viktigaste området för hängflygaren att lära sig. För nybörjaren är särskilt områdena vindvariation med höjden, sjöbris, terrängens inverkan på vinden, vindhastighet och vindriktning särskilt viktiga. Förståelse för helheten är dock betydelsefull.

Turbulens

Där luft rör sig över ett underlag bildas turbulens. Vi talar här om mekanisk turbulens. Bakom träd och hus kan lokala vindvirvlar vara av stor fara för en så lätt farkost som en hängglidare. Ju kraftigare vind desto högre upp i luften påverkar marken luften och skapar turbulens. Mera hinder ger mera turbulens. Bakom och under hindertopparnas höjd uppstår inte bara extra kraftig turbulens utan också vindminskning genom läeffekt. Sammantaget kan detta utgöra avsevärda problem vid t ex landning i skogsglänta eller bakom byggnader. Även på vindsidan bromsas vinden nära ett hinder. Se bild 16.

Den termiska turbulensen orsakas av solinstrålning och labil luft. Detta problemområde behandlades utförligare i artikeln "Meteorologins grunder". Den mekaniska och den termiska turbulensen samverkar så att luften kan bli ordentligt "stökig" vid flygning i starkare vind soliga dagar under sommarhalvåret. Då uppträder turbulens ända upp till molnbasen.

Vindar vid termik och skurar

Lokala temperaturskillnader mellan olika platser över land kan orsaka loka-

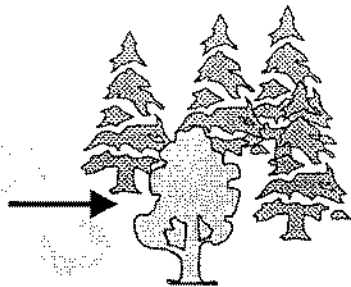
la vindar inom mycket begränsade områden. Dessa variationer förekommer nästa uteslutande under soliga dagar på sommarhalvåret.

Ju starkare labiliteten är desto kraftigare blir de vertikala rörelserna som också påverkar vindvariationerna till både riktning och styrka. Med ökad labilitet följer ökad molnighet. Här spelar dock luftens fuktighet avgörande roll. Vid labil fuktig väderlek bildas kraftiga cumulusmoln och cumulonimbus. Ur de senare regnar det alltid.

Cumulusmoln bildas i stigande luft (termik). Denna termik drar till sig luft som därmed påverkar den ledande vinden så att den varierar i både riktning och styrka. När cumulusmolnen utvecklats till kraftiga cumulonimbus avger molnet energi i form av regn och fallvindar. Dessa fallvindar utbreder sig åt alla håll men mest i vindriktningen som ju också är den riktning som molnet rör sig i. Upp till flera km före en annalkande regnskur kan kraftiga vindar av nya riktningar därför plötsligt komma. Bild 17.

Hängflygaren bör undvika att i luften närma sig cumulonimbusmoln och hålla speciellt stort avstånd till dess läsidor. Nära flygstället gäller det att landa i god tid och sedan hålla i grejorna när det börjar mörkna på himlen.

→ 5 m/s



-5 0 0 5 10 15 20 25
hinderhöjd x denna siffra = påverkansområde

Bild 16. Träd och hus kan påverka vinden lång sträcka. Turbulensen utbreder sig beroende på vindstyrka, hindrens höjd och utseende. I en skogsglänta, en relativt vanlig utelandningsplats, påverkas vindstyrkan på långt avstånd i lä bakom skogsriddån. Bilden visar påverkan på två meters höjd om det blåser 5 m/s över trädtopparna. Påverkansområdet är då ca 25 gånger hindrets höjd. Om träden är 10 m höga har full vindstyrka nåtts först 250 m bort. Det betyder inte att det är farligt att landa närmare men ökad försiktighet m h t vindstyrkan krävs ju närmare hindret man flyger. Den lägsta vindstyrkan är i det här exemplet 2 m/s. Upp till ett avstånd motsvarande 5 gånger hindrets höjd bromsas luften före hindret. Skogsriddåer utgör för hängflygaren kända faror och små gläntor kan vara obehagliga att landa i.

Berg- och dalvind

Ett speciellt lokalt fenomen uppträder där vi har berg och dalar. På dagen värms sluttningarna och den lättare uppvärmda luften stiger uppåt längs bergssidorna - dalvind. Där bergssluttningarna värms mest startar vinden tidigast och blir kraftigast. Eftersom det är vinkeln till solen som avgör effekten av instrålningen kommer maximal instrålning tidigare än mitt på dagen. Dalvinden börjar närmast toppen som en lokal cirkulation och arbetar sig sedan neråt. Det

kan bli en fin hangvind. Längre ut från berget (över dalen) sjunker luften.

På kvällen och natten avkyls sluttningarna och då rinner den avkylda luften ner längs sluttningarna - bergvind. Bergvinden börjar långs ner och arbetar sig uppåt. Det kan därför råda dalvind nära toppen samtidigt som bergvind råder längre ner.

Dalvinden

gynnar hängflygaren vid hangflygning. Bild 18. En besvärlig situation kan uppstå när omslaget sker på kvällen. Hängflygaren kan då råka ut för oväntat kraftigt sjunk vilket kan leda till att avsedd landningsplats kanske inte nås.

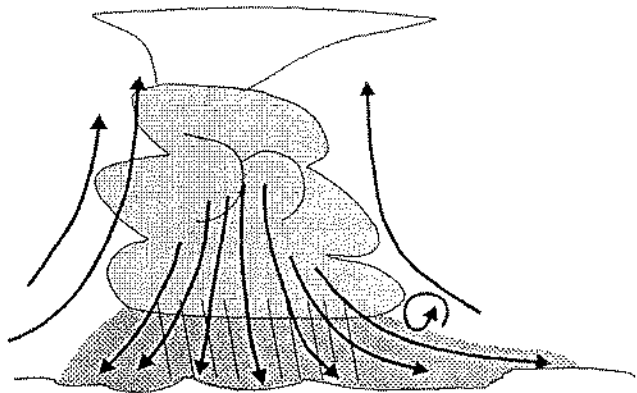


Bild 17. Ett cumulonimbusmoln avger energi i form av regn och fallvindar. Dessa utbreder sig åt alla håll men avsevärt längre i vindriktningen, dvs framför molnet. Stor fara föreligger att flyga nära sådant moln.

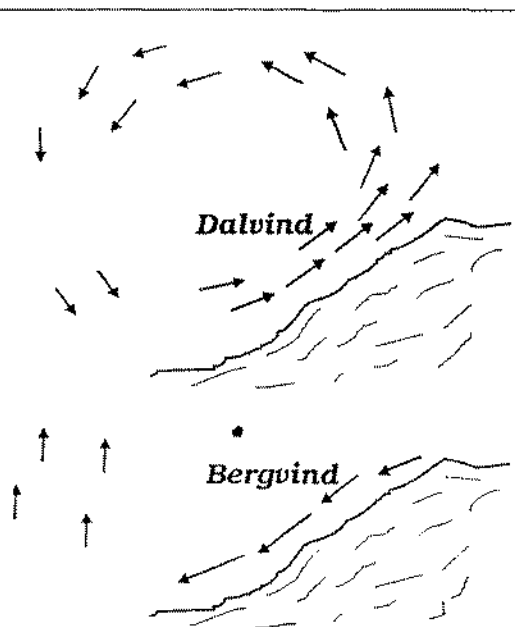


Bild 18. Dalvinden blåser från dalen upp längs bergssidan och kan bli ett bra tillskott till en tidigare svag hangvind. Längre ut från berget sjunker luften. Bergvinden "rinner" ner längs sluttningen ner mot dalen.

Speciella vindtyper

Hängflygare som ger sig av till sydligare breddgrader kan råka ut för andra typer av vindar och farliga fenomen som han bör känna till.



Bild 19. Mistral och Bora är kalla och torra. Luft från kalla områden faller (rasar) nerför bergssluttningen genom sin tyngd och kan nå höga hastigheter. Då den värms under fallet till lägre höjd blir den torr. Jämfört med den normala luften i det sydligare låglandet är luften mycket kall.

Mistral och Bora uppkommer genom att luften kyls av kraftigt över glaciärer eller snöklädda höjdplatåer för att sedan falla ner för bergen. Detta beror på att kall luft är tyngre och sjunker. Bild 19. I detta fall kan man snarare använda uttrycket rasar än sjunker. Vinden är mycket kall och byig. Mistralen kommer från Alperna och sjunker ner genom Rhonedalen mot Medelhavet. Boran faller ner mot Adriatiska havet från bergen i nordöst.

Föhn. En fuktig stabilt skiktad vind blåser mot en bergskedja. När den stiger avkyls den och avger sin fuktighet i form av moln och nederbörd. På läsidan sjunker luften. Där blir den då torr eftersom den dels avgivit fuktighet på lovartsida dels blivit uppvärmd genom att den sjunkit. Bild 20. Den blir varmare när den sjunkit än den var innan den steg före berget. Detta beror på att det är skillnad mellan fuktadiabat och torradiabat. I princip har luften

tillförs värme genom att vattenånga övergått i vatten (som sedan försvunnit som nederbörd på lovartssidan).

Adiabat förklarades ingående i artikeln "Meteorologins grunder."

En känd föhnvind har vi norr om Alperna.

Den lär påverka människors psyke.

Den skandinaviska bergskedjan ger föhneffekt. Vid västvindar regnar det ofta på norska västkusten medan det blir torrare och varmare på den svenska sidan. "Sola" i Karlstad är ett exempel. Abisko har ett flygbart berg och ovanligt lite nederbörd medan Riksgränsen några mil västerut ligger på vindsidan av bergskedjan och är en av landets nederbördsrikaste platser.

I än mindre skala har vi Söderåsen i Skåne. Ljungbyhed ligger på läsidan med hänsyn till den förhärskande vindriktningen och har därför ofta bättre flygväder med högre molnbas än omgivningarna. Det är inte för inte som Flygvapnets flygskola placerades på östra sidan av åsen.

Sirocco är varm och torr. Den kommer från ökenområdena i norra Afrika och når södra delarna av Italien och Sardinien.

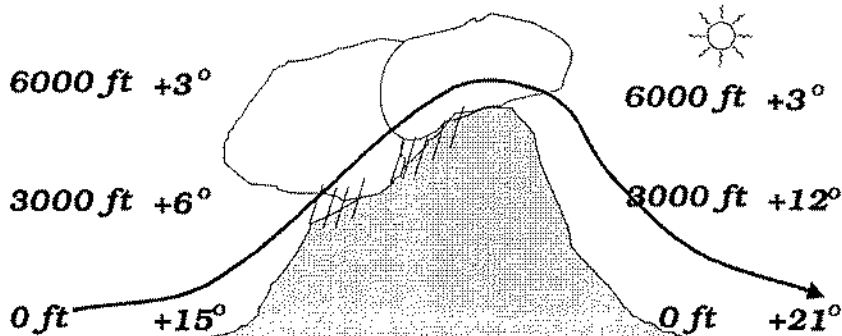


Bild 20. Föhnvind på bergets läsidan. Varm fuktig luft stiger över en bergskedja. I exemplet på bilden stiger luften 3000 ft utan att kondensera varvid temperaturen stiger med $3^\circ/1000$ ft (torradiabat). Från 3000 ft till 6000 ft kondenserar vattenånga i luften varvid värme tillförs luften (omvända kylskåpseffekten). Fuktadiabaten är i exemplet $1^\circ/1000$ ft. Luften har på toppen nått $+3^\circ$. På läsidan sjunker luften och uppvärms då med $3^\circ/1000$ ft. På havsnivån har temperaturen nått $+21^\circ$ vilket är 6° varmare än innan den började stiga. 1° uppvärmning vid passage av Alperna norrut är inte ovanligt för Föhnvind.

Tromben är en virvelvind med begränsad diameter där mycket stora krafter förekommer. Centrifugalkraften har så stor inverkan att den gör corioliskraften försumbar. Därför kan tromber rotera åt båda hållen.

Stortromben är en ytterst farlig virvelvind med diametern under en km där vindhastigheten kan vara så hög som 100 eller kanske till och med 200 m/s. Den bildas i cumulonimbusmoln och arbetar sig ner för att ibland nå marken. Den uppträder således tillsammans med åskväder och syns som en slang ner från molnet. Bild 21. Den förekommer relativt sällan i vårt land och har oftast en diameter på bara några hundra meter. Den kan ha förödande effekt där den drar fram även om den inte på långt när kan mäta sig med de kraftiga former av tromber som är vanliga i södra och mellersta USA och kallas tornados. Normalt torde det inte vara aktuellt att hängflyga under sådana förhållanden att stortromber förekommer.

Småtromber bildas under stark solinstrålning i överhettad luft nära marken och arbetar sig uppåt. De förekommer i Sverige oftast under våren och försommaren. Sandstränder, sandiga fält och vägar är vanliga platser där de bildas. Diametern rör sig om några meter och den når något tiotal meter

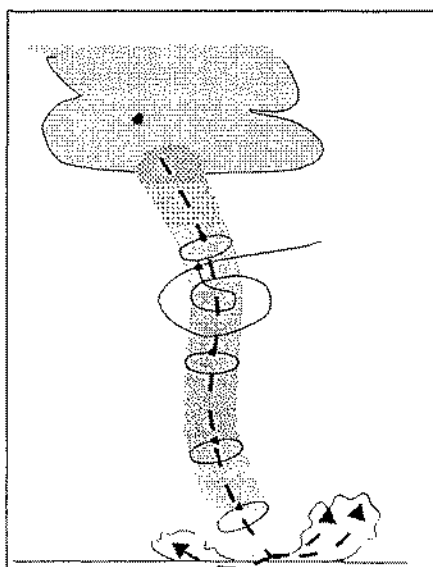


Bild 21. Stortromben bildas i cumulonimbusmoln och arbetar sig neråt. Mycket stora vindhastigheter råder i själva tromben som i Sverige sällan når över något hundratal meter i diameter men kan vara mycket farlig

upp. Oftast drar småtromben med sig sand och löv vilket gör den synlig. Den kallas också stoftvirvel. Man kan också höra den engelska benämningen "dust devil" användas. Vid flygning på höjd utgör detta fenomen inget problem men kan vara nog så farlig i samband med landning. Parkerade hängglidare kan också råka illa ut.

Stoft- eller sanddrev och snödrev är benämningar på situationer där stark vind lyfter upp partiklar från marken och för dem med sig. Sikten kan nedsättas. Hängflygning torde inte förekomma när dessa fenomen uppträder.

Vindriktning

Grundregeln är att vindens riktning alltid benämns utifrån var vinden kommer ifrån.

Den vanligaste benämningen är att man använder väderstrecken och då i första hand kardinalstrecken nordlig (N, N), östlig (Ö, E), sydlig (S, S) och västlig vind (V, W). Bokstäverna inom parentes anger förkortningen, först på svenska sedan på engelska. Sydvästlig vind innebär således att vinden kommer från sydväst. Se bild 22.

Även interkardinalstrecken används flitigt: NÖ eller NE, SÖ eller SE, SV eller SW och NV eller NW. En ytterligare förfining är möjlig men används normalt inte i väderrapporter: NNÖ; ÖNÖ, ÖSÖ, SSÖ, SSV, VSV, VNV, NNV.

Rapporter med väderstrecken uttalade förekommer vid de flesta allmänna väderrapporter och vid alla sjörapporter.

Vinden kan anges i gradtal. Så anges t ex i flygprognoser. Den anges

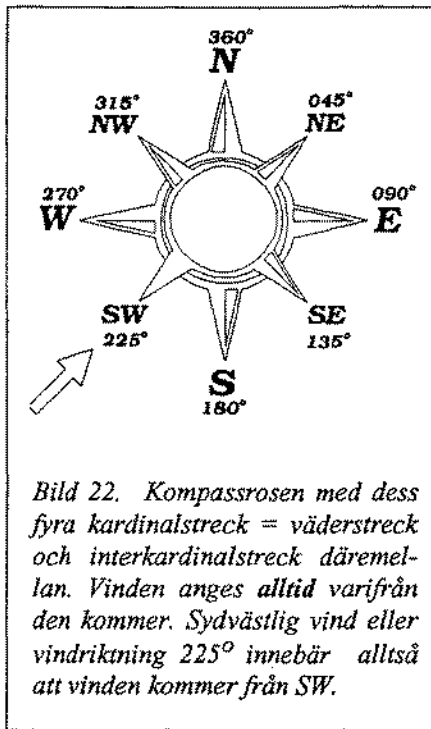


Bild 22. Kompassrosen med dess fyra kardinalstreck = väderstreck och interkardinalstreck däremellan. Vinden anges alltid varifrån den kommer. Sydvästlig vind eller vindriktning 225° innebär alltså att vinden kommer från SW.

då med noggrannheten 10° grader enligt kompassrosens 360°. Vindriktning 270° är detsamma som västlig vind. Vinden kommer alltså från 270°. Om hängglidaren samtidigt flyger på kurs 270° har den motvind.

Andra begrepp som anger riktning är: Sjöbris - vinden kommer från sjö eller hav. Landbris - vinden kommer från land och blåser ut över hav. Dalvind - vinden stiger från dalen och upp längs bergssidan. Bergvind - vinden blåser (rinner) från berget och ner mot dalen.

Vindstyrka

Det finns ett flertal sätt att ange vindstyrka.

Beaufort (Uttalas bofå'r) är en skala som använts för sjöfarten. Den har en sifferindelning från 0 till 12 som

ursprungligen angav hur segelfartyg påverkades av vinden. Skalan har tjänat ut sin roll och är för hängflygaren ointressant.

Sjöfarten har numer gått över till m/s varför alla sjörapporter använder den skalan. De bästa väderrapporterna för många områden nära kusterna och de större sjöarna är sjörapporterna för fritidsbåtar där vindprognosen ofta är detaljrik.

Den som lyssnar på andra typer av allmänna prognoser på radio och TV får en beskrivning av vinden enligt skalan: Lugnt, svag vind, måttlig vind, frisk vind, hård vind samt storm och orkan.

Den gamla skalan med vindbenämningar för sjöfarten, där bl a bris med olika förtecken för att ange styrkan förekommer, har spelat ut sin roll. Ett par benämningar har dock behållits och används som varningar för sjöfarten tillsammans med vindstyrkan i m/s. Sådan varning är kuling, storm och orkan. Kulingen börjar vid 14 m/s. Vid vädersituationer där dessa varningar förekommer är hängflygning inte aktuell.

I många områden är prognoser för flygtrafiken de bästa. Dessa prognoser anger vindstyrkan i knop (kt).

Svenska Flygvapnets väderprognoser anger vindstyrkan i km/tim liksom vissa östländers.

Prognoser i Storbritannien och USA (ej flygprognoser) anges i miles per hour (mph).

Hängglidares prestanda anges ofta i miles eller km/tim.

Vindmätare kan ha olika skalor. De enklaste är oftast graderade antingen i m/s eller km/tim.

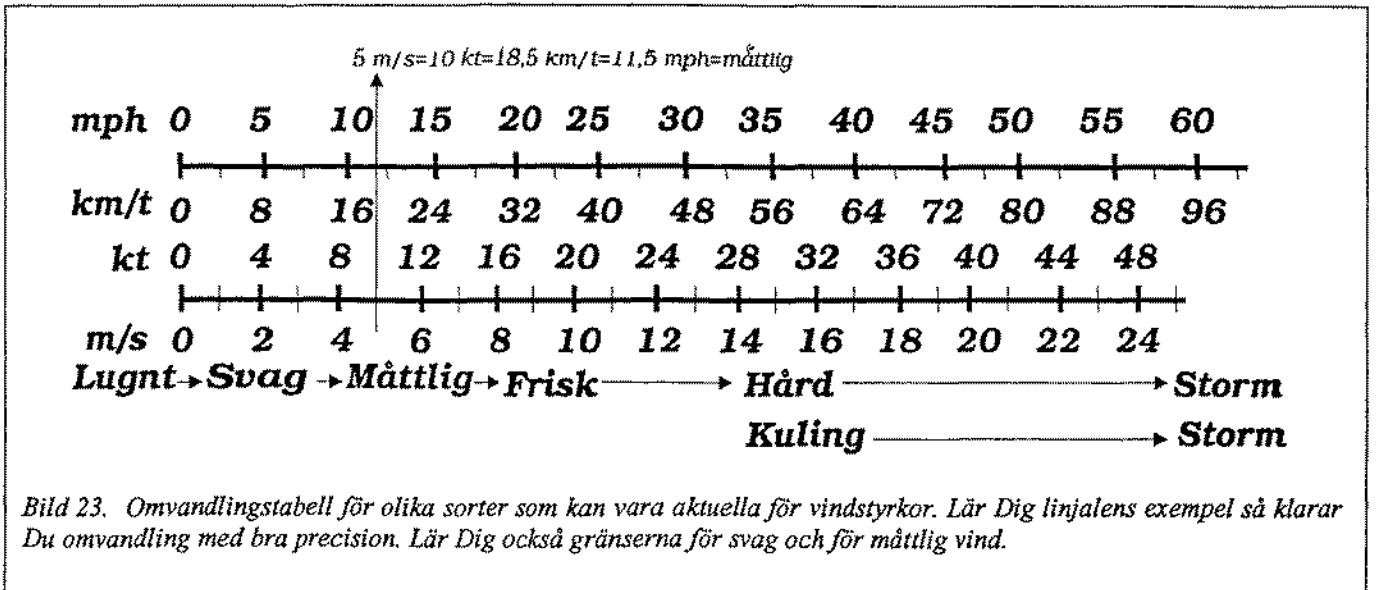


Bild 23. Omvandlingstabell för olika sorter som kan vara aktuella för vindstyrkor. Lär Dig linjalens exempel så klarar Du omvandling med bra precision. Lär Dig också gränserna för svag och för måttlig vind.

Med hänsyn till vad som sagts om olika sorter förstår man att hängflygaren bör kunna tolka vindstyrka utifrån alla angivelser utom Beaufort. Några enkla minnesregler:

Måttlig vind är från 4 m/s och frisk från 8 m/s och uppåt till nästa benämning. Nybörjaren håller sig till svag vind eller möjligen måttlig i det nedre området och definitivt inte över 5 m/s.

Fördubbla siffran 5 m/s så får Du 10 knop.

Fördubbla igen så får Du 20 km/tim (mera exakt 18,5 km/tim).

Öka siffran för knop med ca 10% så får Du 11 mph.

Skalan enligt bild 23 ger en mer noggrann översikt.

Kyleffekt

Den som vistas ute i lägre temperaturer måste ta hänsyn till vindens kyleffekt. Betänk att hängglidarens normala hastighet ligger i intervallet 10-15 m/s. Den luftströmmen har hängflygaren ständigt runt sig. Betänk även att temperaturen på sommaren hastigt avtar med höjden och dagens hängglidare lätt stiger i termik till avsevärda höjder.

Kyleffekten på bar hud visas i bild 24. Det är inte orimligt att fryspunkten passerar på 1000 m höjd en dag med 20° marktemperatur och termik. Med hastigheten 15 m/s på den höjden motsvarar kyleffekten -18 grader. Bäst att ha hela kroppen skyddad och att inte glömma handskar.

Den som vistas vid starten på ett hang med tillräcklig hangvind en vinterdag får kännas vid en kyleffekt

som motsvarar 10-15 graders lägre temperatur än vad termometern visar.

Vindmätning

Vindangivelser i prognoser är medelvindar på 10 m höjd. På den höjden mäts också vinden vid observationsplatser. Aktuell vind är ett medelvärde mätt under 10 min vid observationstillfället. Vid större variation i riktning kan på olika sätt anges hur vinden växlar. Vid större variation i vindstyrka kan detta också anges normalt i form av "byig vind" eller som i flygprognoser medelvind och maxvind. Detta anges som ex 15 kt max 25 kt. Det betyder att medelvinden är 15 kt och maxvinden i byarna är 25 kt.

Vid de vindförhållanden som normalt är lämpliga för hängflygning är variationerna inte tillräckligt stora för att de skall anges. Avsevärda variationer sett från hängflygarens ögon kan ändå förekomma.

Lokal vindmätning vid flygstället är mer eller mindre ett måste för hängflygaren. man bör vara medveten att förhållandena kan förändras medan man flyger. Därför är en vindprognos för dagen viktigare än andra uppgifter i prognosen eftersom det kan vara svårt att upptäcka vindens förändring från höjd.

Vindstruten är det bästa hjälpmedlet vid start- och landningsplatsen. Vid start kan den ständigt visa aktuell vindriktning och grovt ge en uppfattning om styrkan. Från luften syns en vindstrut av rätt storlek och färg bra. Lätta band kan också fungera bra.

Piloten kan själv mäta vinden med vindinstrument. De finns i olika utförande från enkla rör med en rörlig skiva (bild 25) till mer avancerade elektroniska instrument (bild 26). Tillbehörsaffärer för båtar säljer vindmätare. Det är allt vanligare att instrumentet med variometer/höjdmätare också har en hastighetsfunktion. Denna visar ofta km/tim men kan ha andra sorter i sin grundinställning. Vissa är omställbara till valfri sort.

Hastighetsfunktionen har man begränsad nytta av under flygning men är bra som vindmätare när man står startklar och vill ha gynnsam vind. I framtiden kommer säkert satellitnavigeringsutrustningar kopplade till fartmätarfunktionen och kompass att kunna räkna ut och ange verklig vindriktning och vindstyrka för hängflygpiloten i luften. Sådan utrustning finns redan i trafikflygplan.

Det finns vindstationer att köpa som man sätter upp på flygstället och kopplar till en telefon. Den som ringer hör en röst som anger aktuell vindriktning, vindstyrka och en medelvind för t ex 10 minuter. En sådan anläggning finns vid Hammars Backar i Skåne.

Den meteorologiska organisationen får vinduppgifter från alla mätstationer. Dessa mätningar görs samtidigt

Vindhast m/s	Lufttemperatur (°C)									
	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35
2	8	3	-2	-7	-12	-17	-23	-28	-33	-38
5	4	-2	-9	-15	-22	-28	-34	-40	-46	-53
10	0	-7	-15	-22	-29	-37	-44	-51	-58	-66
15	-3	-11	-18	-26	-34	-42	-49	-57	-65	-73
20	-4	-12	-19	-28	-36	-43	-52	-59	-67	-76

Bild 24. Vindens kyleffekt vid olika vindhastigheter. Exempelvis 10 m/s (=20 kt=37 km/t=) och med 5 graders temperatur så motsvarar detta -7 grader i vindstilla. Detta kan vara exempel på situationen på lite höjd under sommaren för hängflygaren. Då behövs täckande kläder. Där ökad (ljusgrått) eller stor fara (mörkare grått) anges så gäller detta även med kläder på.

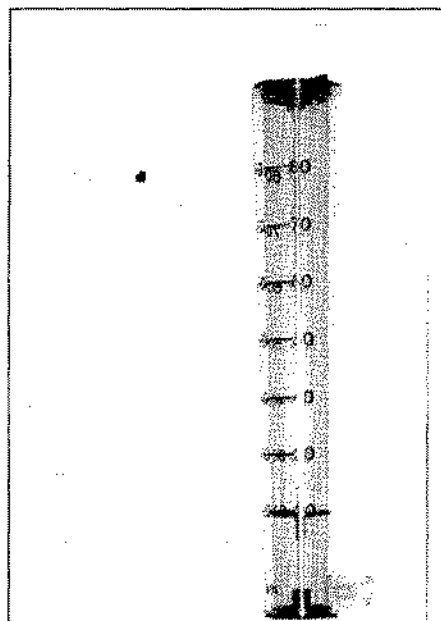


Bild 25. En enkel och billig vindmätare som kan köpas i båtaffärer. Inloppsöröret nertill åt höger hålls mot vinden. Trycket i cylindern avgör hur högt plastskivan höjer sig. Här har den nått första index. Graderingen är i km/tim.



Bild 26. Bilden visar ett modernt flyginstrument, Flytec, som förutom variometer och höjdmätare även har fartmätarfunktion. "Kulan" till vänster om instrumentet har ett genomgående hål där det sitter en liten propeller. Anordningen sätts på lämplig öppen plats. Instrumentet fungerar som vindmätare så länge man befinner sig stilla på marken.

över hela världen. Uppgifterna samlas på väderkartor. Om Du ser en sådan väderkarta kan Du lätt läsa den uppmätta markvinden genom den lilla "flaggstängen" på mätplatsen. Flaggstångens riktning anger vindriktning. Om den pekar snett upp mot vänster är vindriktningen NW (vinden kommer från NW). För 5 knops vindhastighet sätts en kort vimpel längst ut på stängen. För 10 kt sätts en lång vimpel. Två långa och en kort innebär

således att vindhastigheten är 25 kt. Se bild 27.

Om Du ser en flygprognos eller en observation för en flygplats i skrift kan Du relativt tidigt i meddelandet hitta en sifferrad på fem siffror som t ex kan se ut så här: 27010. Det betyder att det förväntas blåsa eller blåste från 270 grader (W) med medelvinden 10 kt.

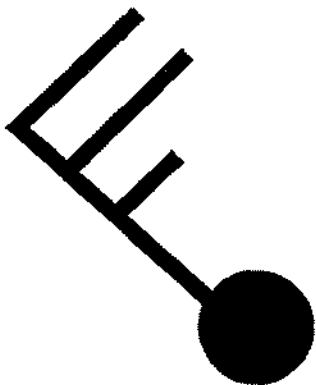
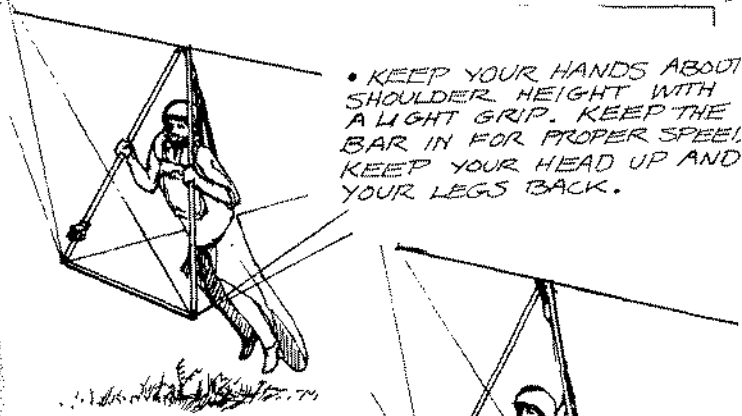


Bild 27. Tecken på väderkarta, här mycket kraftigt förstorat. Det visar att på platsen där punkten ligger blåser det nordvästlig vind med styrkan 25 kt..

Därmed är vindavsnittet slut. Andra artiklar i meteorologi följer.



• KEEP YOUR HANDS ABOUT SHOULDER HEIGHT WITH A LIGHT GRIP. KEEP THE BAR IN FOR PROPER SPEED. KEEP YOUR HEAD UP AND YOUR LEGS BACK.

POSITION RECOMMENDED FOR STRONG TURBULENCE APPROACH. NOTE: BODY IS LESS VERTICAL THAN IN NORMAL APPROACH POSITION SO CENTER OF GRAVITY IS LOWER.

ren Peter Isacson till och från marken.

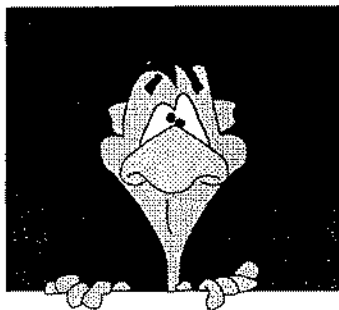
De följande två heatdagarna regnade bort helt så det blev inte mer.

Ett närmare referat och lite bilder hoppas vi på till nästa nummer. Arrangör var Lars Ericsson.

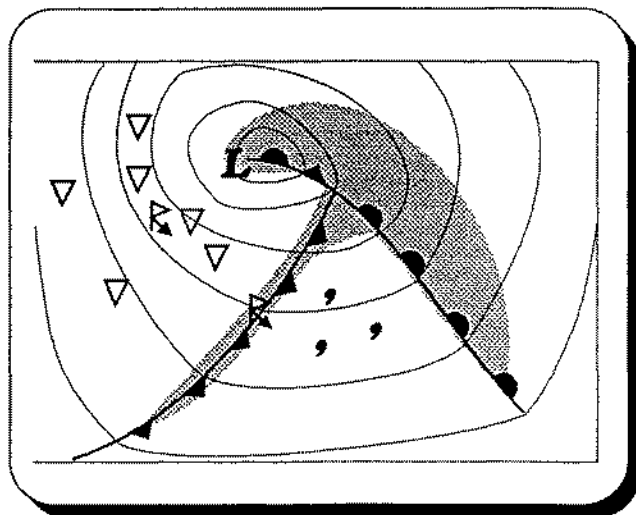
Allebergs Ranking - resultat

Plac	Namn	Klubb	Poäng
1	Peter Isacson	Ällebergs HFK	31
2	Ulf Raudberget	Gwaihir Hgc	25
2	Rauno Seimilä	Stockholms HFK	25
4	Anders Andersson	Sundsvalls Hg	24
4	Johan Dahlquist	Stockholms HFK	24
6	Anders Enarsson	Ällebergs HFK	21
6	Anders Gustafsson	Ällebergs HFK	21
6	Per Ramming	Gwaihir Hgc	21
9	Per Trotsman	Skånes Dfk	19
10	Tomas Danielsson	Örebro HFK	18
10	Joakim Hindemith	Skånes DFK	18
12	Bengt Höök	Örebro HFK	17
13	Leif Johansson	Ällebergs HFK	16
14	Daniel Ericson	Ällebergs HFK	14
14	Hans-Erik Thornander	Skånes Dfk	14
16	Rickard Jönsson	Skånes Dfk	12
17	Kenneth Norberg	Sundsvalls Hg	11
18	Jonas Ornung	Gwaihir Hgc	10
18	Anders Palmkvist	Örebro HFK	10
20	Louise Strömbäck	Gwaihir Hgc	7
21	Håkan Sundin	Sundsvalls Hg	6
22	Monne Naesenius	Stockholms HFK	2

Dessutom deltog 4 piloter som inte lyckades få någon poäng. Banan var en triangel på 58,25 km. Medeldistansen för de 33,3 % bästa blev 23,9 km.



**Va' blir
det för
väder?**



Luftmassor och fronter

Meteorologi
del 3

Av Rolf Björkman

Detta är den tredje artikeln i serien meteorologi. Den första handlade om meteorologins grunder och presenterades i Hypoxia nr 57. Den andra var uppdelad på två nummer och handlade om vindar. Det är mycket enklare förstå denna artikel om man först läst del 1 då det mesta av det skeende som här påvisas bygger på meteorologins grunder. För att förenkla läsningen av denna artikel har en del grundläggande fakta repeteras. Detta görs dock inte så ingående som i del 1.

Alla skall kunna lära sig något från dessa artiklar. De byggs emellertid upp från grunden så att nybörjaren skall kunna få en helhetssyn och förståelse. Hela serien syftar till att ge baskunskaper i meteorologi och djupare kunskaper inom de delar av meteorologin som särskilt berör hängflygpiloten.

Denna del om luftmassor riktar sig kanske mera än de tidigare till den färdige piloten som vill utveckla sitt kunnande om meteorologin och därmed ha möjligheter att mera bedöma den dagsaktuella vädersituationen och förutspå möjligheten till flygning.

Avgörande för vädret

Avgörande för vilken vädertyp man har för dagen är vilken luftmassetyp som råder på den lokala platsen eller förväntas uppträda under dagen.

Vilken luftmassetyp i det mindre perspektivet som i sin tur kommer att råda är i hög grad beroende av var på jorden man befinner sig och hur nära det är till större havsområden. Likaså är en avgörande faktor vilken sorts luftmassa i det större skeendet som förs fram över platsen.

LUFTMASSOR

I grunden finns två luftmassetyper, kallmassa och varmassa. Definitionen på kallmassa är att luften är kallare än underlaget och på varmassa att luften är varmare än underlaget. Man talar om kallmasseväder och varmasseväder. Om det för tillfället är den ena eller den andra typen av luftmassa blir resultatet helt olika typer av väder som för hängflygaren ger helt olika och avgörande skillnader i förutsättning för flygning.

Samma luft som rör sig framåt över land för att sedan röra sig ut över hav eller tvärt om kan skifta från den ena typen av luftmassa till den andra.

Under dygnet kan skifte ske i samma storskaliga luftmassa mellan de två luftmassetyperna, då oftast så att luften utgör varmassa under den mörka delen och kallmassa under den ljusa delen av dygnet.

Kallmassa

Att det råder kallmasseväder innebär inte att det är kallt i luften. Tvärt om kan det vara mycket varmt. Det är bara det att marken eller vattnet är ännu varmare.

När luften är kallare än underlaget kommer detta underlag att värma upp luften underifrån. Det ger som direkta följd att luften hela tiden blir varmare och torrare och att temperaturgradienten stiger.

Att temperaturen i luften stiger om underlaget är varmare ter sig självklart om man tänker efter. Skeendet är ju exakt detsamma som när man värmer något på en kokplatta. Att det samtidigt blir torrare i luften beror på att den varmare luften kan innehålla mera vattenånga. Relativa luftfuktigheten minskar således utan att den verkliga vattenmängden i luften ändras. Förklaringen till detta kan Du lära Dig i "Del 1". Följden av torrare luft blir bättre sikt. I princip har vi således torr och genomskinlig luft vid kallmasseväder.

Temperaturgradienten är ett mått på hur mycket temperaturen ändras (normalt sjunker) med ökad höjd. Den stiger därför att underlaget värmer upp de understa luftlagren medan de högre är mer eller mindre opåverkade. Ju närmare underlagets yta man kommer ju större blir uppvärmningen. Se bild 1.

Vi har lärt oss att om temperaturgradienten är stor (temperaturen minskar snabbt med ökande höjd) råder labil luft. Vid lägre temperaturgradient dvs liten temperaturminskning med höjden blir luften stabilare. Extremt stabil luft har vi vid inversionen där temperaturen stiger med ökad höjd. Med labil luft menas att vertikala luftförelser som startar fortsätter eller accelererar.

I kallmassan får vi således ofta labil luft som i sin tur är en förutsättning för termik. Kännetecknet är vertikala rörelser som vi upplever som turbulens och omväxlande stig och sjunk på gott och ont.

Sådana molnslag som bildas i stigande luft, dvs cumulus och cumulonimbus, uppträder i kallmassan.

När får vi då kallmasseväder?

* När solen får möjligheter att värma marken ordentligt. Solen har sin största möjlighet att värma marken under sommarhalvåret och mitt på dagen. Under våren och försommaren är luften normalt i grunden kallare och en soluppvärmning ger stor effekt. Största möjligheten till termik är således på våren och försommaren och en bit in på eftermiddagen. Värmetillskottet varar normalt till ett par timmar efter det att solen står som högst på himlen. Sedan är utstrålningen större än instrålningen och effekten minskar.

* När kallare luft förs in över ett område som tidigare värmts upp av en varm luftmassa. Detta utbyte av luftmassa sker genom att den kallare luften tränger sig fram som en kallfront. Efter denna front kan man således räkna med att den kallare luften värms upp av det varma underlaget och luften blir torrare och labil. Hur stor effekten blir beror på hur pass mycket kallare den nya luften är jämfört med den tidigare. Själva frontens intensitet är också beroende av denna temperaturskillnad.

* När luften från ett kallt landområde förs ut över varmt vatten. Detta inträffar företrädesvis på

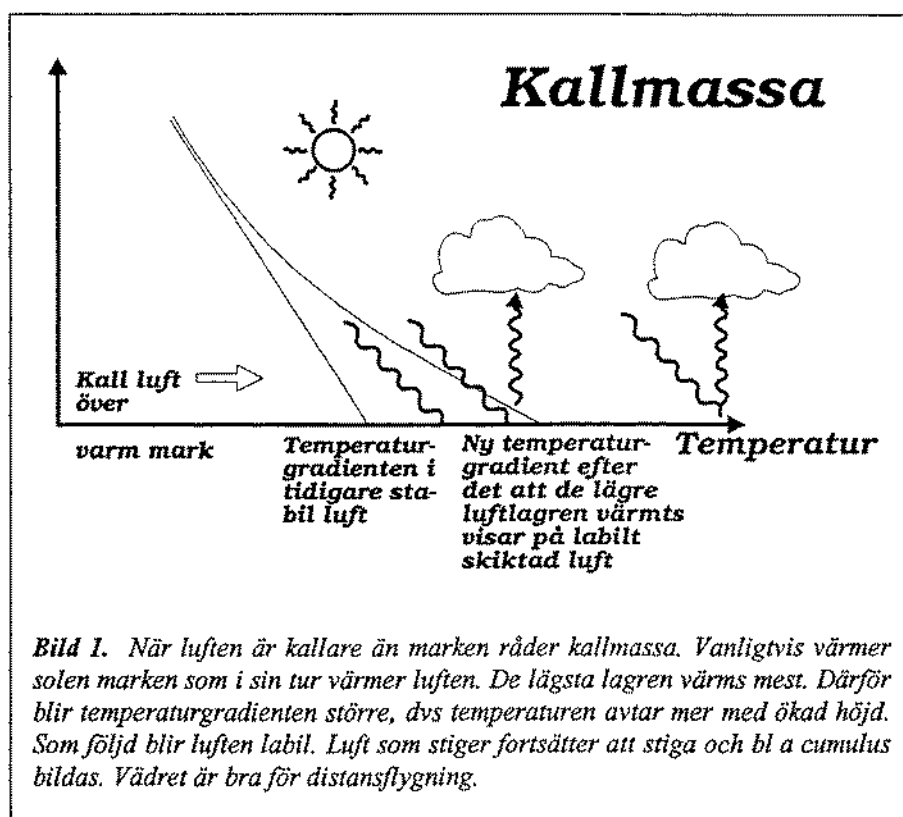


Bild 1. När luften är kallare än marken råder kallmassa. Vanligtvis värmer solen marken som i sin tur värmer luften. De lägsta lagren värms mest. Därför blir temperaturgradienten större, dvs temperaturen avtar mer med ökad höjd. Som följd blir luften labil. Luft som stiger fortsätter att stiga och bli cumulus bildas. Vädret är bra för distansflygning.

hösten när vattnet är ordentligt uppvärmt och solinstrålningens effekt på marken har avtagit. Mark ändrar snabbt sin temperatur beroende på om där råder solinstrålning eller inte. Det är ju bara själva ytskiktet som ändrar temperatur och kommer i kontakt med luften. Vattnet blandas hela tiden och skapar ett stort värmemagasin som ger effekt långt in på hösten.

Ju fuktigare den luft är som förts in och värms underifrån desto kraftigare blir molnbildningen. Stor vattenmängd i luften och kraftig uppvärmning ger upphov till kraftigt upptornade moln som, när de nått tillräcklig höjd, ombildas till cumulonimbus med regnskurar som följd. I samband med kraftiga cumulonimbus kan åska förekomma. Dessa skurar och åskväder är spridda inom luftmassan över hela ytan och kan förekomma både tätt och glest. Åska i detta sammanhang kallas luftmasseåskväder.

Måttligt labil luft och mindre fuktighet ger mindre molnbildning, oftast i form av molntussar med solglimtar däremellan och goda förutsättningar för termikflygning. Om luften är kraftigare labilt skiktad kan turbulensen bli för kraftig för flygning och förvärras än mer om cumulonimbus bildas. Mycket utpräglad kallmassa kan vara direkt farlig för flygning. Ju närmare ekvatorn man kommer desto kraftigare kan labiliteten bli och större

höjder kan påverkas. På våra breddgrader är det sällan farlig turbulens om vinden inte är för stark och cumulonimbus saknas i närheten.

Det kan råda kallmasseväder trots att det är molnfritt. Labil skiktning på låg höjd övergår alltid i stabil på någon höjd. Molnbasen, vilket är liktydigt med kondensationsnivån i stigande luft, är beroende av luftens fuktighet när den börjar stiga, dvs skillnaden mellan temperatur och daggpunkt. Om kondensationsnivån ligger på högre höjd än omslaget till stabil luft bildas inga moln. Luften stiger aldrig högre än tills den når ett stabilt skikt. Där ligger således den praktiska gränsen för stig i termik.

Sammantaget kan vi konstatera att kallmassan kännetecknas av bra sikt, byig vind, turbulens och moln i form av cumulus. Cumulonimbus och därmed regnskurar kan förekomma. Åskväder kan förekomma i samband med cumulonimbus.

Kallmasseväder är en förutsättning för termikflygning men kan också bli obehagligt och direkt farligt. För nybörjaren och eleven som tränar i backe eller lär sig bogsering är kallmassan mindre lämplig. Under en period med kallmasseväder, oftast större delen av sommaren, får nybörjaren och hans instruktör därför vara morgonpigga och flyga innan labil luft bildats eller flyga sent på kvällen när luften åter blivit stabil.

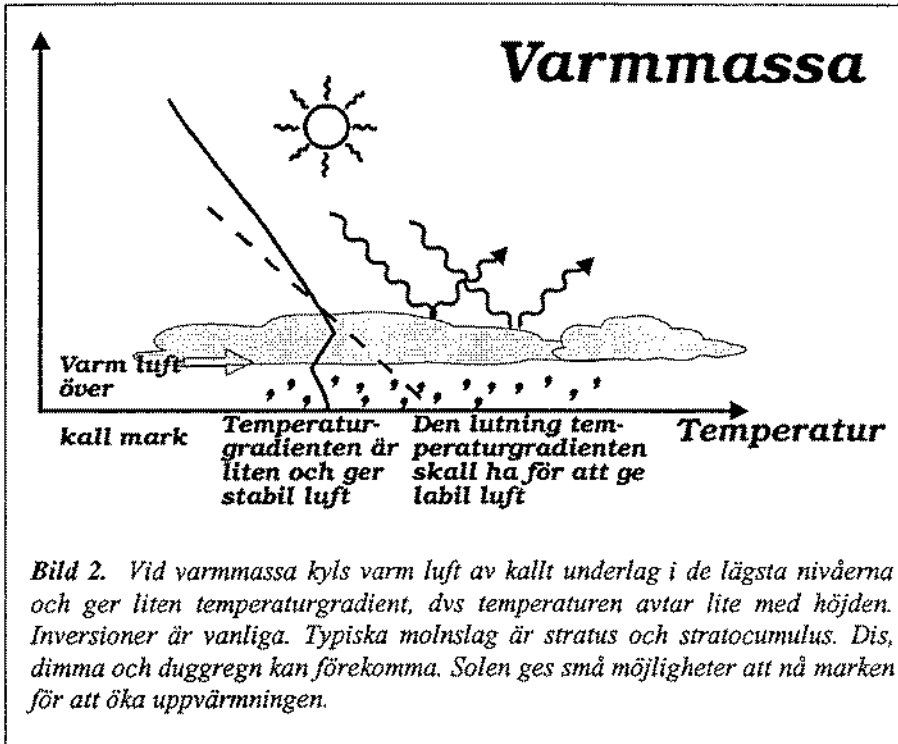


Bild 2. Vid varmassa kyls varm luft av kallt underlag i de lägsta nivåerna och ger liten temperaturgradient, dvs temperaturen avtar lite med höjden. Inversioner är vanliga. Typiska molnslag är stratus och stratocumulus. Dis, dimma och duggregn kan förekomma. Solen ges små möjligheter att nå marken för att öka uppvärmningen.

Varmmassa

Egentligen kan man säga att allt är tvärt om när det gäller varmassa.

Genom att marken kyls luftens nedersta skikt ökar relativa fuktigheten och sikten blir sämre. Dis och dimma kännetecknar varmassa även om varma sommar dagar i samband med ett högtryck kanske inte upplevs som speciellt disiga. Från luften ser man dock lätt att luften inte är så ren och klar.

Genom att de nedersta luftlagren kyls ner blir luftens skiktning stabil. Se bild 2. Inversioner nära marken är inte ovanliga vilket är tecken på extremt stabila vädersituationer. Även om det blåser blir turbulensen därför inte så kraftig annat än allra närmast marken. Vid stabil skiktning är all turbulens inducerad av marken medan den termiska turbulensen saknas.

Typiska moln vid varmassa är inversionsmoln. Stratus och stratocumulus är de vanligaste. Duggregn är den nederbördstyp som dominerar varmassan. Skurar och åska förekommer inte.

I samband med kraftiga högtryck finns en allmän sjunkande luft som adiabatiskt (se del 1) stiger i temperatur. Det gör att luften blir stabil och varm trots klart väder och stor solinstrålning. Den situationen kännetecknas av dis på lägre höjder och inversion under vilken mycket fuktighet samlas. "Lock över stan" brukar man tala om vid sådana vädersituationer. På sommaren är det varmt och

kvavt. På vintern kan det istället vara mycket kallt och klart, oftast med kraftig markinversion.

Sammantaget kännetecknas varmassan av dåligt väder med fuktig luft som ger dis eller dimma och låga moln, oftast stratus. Lätt regn kan förekomma. Luften är stabil utan annan turbulens än den som vinden orsakar genom markfriktion. Vid högtryck kan vädret i många sammanhang upplevas som utmärkt.

Alla försök till höjdvinst vid hängflygning är lönlösa. Till och med hangvindarna segar sig över bergskammarna med minimal höjdförändring varför det krävs extra stark vind för att flyga hang jämfört med hur det är vid labil luft. Eftersom luften är "stillsam" är den lämplig för flygning under utbildning och färdighetsträning. Tyvärr lockar det gråmulna vädret kanske inte till flygning.

FRONTER

När en luftmassa som har annan temperatur banar sig fram uppstår speciella och nya vädersituationer både vid själva kontaktytorna mellan luftmassorna och efter passage av denna yta. Kontaktytan mellan en luftmassa som vinner terräng och den tidigare rådande luftmassan kallas front. Egentligen är det en övergångszon och inte en knivskarp gräns men enligt meteorologiska termer är den nog så smal.

I "Del 1" redogjordes för de stora luftmasserörelserna över jorden. Oftast är det störningar på polarfronten som berör Sverige. Det strömmar varmare "tropikluft" söder om polarfronten och kallare "polarluft" norr om. Även störningar på den nordligare och svagare arktikfronten som utgör gränsen mellan arktikluften och polarluften berör oss tidvis.

I samband med en störning på den mera stationära fronten bildas en våg på frontlinjen. Störningen rullar vidare som när man slår till ett rep som ligger på marken med en svängande armrörelse. Den våg som bildas fortplanter sig som längs repet.

När störningen börjar sker det så att varmare luft hävs upp över den kallare och glider av. Det bildas då ett lågtryck på höjd. På så sätt har det börjat och nu utvecklas störningen med hjälp av corioliskraften (kraft orsakad av jordrotationen,) lågtrycket och cirkulationen omkring detta. Den kallare luften i norr tränger då sig under och förflyttar sig in mot det varmare området. Varmluften i söder glider upp och tränger undan den kallare luften. Vi har alltså fått ett typiskt system med ett lågtryck utifrån vars centrum sträcker sig en varm- och en kallfront. Hela lågtrycket med frontsystemet rör sig fram över jordytan oftast från väster mot öster med en hastighet av ca 30-50 km/tim.

Inledningsvis utvecklas och fördjupas lågtrycket varför vindarna ökar och fronterna blir starkare. Så småningom hinner fronterna upp varandra, lågtrycket börjar fyllas ut (försvagas) och cirkulationen (vinden) avtar. Hela utvecklingen visas på bild 3. Oftast bildas flera störningar efter varandra och lågtrycken kommer vandrande med något dygns mellanrum. En sådan cyklonfamilj ger det vi brukar kalla "varannandagsväder".

En fronts utseende, styrka och intensitet kan variera från nästan osynlig till synnerligen kraftig. Här redovisas en slags "standardfront" och efterföljande "typväder". Fronternas principiella utseende och det typiska vädret före och efter fronterna visas i ett tvärsnitt i bild 4. Tvärsnittet är taget från delbild 3 i bild 3, sträckan A - B. Den person som befinner sig vid A kommer under det närmaste dygnet att uppleva en förändring av vädret på samma sätt som den gör som färdades hela sträckan snabbt. Du studerar lämpligen denna bild samtidigt som Du läser om fronterna.

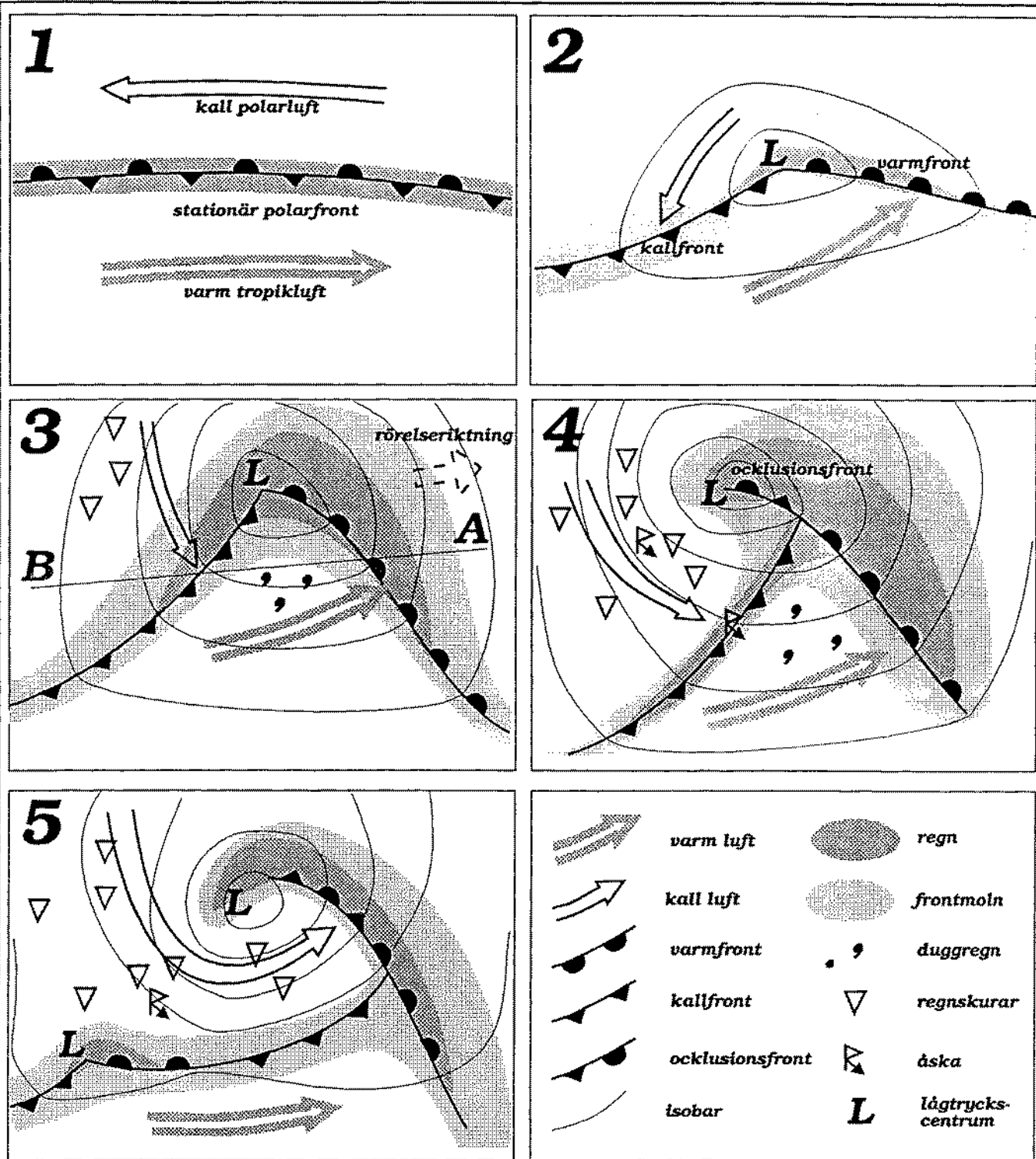


Bild 3 . Ett typiskt lågtrycks och dess frontsystems utveckling.

1. Polarfronten ligger stilla med västlig tropikluft söder om och östlig polarluft norr om.
2. En störning har inträffat och ett lågtryck har börjat bildas. I cirkulationen omkring detta tränger den varmare luften norr ut medan den kallare utbreder sig åt söder. Frontmoln och nederbörd har börjat utvecklas. Bilden visar läget ca 10 timmar efter störningens början
3. Efter ca 20 timmar. Lågtrycket har fördjupats och vädersystemen i samband med lågtryck har blivit typiska. Hela systemet rör sig åt öster eller nordost. Sträckan A-B omfattar ca 200 mil.
4. Efter ca 30 timmar har systemet nått sitt maximum. Kallfronten har delvis hunnit ikapp varmfronten och början till en ocklusionsfront har bildats. Mellan fronterna i varmsektorn råder typiskt varmmasseväder med låga moln, dis och duggregn. I kallmassan bakom kallfronten har cumulusaktiviteten blivit kraftig och cumulonimbus med skurar har bildats. Luftmasseåskväder förekommer. Längs kallfronten förekommer frontåskväder.
5. Efter 40 timmar har en stor del av frontsystemet ockluderats och varmluften pressats i höjden. Systemet har försvagats och lågtrycket börjat utfyllas. En ny störning, kanske den andra i serie på 4-5, har bildats på polarfronten och det nya lågtrycket utvecklas troligen på samma sätt.



B

A

Bild 4. Bilden visar ett tvärsnitt genom ett frontsystem. Tvärsnittet är hämtat från delbild 3 i bild 3 sträckan A till B. Avståndet mellan punkterna kan vara över 200 mil. Hela systemet rör sig åt höger med 30-50 km/tim. Den som just befinner sig vid A kommer således att inom de närmaste 1-2 dyggen uppleva vädret längs hela tvärsnittet. Framför varmfrenten och bakom kallfronten finns polarluften. Däremellan i varmsektorn finns tropikluft.

Varmfronten

När varm luft skall tränga undan kallare glider den upp på och trycker undan den kallare framför sig. Anledningen är att den varmare luften är lättare. Det uppstår således en sluttande frontyta. Lutningen är mycket flack (1:150) och kan inte återges i naturlig skala på bild. Utsträckningen i färdriktningen är ofta över 100 mil medan höjden bara 7-10 km. Frontytans anslutning mot jordytan är den som anges och ritas ut på kartan. Hastigheten är ca 30 km/tim.

Det är omfattande luftmängder som tvingas hävas avsevärt. Luft som tvingas stiga avkyls och vattenånga kondenserar. Det blir därför kraftiga moln, kraftigare ju närmare frontens träffpunkt med marken man kommer. När tillräckligt mäktiga moln bildats utlöses nederbörd.

Den första förvarningen om en annalkande varmfront är **cirrusmoln** (ci). Dessa fjäderlika vita moln befinner sig på ca 5-10 km höjd. Det svenska namnet är följdriktigt **fjädermoln**. De består av iskristaller och lyser vita i solen. De ser mycket snälla ut men är ändå tecken på att dåligt väder är på gång. 6-12 timmar efter det att cirrusen observeras kan man räkna med att regnet börjar.

Några timmar efter cirrusen börjar ett disskikt uppträda på höjd som successivt tättnar. Till en början består detta skikt som ligger på ca 5-8 km höjd av iskristaller. Molnslaget är **cirrostratus** (cs) eller **slöjmoln**. Solen syns tydligt genom molnen. Man kan ibland se en stor ring runt solen, halo. Under cirrostratusen börjar tidigare moln i form av **cumulus** (cu) och **cumulonimbus** (cb) att minska efterhand i intensitet och upplösas. Anledningen är att solinstrålningen som ju är

förutsättningen för att dessa moln bildas upphör. Termiken upphör också i samma takt. Annalkande cirrus ger alltså hängflygaren den informationen att termiken inte kommer att vara så länge till och snabbt upphöra när disskiktet börjar bildas på höjd. Å andra sidan kan nybörjaren glädjas åt några timmars stabilare luft där turbulensen upphör.

Molnen sänker sig successivt och iskristallerna övergår i vattendroppar. Då kallas molnen **altostratus** (as) eller **skiktmoln** eftersom dessa moln ofta består av flera skikt. Solen syns till en början som en matt skiva men försvinner snart i diset. Molnhöjden är nu ca 2-5 km.

Till slut kommer regnet. Definitionsmässigt övergår då **altostratus** i **nimbostratus** (ns) eller **regnmoln**. Regnområdet är i "standardfronten" ca 30 mil djupt men varierar högst väsentligt beroende på frontens bredd och om rörelseriktningen är vinkelrät mot aktuell plats. Starkt avgörande är var längs frontlinjen observatören befinner sig. Regnet är vanligtvis ordinärt men kan vara ymnigt och "pågå hela dagen". Molnen är mycket mäktiga, ofta med iskristaller i topparna. Molnbasen kan fortfarande ligga ett par km upp men sjunker successivt.

Närmare frontlinjen (de sista milen) kan **stratus** (st), **dimmoln**, bildas på låg höjd i det kraftigaste regnet. Fuktigheten kan bli så stor att också frontdimma bildas.

När varmfrenten passerat upphör regnet och de höga molnen upplöses. Nu har emellertid varmare och fuktig luft brett ut sig över en tidigare kall yta som kyls ner av kalla regndroppar som fallit från hög höjd. Vanligtvis kvarstår därför en fuktig vädertyp, varmassa således. Ibland är vädret inte alls flygbart men troligen är det "skolväder" ett

tag nu. Denna varmassa mellan varm- och kallfronten kallas varmsektor.

Kallfronten

Efter en varmfront följer normalt en kallfront. Hur länge det dröjer beror på var längs frontsystemet man befinner sig. Kallfronten rör sig snabbare än varmfrenten, ca 50 km/tim, och hinner därför upp föregångaren.

Den kallare luften bakom kallfronten är tyngre än den varmare luften framför. Därför tränger den sig under varmluften som då hävs. Denna process sker efter en brantare yta än den varmfrenten hade. Kallfrontens djup är bara något eller några 10-tal mil. Den varma och redan fuktiga luften hävs snabbt genom frontens mindre lutning och större hastighet. Vid den snabba hävningen sker också avkylningen snabbt och stora vattenmängder frigörs vid kondensation. Längs hela fronten bildas därför tätt liggande **cumulonimbus**. Regnet kan bli häftigt och åska kan förekomma längs hela fronten (frontåskväder).

När kallfronten närmar sig måste man landa i god tid. Kraftiga vindbyar och varierande stig- och fallvindar kan förekomma långt framför fronten. Vid frontpassagen är vädret mycket olämpligt för flygning. Parerade hängglidare bör säkras. Här är det fråga om häftigt regn, kraftiga vindbyar och kanske åska.

På någon eller några timmar har fronten passerat. En svalare luftmassa har förts in. Denna uppträder nu vanligtvis som kallmassa då tidigare varmluft värmt upp underlaget. Det betyder att luften och marken snabbt torkar upp. Molnen skingras och solinstrålningen kan börja med cumu-

lusbildning och möjligheter till termik. Vinden vrider normalt vid frontpassagen till ett högre gradtal.

Ocklusionsfronter

Eftersom kallfronten är snabbare hinner den upp varmfronten. Nära lågtryckscentrum är avståndet kort från början och de två fronterna påverkar varandra, ockluderar, tidigt. Efterhand fortsätter ocklusionen längs frontlinjen.

En ockluderad front är alltid försvagad. Den varma luften mellan fronterna pressas i höjden och vid marken är det den ursprungliga luften framför varmfronten som nu pressas undan av luften bakom kallfronten. Dessa luftmassor kan teoretiskt ha samma temperatur och fuktighet. Då försvinner fronternas effekt efterhand. Råder däremot en temperaturskillnad så är det nu frågan om vilken som är kallast eller varmast.

Om luftmassan bakom kallfronten är varmare än den ursprungliga luften framför den uppressade varmfronten kommer ocklusionsfronten att i huvudsak uppträda som en försvagad varmfront (bild 5). Är den nya luften kallare så blir ocklusionsfronten mera lik en kallfront (bild 6). Eftersom det är fråga om blandning av fronter kan också moln av olika slag finnas blandade och kanske osynliga. Effekterna kvarstår dock synliga. Så kan t ex cumulonimbus från kallfronten finnas inbäddade i mera oskyldiga varmfrontsmoln. Väderutvecklingen efter ocklusionsfronten beror på om det är en kallare eller varmare luftmassa som nu tränger fram jämfört med den ursprungliga.

ÖVERGRIPANDE

Det är främst temperaturskillnaderna mellan luftmassorna på ömse sidor om fronten som avgör hur kraftigt vädret förändras. Därför kan utvecklingen i samband med och efter frontpassage starkt avvika från det som ovan redovisats som typiskt skeende.

Det bör påpekas att särskilt kallmassan kan vara avsevärt besvärligare på sydligare breddgrader. Med mycket stor solinstrålning skapas stark labilitet till höga höjder med mycket håftiga cumulonimbusmoln. Följden blir kraftiga urladdningar i form av regnskurar som närmare kan liknas vid skyfall. Turbulensen blir också avsevärt kraftigare än hos oss och kan vara direkt farlig för en hängflygare även om

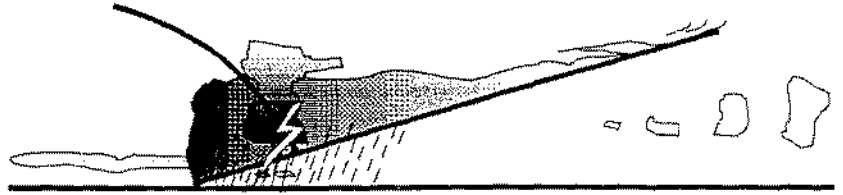


Bild 5. Varmfrontsocklusion. Kallfronten har hunnit upp varmfronten. Då luften bakom kallfronten (till vänster i bild) är varmare än luften framför varmfronten (till höger i bild) klättrar kallfronten upp på varmfronten. Den ockluderade fronten fortsätter som en försvagad varmfront. Den riktigt varma luften har pressats i höjden mellan fronterna.

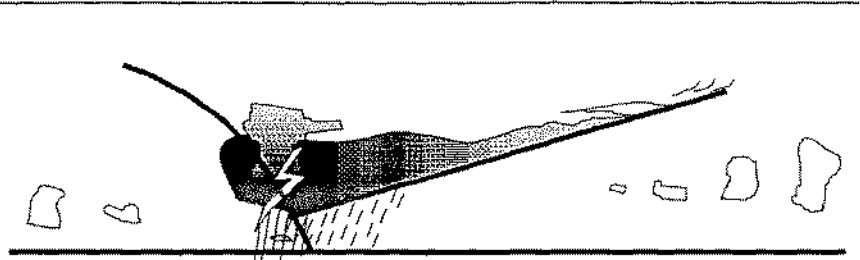


Bild 6. Kallfrontsocklusion. Kallfronten har hunnit upp varmfronten. Då luften bakom kallfronten (till vänster i bild) är kallare än luften framför varmfronten (till höger i bild) pressar sig kallfronten under varmfronten. Den ockluderade fronten fortsätter som en försvagad kallfront. Den riktigt varma luften har pressats i höjden mellan fronterna.

vädret för regionen i fråga är relativt normal.

Vädret i Norden är mycket varierande just därför att vi befinner oss på de breddgrader där polarfronten med sina störningar oftast ligger. Sverige ligger mellan två geografiska områden med helt skilda typiska klimat.

I öster har vi det stora landområdet som domineras av Ryssland med randstater. Där råder i stort ett torrt kontinentalt klimat med varma somrar och kalla vintrar. Redan i Finland kan vi märka en tydlig förändring åt det hållet.

På vår västra sida har vi Atlanten med ett fuktigt maritimt klimat där temperaturskillnaden över året är avsevärt mindre. I grannlandet Norge råder ett utpräglat maritimt väder.

Då störningarna på polarfronten oftast rör sig mot öster drabbas vi i högre grad av det maritima vädret. Detta försvagas dock genom att den Skandinaviska bergskedjan ger oss skydd. En stor del av luftens fuktighet lämnar i form av regn på den norska västsidan där luften tvingas stiga och avkyls. Vi får då ett torrare klimat.

Förutse det flygbara

Genom att titta på väderkartor och observera väder och moln kan hängflygaren bättre planera sin flygning och någorlunda förut säga vilka möjligheter som borde finnas. Man finner dock snart att vädrets utveckling är svårare att förut säga än man kan tro. Den skolmässiga utvecklingen som man kan inhämta i lärande skrift, som denna t ex, kan ibland vara svår att känna igen. Lågtryck rör sig inte alltid åt öster utan kan komma i mera spegelvänd form från SO. Då har även meteorologen svårt att prognostisera. En liten störning eller avvikelse från det man tror skall hända utifrån det man ser i ett läge fortplantar sig till astronomiska avvikelser om man försöker att matematiskt beskriva utvecklingen.

Kunskaper kombinerade med erfarenhet ger i vart fall större förut-sättningar till ett rikt hängflygliv.

Det viktigaste är ändå att man som hängflygare kan förutse och känna igen det farliga vädret och att man inser när flygningen bör avbrytas.

**Var hittar jag och
hur tolkar jag?**



ESSB 180918 24005KT CAVOK

Väderinformation



I den här artikeln får Du fått en hel del tips om hur Du skall få tag i väderinformation. Tänk på att Ditt lokala väder kan skilja i detalj. Tyvärr är de flesta prognoser inte så detaljrika beträffande vindar som vi hängflygare skulle önska i vart fall inte när det gäller de krav som nybörjare ställer. Här kan allmänna kunskaper i meteorologi vara värdefulla. Ett exempel: Luften är mera stilla på morgnar och kvällar på sommaren under vissa väderbetingelser medan det kan vara ganska turbulent på dagen. Den här informationen hittar Du aldrig i en prognos. Med de kunskaper Du har möjligheter att få genom att läsa tidigare artiklar om meteorologi kan Du överbygga den här bristen. Efter en tids flygande blir Du också erfararen i att tolka väder och dess troliga utveckling. Teorikunskaper är en god hjälp.

Tidigare artiklar om meteorologi i Hypoxia:

- * Nr 57 Meteorologins grunder (ger den grundkunskap som gör att man förstår "varför det blir på visst sätt")
- * Nr 60 Vindar del 1 (detaljerat om vindar - en nödvändig kunskap för en hängflygare)
- * Nr 62 Vindar del 2 (en direkt fortsättning på del 1. De båda delarna skall ses som en helhet)
- * Nr 64 Luftmassor och fronter (förklarar främst varför vädret är just det väder som råder och vad man kan förvänta sig händer)

Flera artiklar kommer.

Meteorologi del 4

Av Rolf Björkman

Om man kan mycket om meteorologi och kan läsa tecken så är man en bit på väg när det gäller att förutsäga utvecklingen på kort sikt. Vissa tecken skyn ger klara besked om vad som händer inom några minuter, andra timmar och vissa om något dygn. Ju längre tid vi vill få en hint om väderutvecklingen ju svårare blir det. Alla tecken till trots kan utvecklingen bli en annan än vi tänkt oss. Tyvärr finns det för många osäkra faktorer i meteorologin för att amatören skall lyckas särskilt väl genom att titta mot himlen. Det kan vara nog så svårt även för meteorologer med hjälp av allt det underlag de har och alla de jättedatorer som gör beräkningar åt dem. Meteorologernas prognoser är dock vida överlägsna de gissningar Du kan göra utifrån tecken i skyn.

Stor variation

Ju kortare tid man vill blicka framåt desto säkrare är prognoserna. De längsta vi får tillgång till som sträcker sig över fem dagar innehåller så många felkällor inför den sista dagen att de ofta upplevs som usla prognoser. Om Du tänker efter hur ofta de faktiskt träffar rätt (det reagerar de flesta inte på) så är det ändå inte så dåligt. Den sista prognosen som gäller flygning dagen efter eller ännu säkrare samma dag är ofta väldigt bra. Flygprognoser som sträcker sig över nio timmar framåt är mycket tillförlitliga.

En väder rapport kan variera högst avsevärt i detaljnoggrannhet. Prognosområdet kan gälla allt mellan "södra Sverige" och "Stockholms norra skärgård, inre delen". Det kan vara en

översikt som säger endast "mulet" till detaljer om väder, vind, moln, temperatur osv. Rapporten är anpassad till den målgrupp man vill nå.

Hur får vi hängflygare tag på bra rapporter?

TV

Några dagar före avsedd flygdag och dagen innan är TV:s rapporter bra. De ger en allmän bild av vädret och en minnesbild. Ofta finns vinduppgifter angivna. Allra bäst är de regionala TV-rapporterna i Rapport ca 19.25, men de sänds tyvärr inte på lördagar.

Radio

På morgonen är radions rapport i P1 kl 06.55 och 07.55 rätt bra. Än bättre är det lokala radiovädret i P4 eller P5 där denna kanal finns. Toppen tycker jag den lokala sjöväder rapporten för Stockholmsområdet är. Motsvarande finns för många andra områden. Själv lyssnar jag 09.03 på Radio Stockholm P4 eller P5 på sommaren. Seglarvädret med detaljerade vinduppgifter och utveckling för dagen för Östra Mälaren passar skolning i Stockholms västra delar perfekt. Vardagar återkommer rapporten flera gånger. Tyvärr sänds denna specialrapport dagligen bara under högsommaren och på helger under sommarhalvåret. Du kan säkert hitta något liknande för Ditt område. Övriga delar av året finns ändå lokala väder rapporter på lokalradion men ofta saknas just det som hängflygaren behöver, vinden!

Allt det här var enkelt och gratis. Nu börjar det kosta men kan fortfarande vara billigt eller till och med gratis om man väljer rätt.

Dyrt via telefon

Ett dyrt men ofta bra alternativ är SMHI väderinformation på telefon 07-nummer. Priset 1998 är 8:65 kr/min.

Via "Fritidsvädet" på 071-43 43 30 kan Du knappa Dig fram till vilken kommun som helst i landet och få först en detaljprognos för det närmaste dygnet sedan en översikt för de närmaste fem dygna. Tyvärr är vinduppgifterna inte så bra. Du kan kontrollera någon gång men blir kanske besviken.

För Stockholm finns ett annat 07-nummer som jag inte vet hur jag fått. Det är 071-41 10 00. Prognosen uppdateras i takt med flygprognoserna var tredje timme och innehåller dessutom den senaste aktuella väderobservation från Bromma för tiden nära innan meddelandet lästes in. Detta nummer använder jag ofta för beslut om skolning samma dag. Kanske finns motsvarande i andra delar av landet.

Billigt via telefon

En helt gratis telefontjänst är faktiskt SMHI 020-58 10 00 (LFV betalar). Numret har tillkommit för att inte

alla privatflygare skall ringa ner våra briefingkontor för att få flygväder innan flygning. Där kan Du knappa Dig fram för att få flygväder områdesvis. För att komma till detaljvädret för ett område måste Du först lyssna till en ganska detaljrik översikt i det FIR Du först valt. Det finns tre FIR (Malmö, Stockholm och Sundsvall). Håll ut så kan Du så småningom välja ett mindre område. Kartan enligt bild 1 hjälper Dig att välja rätt område. Om Du skall flyga sträcka kan även vindar på höjder som 2000 ft vara av intresse vilket Du får här. För vädret mera lokalt eller för vinduppgifter i detalj är denna informationskanal väl grov. I många områden torde den dock vara den bästa som står att få. Om inte för annat så kan det vara kul att höra den syntetiska rösten som läser upp informationen.

De flesta bor inte alltför långt från en flygplats. Flygplatsprognoser och flygplatsobservationer är detaljrika och mycket bra. För den som kan "språket" är det möjligt att ringa Luftfartsverkets briefingkontor. Om man inte är utbildad (som motorflygarna) göra man sig inte besvär utan möts nog bara av ovilliga operatörer eller meteorologer. När Du lärt Dig språket enligt denna artikel och tränat en tid på Internet kan Du kanske ringa 08-797 63 40 och be att få en prognos och aktuellt väder upplästa för en viss flygplats. Den läses i samma kodform som i skrift nedan.

Internet

SMHI

En del grundkunskaper kan Du få via SMHI hemsida. Gå till följande adress:

<http://www.smhi.se/sgn0104/flyg/text.html>

Du kan använda en del av informationen från den sidan till fortsättningen nedan när Du jobbar med Luftfartsverkets information.

Luftfartsverket

Innehåll

En bra service som Luftfartsverket börjat med 1998 är att lägga ut flygplatsprognoser och observationer på Internet. Jag tycker att detta är mycket bra. Syftet är som för 020-numret ovan. Flyget betalar. Uppdatering sker var 3:e timme. Adressen är

<http://www.lfv.se/met/met.htm>

Du hittar en översikt. I den jobbar Du Dig fram till önskat område efter samma principer som med 020-numret vi nyss behandlade. Ibland finns bara textöversikt för varje FIR, ingen karta.

Sedan har Du flygplatsobservationer = METAR uppdelade på Sverige, Norden och Europa. Flygplatsprognoser = TAF finns för 9 timmar för Sverige, Norden och Europa och för 18 timmar enbart Europa. Ju större område desto färre svenska flygplatser finns med. Själv är jag för min skolning i Stockholmsområdet intresserad av Brommas METAR och TAF.

I METAR får Du veta exakt hur vädret var en viss tid. Informationen uppdateras varje halvtimme. TAF görs var tredje timme en timme innan den börjar gälla och kan vara 3 timmar gammal. Det betyder att en färsk TAF kan börja gälla en timme senare och 9 timmar framåt från den tiden. Läser Du strax innan nästa TAF publiceras kan det ha gått ett par timmar in på den prognostiserade 9-timmarsperioden. Uppdatering sker varje halvtimme men samma TAF ligger således kvar i tre timmar om det inte görs direkta ändringar. Sådana ändringar görs bara om meteorologen upptäcker att han gjort en alldeles felaktig prognos.

Alla tidsangivelser är i UTC (det som tidigare kallades GMT). Med sommartid så visar Din klocka två timmar mer och på vintern en timma mer än UTC. Klockan 0600 UTC är således 0800 eller 0700 svensk tid.

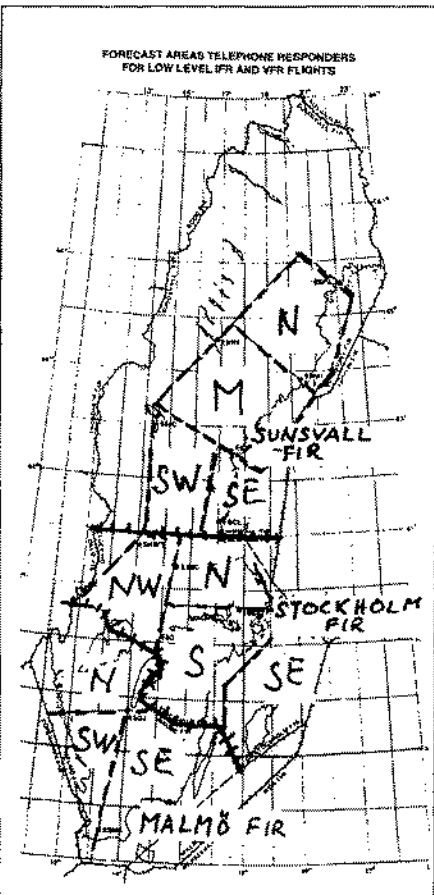
Så skall Du få lära Dig hur Du läser METAR och TAF.

Ett exempel visas i bilderna sid 8-9 som Du hela tiden kan jämföra med. Varje flygplats har en rad i METAR och en rad i TAF. De presenteras i flygplatsindikatorernas bokstavsordning. Det kan ibland variera något beträffande vilka som finns med. För varje flygplats finns ett antal grupper med bokstäver eller siffror eller blandning. Koden kan verka krånglig med efter ett tag märker Du att logiken är tydlig och det är ganska lätt att hänga med.

Flygplatsobservation-METAR

Direkt under rubriken ser man när informationen uppdaterades sist. Klockslaget är i tim, min och sek UTC.

Den första gruppen innehåller fyra bokstäver och är flygplatsens platsindikator. Du identifierar alltså vilken flygplats det gäller. Alla svenska flygplatser börjar på ES och de norska på EN. Om Du vill söka på andra länder kan Du oftast lista ut vilket land som avses. De



Ibland finns här också en logik men ofta är den svår att se. Om tredje bokstaven är M ligger flygplatsen i Malmö FIR, S i Stockholms FIR och N i Sundsvalls FIR (Norrland). Bokstäverna räcker inte för den principen så många andra varianter förekommer. Alla de olika små flygplatserna i landet har också sådana här indikatorer. Det är bara de större med reguljär trafik för vilka det görs METAR och TAF. Den fjärde bokstaven har man använt logiskt så långt bokstäverna räckt. ESSA är således Arlanda, ESNU Umeå osv. Det är emellertid inte så lätt att inse att ESPA är Luleå.

ESDA	Ljungbyhed
ESDB	Ängelholm
ESDF	Ronneby
ESGG	Göteborg Landvetter
ESGJ	Jönköping
ESGT	Trollhättan
ESGP	Göteborg Säve
ESGR	Skövde
ESIB	Sätenäs
ESKN	Stockholm Skavsta
ESMK	Kristianstad
ESMQ	Kalmar
ESMS	Malmö Sturup
ESMT	Halmstad
ESMX	Växjö
ESNG	Gällivare
ESNK	Kramfors
ESNN	Sundsvall
ESNO	Örnsköldsvik
ESNQ	Kiruna
ESNS	Skellefteå
ESNU	Umeå
ESOE	Örebro
ESOK	Karlstad
ESOW	Västerås Hässlö
ESPA	Luleå
ESPC	Östersund
ESSA	Arlanda
ESSB	Bromma
ESSD	Borlänge
ESSP	Norrköping
ESSV	Visby

Sedan följer tiden. Det förutsätts att Du vet vilken månad det är. De två första siffrorna är datum och de fyra sista klockslaget. METAR är nästan alltid gjord tjugo min efter och tio min före hel timme. 181450 betyder den 18:e i denna månad kl 14.50.

Nästa grupp gäller vinden och innehåller normalt fem siffror följt av KT (knop). KMH (km/tim) kan förekomma på militära flygplatser. I andra länder kan MPH (miles per hour) före-

komma. De tre först siffrorna anger vindriktningen i grader. De nästa två anger vindstyrkan i den sort som följer. 09015KT betyder att vinden kommer från 090° dvs från öster med medelstyrkan 15 knop. Om vinden är mycket byig anges detta med ett tillägg G för gusty och maxvinden. 18018G35KT innebär vind från 180° (söder) med medelvind 18 knop och med byar upp till 35 knop. Om vindriktningen varierar lite hur som helst anges VRB (variabel) följt av styrkan. Detta är vanligt vid mycket svaga vindar t ex mitt i lågtryckscentrum. Om vinden varierar kraftigt i riktning anges t ex 360V070 vilket innebär varierande riktning mellan 360° och 070°.

Nästa grupp anger sikt i fyra siffror. Man läser sikten i meter. 9999 innebär 10 km sikt eller bättre, 5000=5 km, 2500=2,5 km, 0150=150 m, 0000=mindre än 50 m. Sparsamt kan förekomma ett väderstreck, ex SW (sydväst) och betyder sämst sikt i den riktningen. Om det finns ett R och några siffror anger det bansynvidd för en viss bana, vilket knappast är av intresse för hängflygaren.

Vid bra väder ersätts siktgruppen med ordet CAVOK (cielning an visibilitety är OK). Den gruppen innebär att det är minst 10 km sikt, inga moln under 5000 ft (1500 m), ingen nederbörd, åska eller låg dimma.

Nu kommer gruppen med "väder" om det finns något. Annars saknas den gruppen. Antalet bokstäver kan variera.

RA	regn (rain)
DZ	duggregn (drizzle)
SN	snö (snow)
GR	hagel (hail)
SG	kornsnö (snow grain)
SH	skurar/byar (shower) (ej ensamt)
SHRA	regnskurar
SHSN	snöbyar
FG	dimma (fog)
BR	dis (mist)
FZ	underkylt (freezing) (ej ensamt, ex FZDZ=underkylt duggregn)
TS	åska (thunderstorm).

Det finns ytterligare ett antal mera ovanliga i Sverige. + framför betyder kraftigt och - svagt. TSSHRA är ingen lovande uppgift då det betyder regnskurar med åska. Då är nog skurarna kraftiga och farliga vindar förekommer.

Nästa grupp eller flera grupper i rad behandlar moln. Det är inte ovanligt med upp till tre grupper. En förutsättning för flera grupper är att de lägre molnen inte täcker himlen. Finns inga moln saknas gruppen. I vissa fall kan anges SKC=molnfritt (sky clear), t ex när det är låg dimma eller mycket dålig sikt men inga moln eller annat väderfenomen utan moln. Gruppen består av tre bokstäver som anger mängden moln och tre siffror som anger molnbasen (undersida) i hundratal fot. Gruppen kan följas av CB om molnslaget är cumulonimbus.

FEW	few=<25% av himlen är täckt på denna höjd
SCT	scattered=>25-50%
BKN	broken=>50-100%
OVC	overcast=100%

001=molnbas 100 ft, 025=2500 ft, 200=20.000 ft. Om molnundersidan är mycket diffus vid låga moln anges VV=vertikalsikt från marken och uppåt. VV003 innebär att man kan se marken upp till 300 ft.

Nu följer fyra siffror med ett snedstreck i mitten. Det är temperatur och daggpunkt. 23/15 innebär aktuell temperatur 23°C och daggpunkt 15°C. 03/M07 betyder temperatur 3°C och daggpunkt -7°C.

Nästa grupp börjar alltid med Q och sedan följer fyra siffror. Det är **lufttrycket vid havsytan** där flygplatsen är belägen uttryckt i hektopascal (QNH). Q0998 innebär QNH=998 Hpa.

TREND

Oftast slutar METAR här men den kan åtföljas av en TREND vilket är en korttidsprognos för den närmaste tre timmarna. Följande tre varianter förekommer i Sverige regelbundet:

NOSIG ingen signifikant förändring = i princip oförändrat väder. Denna grupp står alltid ensam

BECMG becoming = går mot. Den åtföljs av någon typ av information som Du känner igen från andra grupper. Värdet förändras alltså mot detta nya oftast tydligt bättre eller sämre.

TEMPO temporärt. Det väder som anges kan inträffa då och då

under perioden men varar max en timme var gång och omfattar totalt mindre än hälften av tiden. Det är ofta fråga om regnskurar som tillfälligt ger både sämre sikt och molnbas. Men det kan också röra sig om tillfälliga förbättringar.

Andra förkortningar som kan dyka upp är:

SPECI ändrad METAR
 FM from, från (+tid)
 TL till, till (+tid)
 ICE ice, isbildning
 TURB turbulence, turbulens

Ytterligare förkortningar kan förekomma men är av mindre vikt.

Flygplatsprognoser- TAF

I dagligt tal använder man ofta försvenskning av förkortningen TAF i form av uttrycken taff, taffen, taffar och taffarna.

Du har redan lärt Dig att läsa en stor del av en TAF om Du förstått hur Du läser METAR. Här följer det som saknas.

Under rubriken anges när listan uppdaterades senast. Tiden är UTC. Den här tiden säger inget om en TAF:s giltighet utan visar bara att listan är den aktuella.

Flygplatsindikatorerna förstår Du redan.

I grupp två kommer tiden men nu med en annan innebörd. de två första siffrorna är dagens datum. Sedan följer fyra siffror som anger prognostiden i UTC. 181524 betyder alltså den 18:e i månaden 15.00 - 24.00. Prognoseerna gäller oftast 9 timmar men kan ha annan tidsutsträckt beroende på att flygplatsen bara har öppet en begränsad tid. I så fall görs prognos bara för just den tiden.

Ett antal grupper som nu följer visar ett antal värden antingen under hela prognostiden eller vid prognostidens början. Vilket ser man lite längre fram. Informationen kommer i följande ordning: vind, sikt, väder och moln med en eller flera grupper helt enligt samma principer som METAR. Men nu är det inte uppmätta värden utan förväntade i något slags medelvärde. Väder och moln kan saknas om de inte

är aktuella. Sikt, väder och moln kan ersättas av CAVOK.

Om ingen större förändring, eller egentligen signifikant ändring, väntas så är hela TAF:en slut där.

Med **signifikant ändring** menas att någon av väderfaktorerna ändras så att värdet passerar vissa givna gränser. Gränserna ligger lätt vid låga värden och på låg höjd och i övrigt glesnande ju bättre vädret blir.

Om en signifikant ändring väntas så fortsätter prognosen med ett av följande uttryck:

BECMG becoming, gradvis förändring
 TEMPO temporärt
 PROB +två siffror, sannolikhet+10-tals%.

Därefter anges fyra siffror t ex 1822, vilket betyder 18.00-22.00. Om tiden står efter BECMG innebär det att förändringen till nytt väder som följer kan inträffa när som helst mellan tidsangivelserna, dock påbörjas tidigast vid den första tiden och vara helt avslutad vid den senare tiden. Om förändringen sker snabbt eller successivt under perioden anges inte. Därför skall en pilot tolka det så att en försämring inträffar direkt vid första tiden och en förbättring kommer först vid periodens slut. Innan gäller "grundvädret".

TEMPO innebär att det efterföljande vädret kan inträffa när som helst mellan tiderna. Ett "temporärt väder" förväntas vara mindre än halva tiden och ha en varaktighet varje gång om max en timme. Om tidsangivelse saknas efter TEMPO kan detta väder inträffa under hela prognosperioden. Står en TEMPO-grupp utan tid efter t ex BECMG 1820 så kan det inträffa när som helst efter 18.00 och vara tills hela prognostidens slut.

PROB40 0912 betyder att det därefter angivna vädret inträffar med en sannolikhet av 40% och om det överhuvud taget inträffar så blir det mellan 09.00 och 12.00. Sedan anges en eller flera av följande beroende på vilka som väntas ändras: sikt, väder och moln.

En TAF kan innehålla flera BECMG med olika tider och flera TEMPO-grupper. BECMG, TEMPO och PROB kan alla förekomma i samma TAF. Teoretiskt kan en TAF därför bli mycket lång och krånglig att läsa. Den kortaste tänkbara innehåller bara vind och CAVOK eller ett molnsikt.

Träna på METAR och TAF på det exempel som finns på nästa sida.

Flygradio

Du som har flygradio och finns inom räckhåll för vissa större flygplatser kan lyssna på ATIS (Air Traffic Information Service). Det är en bandspelare som ständigt går runt med aktuellt väder för den flygplatsen och en del annan information som gäller flygplatsen. Uppdatering sker 10 minuter före och 20 minuter efter hel timme. Det är flygplatsens METAR som läses ut i "klartext" på engelska och kallas då **MET REPORT**. Finns korttidsprognosen TREND så läses även den ut så som vi redan gått igenom för METAR. För Bromma är frekvensen 122.45 MHz. För vissa flygplatser läses ATIS på en VOR-frekvens vilket innebär att den ligger under 118.0 MHz. Oftast har flygradion inte denna frekvens utan då krävs att man har navigeringsutrustningen VOR. Om Du kan uppbyggnaden av METAR och förstår engelska på låg nivå kan Du med lite lyssnarträning säkert förstå en MET REPORT.

Kanske kan Du hitta annan information om vädret som passar Dig. Exempel kan vara:

- speciellt fjällväder för turister
- automatiska vädarsändare från en viss plats där Du ringer upp ett telefonnummer och kan lyssna av t ex vinden just nu.
- direkt väderutsändning från fjällstationer via lokal TV (är vanligt i Alperna).

SMHI (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut) är ett affärsdrivande verk. Det innebär att man säljer sina tjänster t ex till olika TV- och radiokanaler, företag och privatpersoner. 07-numren är ett annat exempel. Luftfartsverket är en stor kund som köper flygväder. Det betalas ytterst av flygbolagen och av privatflyget genom olika slags avgifter. Ballongföretagen har ett särskilt krav på vindprognoser för turistflygningar över Stockholm och betala gemensamt rätt mycket för detta. Om Du inte slår 07 utan får vädret på annat sätt har någon annan betalat. När det gäller Luftfartsverkets 020-nummer och Internet "åker vi snålskjuts" på avgiftsbetalande flyg. Rid på vågen men klaga inte! Tänk på att vi inte har en enda avgift till LFV.

Exempel och förklaringar

Under rubrikerna METAR Sweden och TAF 9 hours Sweden är de olika värdena uppräddade. Här nedan har en förklaring lagts in efter varje rad. Denna finns naturligtvis inte i den lista Du läser i verkligheten. Antalet flygplatser kan vara uppåt 30. Det innebär att allt inte får plats på en A4-sida. Här nedan har bara ett fåtal exempel valts. Därutöver har valts några exempel från andra tider eller datum.

METAR är observationer som daterats upp på listan nedan söndagen 30 augusti 1998 kl 05.55 UTC, dvs 07.55 svensk tid. Själva observationerna är gjorda bara ca 5 min tidigare som framgår av varje METAR.

METAR Sweden

Last updated Sun Aug 30 05:55:04 UTC 1998

ESDB 300450 19002KT CAVOK 10/10 Q1015=

Ängelholm hade den 30:e i månaden 04.50 (06.50 lokal tid) (en gammal observation som inte ersatts) vind 190 grader 2 knop och CAVOK (mycket bra väder). Temp 10 grader och daggpunkt 10 grader. Lufttryck QNH 1015 Hpa.

ESNU 300550 02008KT 330V050 9999 SCT006 BKN018 11/09 Q1018=

Umeå hade den 30:e kl 05.50 UTC vind 020 grader 8 knop varierande mellan 330 grader och 050 grader. Sikten minst 10 km, spridda moln med undersida 600 fot, brutet molntäcke på 1800 ft, temp 11 grader, daggpunkt 9 grader och QNH 1018 Hpa.

ESSA 300550 34007KT 9999 -DZ FEW002 BKN003 11/11 Q1014 TEMPO BKN007=

Arlanda hade samma tid vind 340 grader 7 kt, minst 10 km sikt, duggregn, få moln på 200 ft, brutet molntäcke på 300 ft, temp och daggpunkt 11 grader, QNH 1014 Hpa. Temporärt under tre timmar (räknat från kl 05.50) brutet molntäcke på 700 ft.

ESSA 301850 35007KT 9999 SCT005 BKN008 12/11 Q1015 NOSIG=

Arlanda hade den 30:e kl 18.50 UTC vind 340 grader 7 kt, minst 10 km sikt, spridda moln på 500 ft, brutet molntäcke på 800 ft, temp 12 grader, daggpunkt 11 grader och QNH 1015 Hpa. Ingen signifikant förändring av vädret väntas de närmaste tre timmarna.

ESNN 181550 29014KT 9999 FEW015 FEW030CB SCT070 12/07 Q0999=

Sundsvall hade den 18:e kl 15.50 UTC vind 290 grader 14 kt, minst 10 km sikt, få moln på 1500 ft, få moln på 3000 ft, spridda moln på 7000 ft, temp 12 grader, daggpunkt 7 grader och QNH 999 Hpa.

TAF är flygplatsprognoser som daterats upp på listan nedan söndagen 18 augusti 1998 kl 05.11 UTC. svensk tid.

TAF 9 hours Sweden

Last updated Tue Aug 18 15:11:05 UTC 1998

ESDF 181521 28010KT CAVOK=

Ronnebys prognos för den 18:e gällande mellan kl 15.00 och 21.00 UTC (Flygplatsen stänger 21.00 (23.00 lokal tid). I annat fall skulle prognosen gjort för 9 tim, dvs till 24.00 UTC). Vinden väntas vara 280 grader och 10 kt. Vädret är CAVOK dvs mycket bra hela perioden.

ESGG 181524 27014KT 9999 SCT030=

Vid Göteborg Landvetter den 18:e mellan 15.00 och 24.00 UTC väntas: vind 270 grader 14 kt, minst 10 km sikt, spridda moln på 3000 ft.

ESKN 181524 25015G25KT 9999 SCT035 PROB30 1518 -SHRA BKN020CB=

Vid Skavsta (Nyköping) samma tid väntas: vind 250 grader 15 kt med byar upp till 25 kt, minst 10 km sikt, spridda moln på 3500 ft. Det råder 30 % risk att det mellan 15.00 och 18.00 UTC uppträder regnskurar med brutet molntäcke av bl a cumulonimbus på 2000 ft.

ESNK 181521 28007KT 9999 SCT015CB BKN030 TEMPO 1521 4000 SHRA
BKN012 BKN015CB PROB30 1517 2000 TSRA=

Vid Kramfors 18:e kl 15.00 till 21.00 UTC väntas: vind 1280 grader 7 kt, sikt minst 10 km, spridda CB-moln på 1500 ft, brutet molntäcke på 3000 ft. Temporärt mellan 15.00 och 21.00: 4 km sikt, regnskurar, brutet molntäcke på 1200 ft, brutet molntäcke av CB på 1500 ft. Det råder 30 % risk för att det mellan 15.00 och 17.00 skall bli sikt 2 km och åska i samband med regn.

ESNN 181524 27012KT 9999 SCT030CB BKN050 TEMPO 1521 4000 SHRA
BKN012 BKN020CB=

Vid Sundsvall den 18:e mellan 15.00 och 24.00 väntas: vind 270 grader 12 kt, minst 10 km sikt, spridda CB-moln på 3000 ft, brutet molntäcke på 5000 ft. Temporärt mellan kl 15.00 och 21.00: 4 km sikt, regnskurar, brutet på 1200 ft och brutet CB-moln på 2000 ft.

ESGG 251524 30008KT 9999 BKN020 TEMPO 1518 27012G25KT TEMPO 1524
SHRA BKN020CB PROB30 1518 3000 TSRA=

Vid Göteborg Landvetter den 25:e mellan 15.00 och 24.00 väntas: vind 300 grader 8 kt, minst 10 km sikt, brutet molntäcke på 2000 ft. Temporärt mellan 15.00 och 18.00 270 grader 12 kt med byar upp till 25 kt. Temporärt mellan 15.00 och 24.00 regnskurar brutet molntäcke med CB på 2000 ft. 30 % risk för att det mellan 15.00 och 18.00 blir 3000 km sikt, åska och regn. Man kan se framför sig en typisk kallluftmassa i Göteborgstrakten med rätt mycket moln, troligen cumulus. Det förekommer regnskurar och det förekommer att vissa mer sällsynta av dessa är kraftiga och innehåller åska och kraftiga vindbyar. Dessa kraftiga byar minskar under kvällen och sent är det bara "vanliga" skurar kvar.

ESMS 300615 32006KT 0300 FG VV001 BECMG 0609 6000 BR BKN015 BECMG
1315 SCT020CB=

Vid Malmö Sturup den 30:e mellan 06.00 och 15.00 UTC väntas: vind 320 grader 6 kt, sikt 300 m i dimma, vertikalsikt 100 ft. Vädret förändras mellan 06.00 och 09.00 (förändringen inträffar senast 09.00) till 6 km sikt i fuktdis och brutet molntäcke på 1500 ft. Vädret förändras mellan 13.00 och 15.00 till spridda moln med CB och molnbas 2000 ft (detta väder har nåtts senast 15.00).

ESMS 301221 31007KT 7000 BR BKN016 BECMG 1315 36010KT SCT020CB BECMG
1820 CAVOK =

En senare prognos för Malmö Sturup för samma dag mellan 12.00 och 21.00: vind 310 grader 7 kt, 7 km sikt i fuktdis, brutet molntäcke på 1500 ft. Mellan 13.00 och 15.00 ändras vädret till: vind 360 grader 10 kt, spridda moln med CB och undersida 2000 ft. Mellan 18.00 och 20.00 ändras vädret till CAVOK, vilket är mycket bra.

De två sista prognoserna ovan för Malmö visa en typisk utveckling under en dag som börjar med dimma som lättar under dagen och sikten ökar. När solen får grepp uppträder cumulus som växer till CB. Vinden ökar. På kvällen upplöses molnen och det blir fint väder. Fråga: Hur mycket blåser det mellan kl 20.00 och 21.00? Svar: Enligt prognosen 360 grader och 10 kt. Det troliga är nog att vinden har lagt sig, men meteorologerna är inte så noga med detaljer om vindens utveckling om den inte har någon avgörande betydelse för motorflyget. Därför får man med hjälp av prognosen och vad den visar tänka sig innebörden och vädertyp och dra vissa egen slutsatser.

Höjdvindar

UPPER WINDS valid 09-15 UTC

Upper Winds valid 080900-081500 UTC

Last updated Mon Sep 7 19:40:06 UTC 1998

UPPER WIND AND TEMPERATURE FCST									
FL		050	100	180	240	300	340	390	
ESNQ	-ENBO	005	23020	25025	26040	26045	25050	25050	25045
	WC TEMP		-010+06-020-01-030-15-035-26-035-41-035-52-035-61						

Exempel: På sträckan ESNQ (Kiruna) och ENBO (Bodø, Norge) blåser det på FL 50 (5000 ft=1500 m) 230 grader och 20 kt. På FL 100 (10.000 ft=3000 m) är vinden 250 grader 25 kt. Vindkorrektionen är för FL 50 -10=10 kt motvind och på FL 100 20 kt motvind. Temperaturen är +6 grader respektive -1 grad. Dessa lägsta höjder torde vara den enda intressanta för sträckflygande hangglidarpilot. Du hittar någon sträcka i Sverige som passar Ditt flygområde.