

METEOROLOGI

- ett häfte om väder och klimat från SMHI -



METEOROLOGI

- ett häfte om väder och klimat från SMHI -

Författare: Sten Laurin, SMHI
Sören Färnlöf, MiAB

Omslag: Birgitta Löfstedt, SMHI

Teckningar: Birgitta Löfstedt, SMHI och Gun-Britt Rosén

Foton och bildurval: Lars-Göran Nilsson, Skylight

© 1994 SMHI

Häftet är framställt på uppdrag av affärsområde Samhälle vid SMHI

Tryckeri Johnnys Repro och L-Offset, Norrköping

ISBN nr 91-87996-06-5

Förord

Vädret har alltid betytt mycket för människornas tillvaro. Under de senaste 100 åren har kunskapen om väderskeenden ökat alltmer, men ännu är det mycket som är förborgat för oss. Under mitten av 1950-talet började meteorologerna använda sig av datatekniken i sitt arbete. De första 10 åren var det mera experiment än användande i det dagliga arbetet. Idag 1994 skulle inte meteorologen kunna klara sig utan detta hjälpmedel och meteorologerna är bland de intensivaste datoranvändarna. Atmosfärens processer är så omfattande och svårberäknade att det krävs mycket stor datorkapacitet för att bestämma tillstånd och förändringar i lufthavet. Trots alla tekniska hjälpmedel har vi ganska långt kvar innan vi kan göra tillförlitliga prognoser för mer än ca en vecka.

Häftet Du håller i handen är ett försök att göra meteorologin och meteorologens arbete mer kända för en större allmänhet. Vi har också beskrivit klimatlära på några sidor. Klimatet är ofta glömt i de meteorologiska böckerna, men klimatologisk kunskap är till stor samhällsnytta och bör utnyttjas av varje samhällsplanerare. Med goda kunskaper i klimatologi kan samhället spara både på energi och miljö.

Häftets innehåll är anpassat till grundskolans högstadium och gymnasiets NO- och SO-linjer. Meteorologi och klimatologi är tvärvetenskapliga och innehåller bland annat ämnen som matematik, fysik, kemi, statistik och geografi. Dagligen har meteorologen nytta av sina kunskaper i dessa ämnen i sitt arbete och det är en förhoppning att eleverna kommer att se en koppling mellan teori och praktik, när de använder häftet som kursmaterial.

Vi hoppas Du skall ha nytta och glädje av vårt häfte.

Slutligen vill vi tacka de meteorologkolleger som bidragit med sakkunskap och synpunkter. Vi vill rikta ett speciellt tack till Haldo Vedin, som gett oss många värdefulla och konstruktiva råd om innehåll, språk och layout.

Författarna

Innehåll

	Sid		Sid
ATMOSFÄREN		KLIMAT	
Vad är luft?	5	Vad är klimat?	30
Atmosfärens skikt	5	Temperaturklimat	30
Troposfären	6	Vindklimat	30
Luftens omblandning	6	Nederbördsklimat	30
Luftens kretslopp	7	Klimatzoner	31
Vattnets kretslopp	8	Sveriges klimat	32
		Klimatförändringar	33
LUFTTRYCK		Det framtida klimatet	34
Vad är lufttryck?	9	Luftföroreningar	34
Hur mäter man lufttryck?	10	Klimat och samhällsplanering	35
TEMPERATUR		VÄDERTJÄNSTENS ARBETE	
Vad är temperatur?	12	Observationer	36
Kort- och långvågig strålning	12	Analys av vädersituationen	37
Vertikal temperaturvariation	13	Satellitbilder	38
Horisontell temperaturvariation	13	Radar	38
Lokala temperaturskillnader	13	Blixtlokalisering	38
Temperaturskalor	14	Väderprognosen	39
Instrument för att mäta temperatur	15	Ordlista (i bokstavsordning)	41
VIND			
Allmän cirkulation	16		
Jordens rotation	16		
Cirkulationen på norra halvklotet	16		
Horisontell cirkulation	16		
Vertikal cirkulation	17		
Friktion	17		
Låg- och högtryck	17		
Vindriktning	18		
Vindstyrka och vindhastighet	18		
Vindens kyleffekt	19		
Instrument	19		
Sjö- och landbris	20		
Monsun	21		
Passadvind	21		
Några speciella vindar	22		
MOLN och NEDERBÖRD			
Fuktighet	24		
Kondensation	24		
Molnbildning	25		
Nederbördsbildning	26		
Åska och nederbörd	26		
Dis och dimma	27		
Lågtryckets molnsystem	28		

Atmosfären

Atmosfär är den gasblandning som omger jorden och även andra planeter. Om vi jämför jordens atmosfär med t.ex. Venus eller Mars atmosfär så är en väsentlig skillnad att Venus och Mars omges av koldioxid till 95 %, medan jorden har mycket lite koldioxid (0.03 %).

I luften finns en mängd gaser men i torr luft är 99.9 % kväve, syre, argon och koldioxid. Mängden luft är inte oändlig, men den räcker till för oss alla. För varje människa finns ungefär 1 miljon ton luft och 90 % av all luft finns under 15 km höjd.

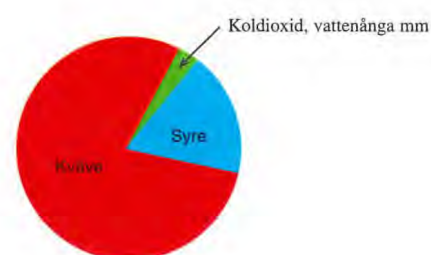
Ordet atmosfär kommer från grekiskan, atmós=ånga och sphaíra=klot.

Vad är luft?

Luft är den kemiska gasblandning till vilken människan, djuren och växterna har anpassat sina liv.

Torr luft består av c:a

- 78 % kväve
- 21 % syre
- 0.9 % argon
- 0.03 % koldioxid

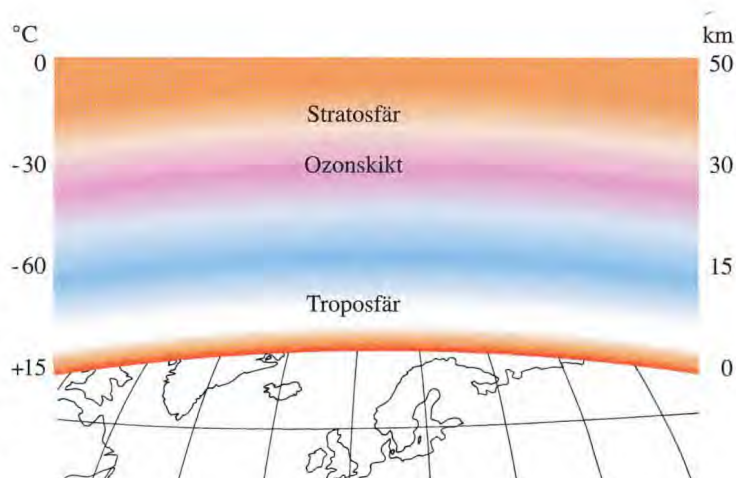


Torr luft existerar inte i praktiken utan luft innehåller alltid varierande mängd vattenånga. Se vidare kapitlet "Moln och nederbörd".

Atmosfärens skikt

Atmosfären är indelad i olika skikt med olika fysikaliska egenskaper. Figuren visar de två lägsta skikten, **troposfären** och **stratosfären**.

Ozonskiktet i stratosfären är ytterst tunt, dess massa motsvarar ungefär ett 2.5 - 3 mm tjockt luftskikt vid jordytan. Trots det har ozonskiktet stor betydelse för livet på jorden, eftersom det absorberar en stor del av den farliga ultraviolette strålningen från solen.



Troposfären

Detta skikt är i genomsnitt 12 km högt. Vid ekvatorn är det c:a 18 km och vid polerna är det ungefär 8 km.

I troposfären finns den luft vi är beroende av för att kunna leva på jorden, här finns också alla moln, all nederbörd och praktiskt taget alla föroreningar vi släpper ut i luften.

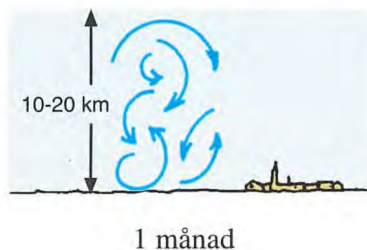
Om jorden vore liten som ett äpple skulle luftskiktet vara tunnare än äppelskalet.

Jämför med fotot från satelliten där den djupblå strimman är atmosfärens nedre del (troposfären).

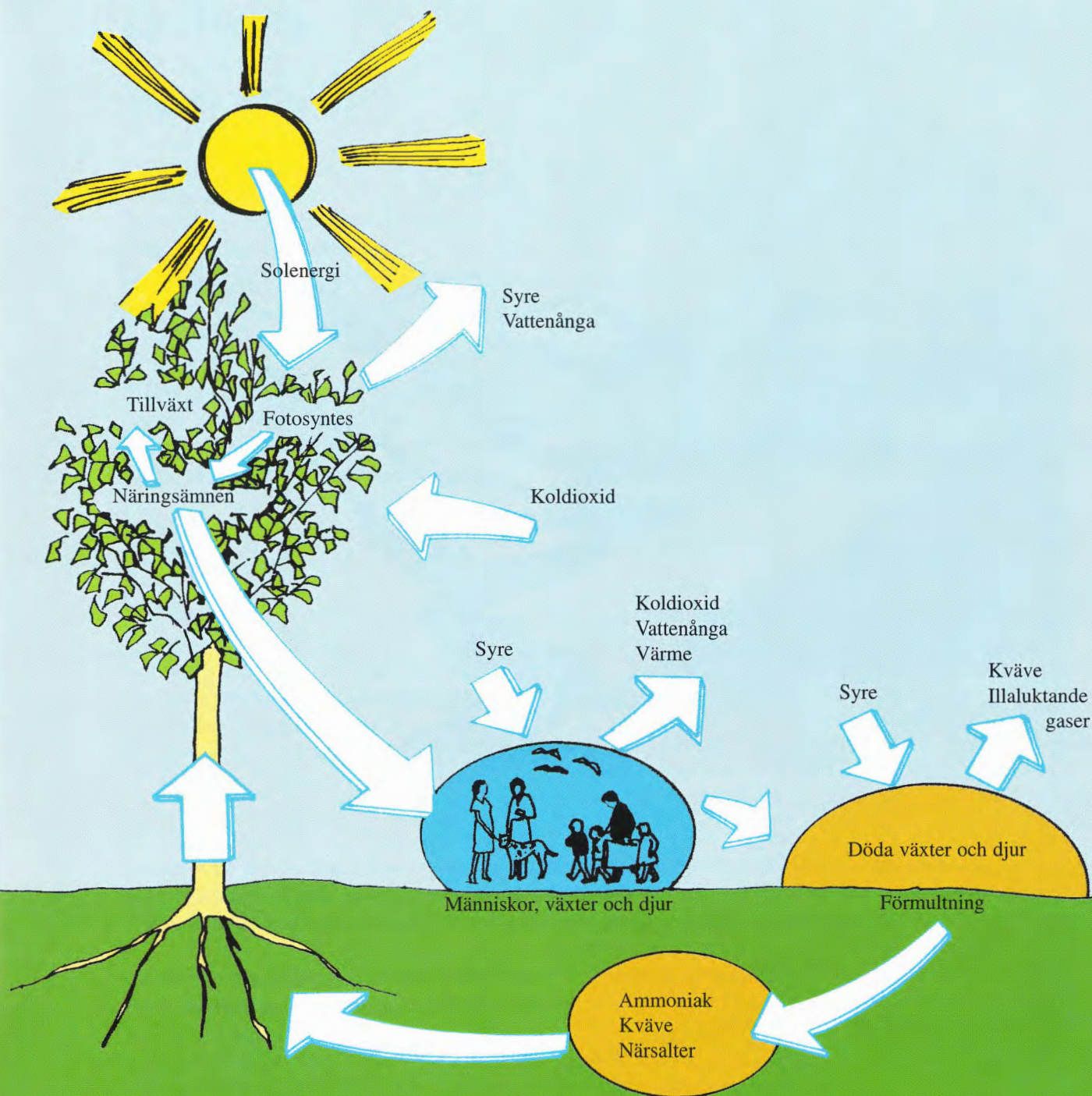


Luftens omblandning

Hur lång tid tar det för en luftvolym att totalt blandas ut i hela atmosfären vertikalt och horisontellt? Man kan göra sådana uppskattningar genom att utnyttja de radioaktiva ämnen som finns i atmosfären t ex radioaktivt kol, ^{14}C . Figurerna nedan visar resultatet.



Luftens kretslopp



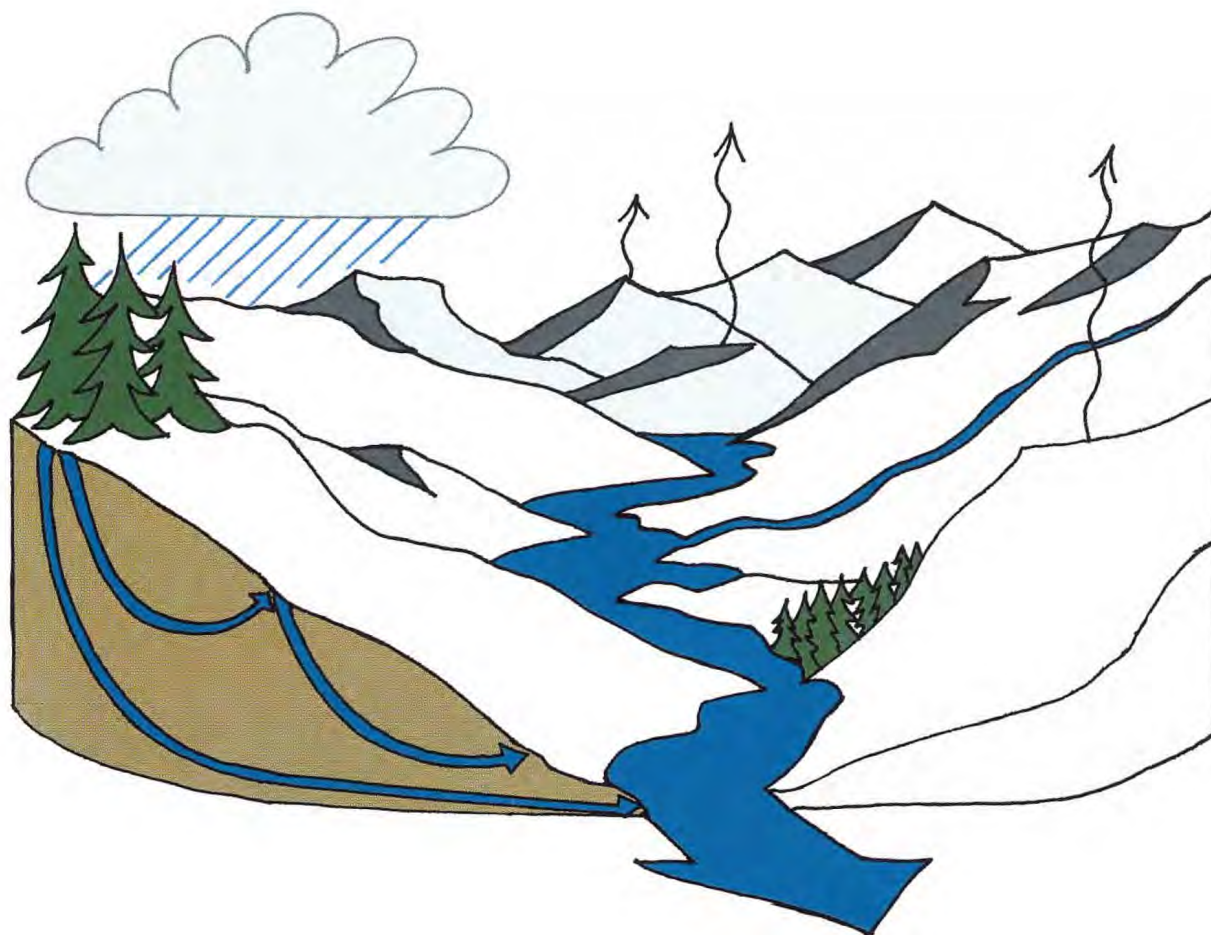
Syre behövs för

- människan och djuren (andningen)
- industri och uppvärmning (energiutvinning)
- nedbrytning av organiska och oorganiska ämnen (förmultning och vittring)

Koldioxid behövs för växterna (fotosyntesen)

Kväve behövs för uppbyggnad av växter, djur och människa

Vattnets kretslopp



Vattnet på jorden befinner sig i ett ständigt omlopp. Från haven, sjöarna och marken avdunstar vatten, det bildas vattenånga. När den kommer upp i atmosfären kondenserar vattenångan och det bildas moln och nederbörd. Inne över land faller nederbörden till marken. Därefter fortsätter vattnet via mark och grundvatten till vattendrag och sjöar på sin väg åter mot havet.

Vattentillgången är ojämnt fördelad över jorden. Nedanstående tabell visar den genomsnittliga vattenbalansen för de olika kontinenterna. 1 mm nederbörd som faller på en yta av en kvadratmeter motsvarar 1 liter vatten.

Kontinenternas vattenbalans i mm/år

Världsdel	nederbörd	avdunstning	avrinning
Afrika	670	510	160
Asien	610	390	220
Australien	470	410	60
Europa	600	360	240
Nordamerika	670	400	270
Sydamerika	1350	860	490

Lufttryck

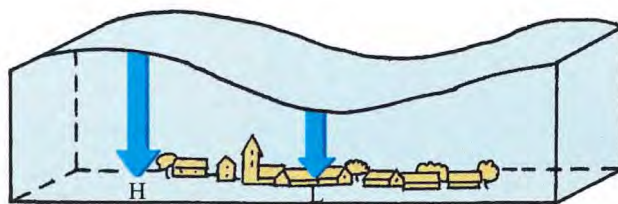
Vad är lufttryck?

Lufttrycket är ett mått på luftens tyngd eller mängden luft från marken till atmosfärens yttre gräns. Eftersom luft alltid är i rörelse och dess temperatur, fuktighet, mm ständigt förändras så ändras också lufttrycket. Lufttrycket, särskilt lufttrycksförändringen, är en viktig information för meteorologen. Den förebådar ofta ett väderomslag.

Här nedan ges några exempel på situationer, som kan ändra lufttrycket.

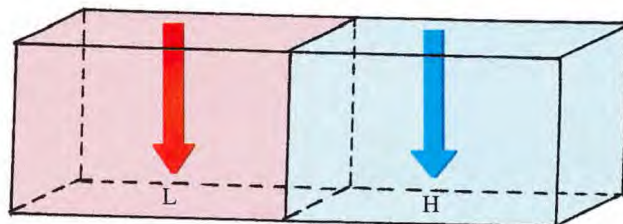
Luft rörelser

Precis som havsvågor rör sig luften i vågor. Luftpelarna får olika höjd och blir därmed olika tunga. Lufttrycket vid marken blir högre under vågtoppen och lägre under vågdalen.



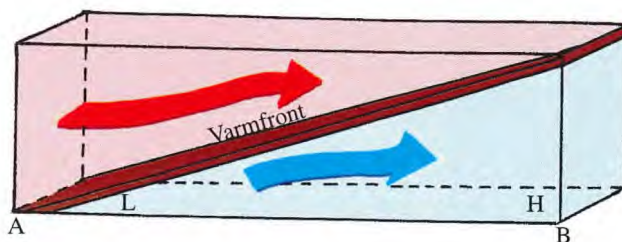
Luftmassor

Luftmassorna har olika temperaturer men samma höjd. Varm luft är lättare än kall luft och marktrycket blir därför lägre i den varma luftmassan än i den kalla.



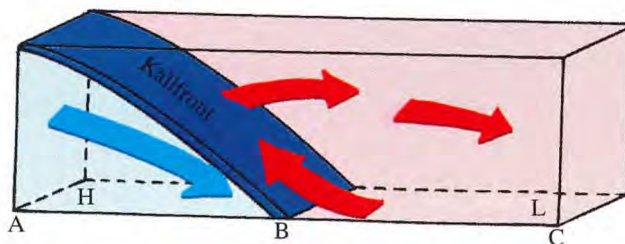
Varmfront

Varm luft närmar sig punkten B. Vid marken har den nått fram till punkten A. Den varma luften, som är lättare, glider upp på den kallare luften ovanför B. Luftpelaren vid B blir allt varmare (lättare) och lufttrycket faller.



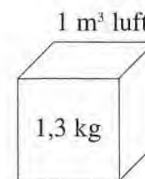
Kallfront

Kall luft rör sig mot punkten C. Kalluften ersätter successivt den lättare varma luften. Lufttrycket börjar stiga vid punkten B.



Hur mäter man lufttryck?

Vi upplever luften som tyngdlös, men 1 m^3 luft väger c:a 1.3 kg. Lufttrycket eller luftens tyngd mäts med barometer och måttenheten är hektopascal (hPa). Tidigare har man bl a använt enheterna millibar (mb) och millimeter kvicksilver (mm Hg). Tabellen nedan visar sambanden mellan dessa tre måttenheter.

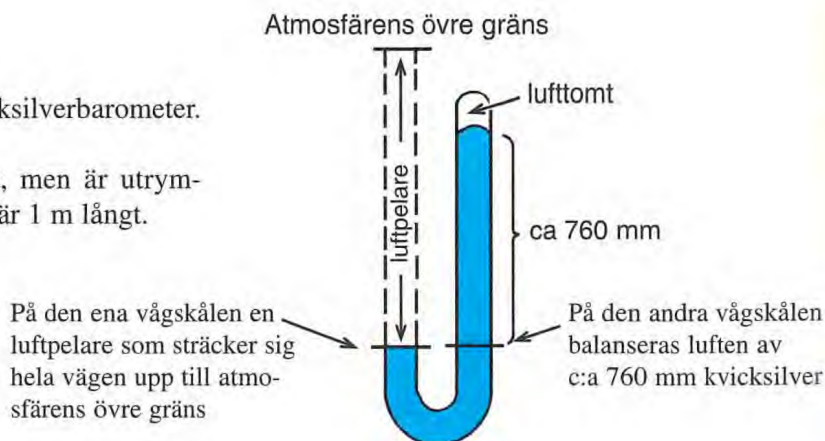


Hektopascal hPa	Millibar mb	Millimeter kvicksilver mm Hg
1000	1000	750
1013 Normalt lufttryck vid marken	1013	760

Kvicksilverbarometern

En metod att mäta lufttrycket är med en kvicksilverbarometer. Den fungerar som en balansvåg.

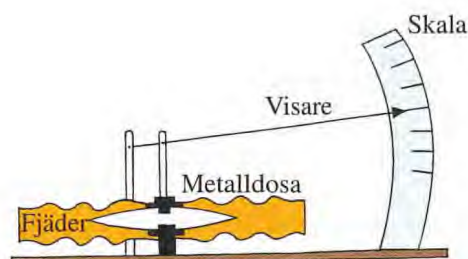
Det är ett noggrant och enkelt instrument, men är utrymmeskrävande eftersom det måste vara ungefär 1 m långt.



Aneroidbarometern

Aneroidbarometern är en nästan lufttom metalldos, som förändras av lufttrycket. Aneroidbarometern används nu i allt större utsträckning av miljöskäl. Kvicksilver är en miljöfarlig tungmetall.

Har Du en barometer hemma är det troligen en aneroidbarometer. Fördelarna med aneroidbarometern är att den är lätt att avläsa och tar liten plats.



Höjdmätning

Flyget använder aneroidbarometern som höjdmätare. Du kan själv mäta höjdskillnader med en barometer. Som ett riktvärde avtar lufttrycket med 1 hPa för var 8:e m. Flera tusen meter upp i luften är luften tunnare och lufttrycket avtar långsammare och där uppe krävs en längre luftpelare för att uppnå samma vikt. På 5000 m höjd motsvaras 1 hPa av en luftpelare på 16 m.

Barografen

Barografen är en registrerande aneroidbarometer. Aneroidbarometerns rörelser överförs till en "penna" som ritat förändringarna på ett graderat papper fäst på en långsamt roterande trumma. Pappret räcker normalt en vecka.

Engelsmannen Moreland (1670) var först med en registrerande barometer.



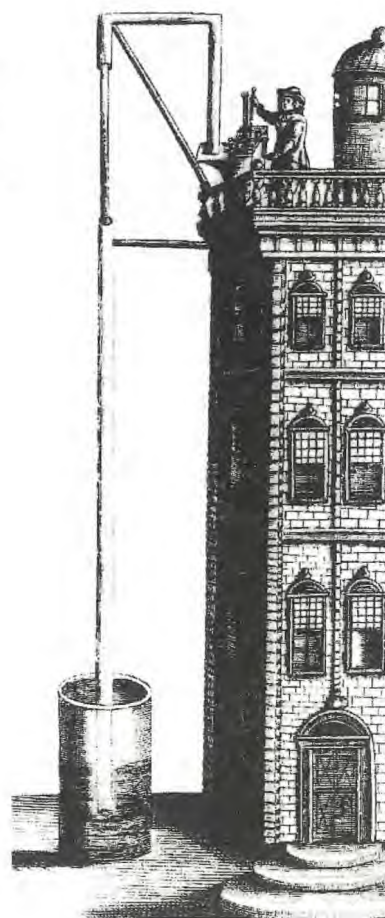
Vattenbarometern

Ett av de tidigaste försöken att mäta lufttrycket gjordes av Robert Boyle. Han använde sig av vatten, vilket gjorde att instrumentet blev något otympligt som bilden visar.

Torricellis kvicksilverbarometer (1643) blev en revolution för lufttrycksmätningen.

Högsta och lägsta lufttryck

I Sverige	Högsta	
	1063.8 hPa	Kalmar den 27 jan 1907
	Lägsta	
	937.2 hPa	Härnösand den 6 dec 1895
I världen	Högsta	
	1083.8 hPa	Sibirien 31dec 1968
	Lägsta	
	870.0 hPa	Stilla havet tropisk orkan



Uppflugen på ett högt hustak pumpar Robert Boyle luften ur ett vattenfyllt rör för att studera effekten av lufttrycket. Han måste ha hela denna anläggning, därför att lufttrycket pressar upp vattnet c:a 11 m

Temperatur

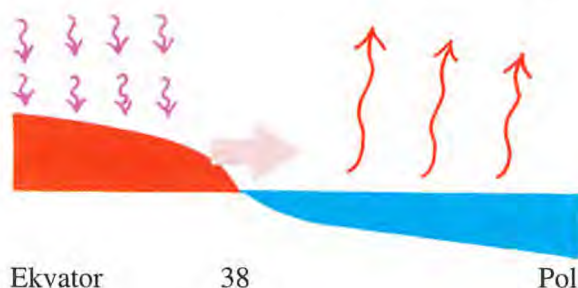
Vad är temperatur?

Fysikaliskt är temperaturen ett mått på molekylernas rörelseenergi. Ju varmare det är desto fortare rör sig molekylerna. Vid -273°C eller den absoluta nollpunkten 0 K är molekylerna stilla.

Solens värmestrålning

All värme kommer från solen, men eftersom jordaxeln lutar och jorden är ett klot som roterar så fördelas värmestrålningen olika på jordytan beroende på latitud och underlag. Om vi inte hade någon transport av värme från ekvator till pol skulle det bli varmare och varmare mellan 38° N och S och allt kallare norr och söder om dessa latituder.

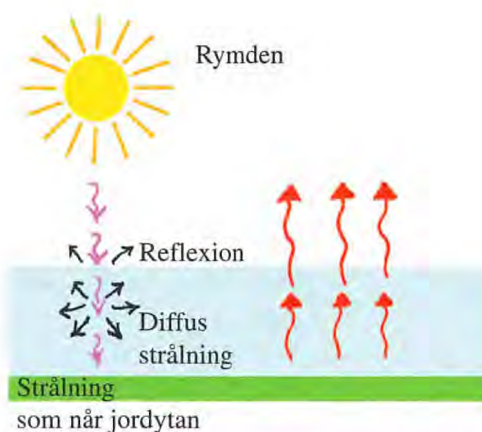
Vindar och havsströmmar transporterar värmen från ekvatorn mot polerna. När moln och nederbörd bildas tillförs ytterligare värme (latent värme) till luften genom vattenångans kondensation.



Kortvågig och långvågig strålning

Solen avger **kortvågig strålning** med våglängder mindre än $4\text{ }\mu\text{m}$ (tusendels mm). Ungefär 30 % av strålningen reflekteras tillbaka ut i världsrymden och 20 % absorberas av atmosfären. Resterande 50 % **når jordytan** som direkt eller diffus strålning. Himlens blå färg är en effekt av den diffusa strålningen eftersom blått ljus sprids mest. Den röda kvällshimlen får sin färg av att ljuset går en längre väg genom atmosfären, vilket gynnar det röda ljuset som inte sprids ut lika mycket.

Jordytan strålar också ut värme, **långvågig strålning**, med våglängder från 4 till $100\text{ }\mu\text{m}$. Om jorden vore utan atmosfär så skulle medeltemperaturen vara ungefär -18°C men luften, i första hand vattenågan och koldioxiden, absorberar värmestrålningen från jordytan och resultatet blir i stället en medeltemperatur på $+15^{\circ}\text{C}$. Denna uppvärmning kallas för **växthuseffekten**. Ungefär 70 % av jordytans långvågiga strålning når världsrymden.



Vertikal temperaturvariation

Temperaturen avtar normalt med höjden.

För att bestämma det vertikala temperaturavtagandet görs beräkningar på ett luftpaket som stiger och som antas vara helt värmeisolerat från sin omgivning. Det kallas **adiabatisk process**.

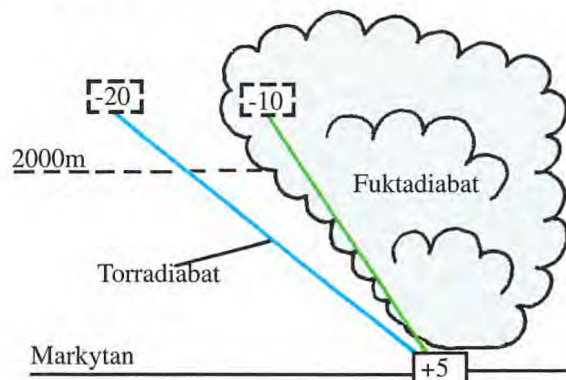
Beräkningarna ger till resultat att temperaturen i torr luft avtar med knappt 1°C för varje 100 m. Denna temperaturminskning kallas **torradiabatiskt temperaturavtagande** och beror på att luften expanderar när den stiger.

Om luften är så fuktig att vattenånga övergår till vatten (kondensation) avtar temperaturen inte lika mycket. Kondensationsprocessen tillför värme och temperaturavtagandet minskar till mellan 0.4 och 0.7°C för varje 100 m beroende på hur mycket vattenånga som kondenseras. Detta kallas för **fuktadiabatiskt temperaturavtagande**.

Vanligtvis är luften mer eller mindre fuktig och temperaturminskningen för varje 100 m är normalt mellan 0.7 och 1.0°C . Temperaturen avtar till troposfärens översida och där är det -50 till -80°C , beroende på årstid och hur högt troposfären når.

Om luftpaketet sjunker (luften komprimeras) så ökar temperaturen med motsvarande värden.

Den vertikala temperaturförändringen är viktig för molnbildning och molnupplösning, se vidare kapitlet "Moln och nederbörd".

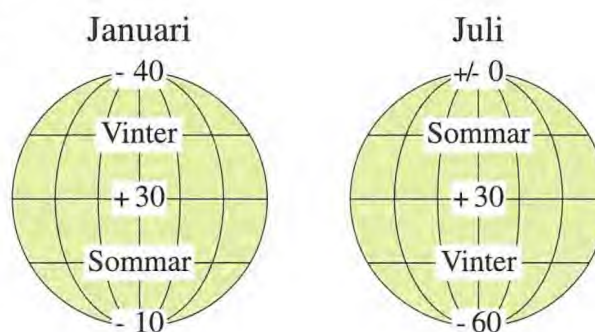


Horisontell temperaturvariation

De horisontella temperaturskillnaderna är mycket mindre än de vertikala. Störst är de mellan olika luftmassor och mellan hav och land.

En återkommande temperaturvariation är den mellan sommar och vinter. På sommaren skiljer det 30 - 40°C mellan ekvator och pol och på vintern 70 till 90°C .

Den större temperaturskillnaden får till följd att det blåser mera under vinterhalvåret.



Lokala temperaturskillnader

Land och hav

Vatten har större värmekapacitet än mark varför vintrarna blir milda och somrarna svala i närheten av havet eller en stor insjö. Land uppvärms och avkyls däremot snabbt, med varma somrar och kalla vintrar som följd. Det kallas för maritimt respektive kontinentalt klimat.

Klart eller mulet

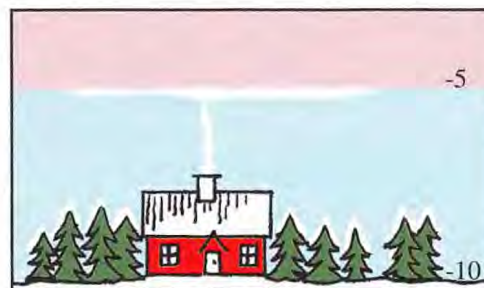
Temperaturen under ett dygn är olika beroende på molnighet och vind. Klart och lugnt väder ger varm dag och kall natt. Vid mulet väder dämpar molnen in- och utstrålningen och temperaturen blir mer utjämnad.

Isotermi

innebär att temperaturen är densamma horisontellt eller vertikalt. Isoterm är en linje som på en karta sammanbinder platser eller punkter med samma temperatur.

Inversion

betyder att temperaturen ökar med höjden och fungerar som en spärr för vertikal omblandning. Den bildas oftast i klart och lugnt väder under tider då instrålningen är låg. Förklaringen är att om utstrålningen från jordytan är större än instrålningen så avtar temperaturen närmast markytan medan värmen är kvar högre upp. En **markinversion** bildas som kan orsaka stora luftkvalitetsproblem i tätorter med utsläpp från trafik, industrier och bostadsuppvärmning. **Subsidsinversioner** bildas när luft sjunker och därigenom uppvärms.



Temperaturskalor

De flesta platser på jorden använder celsiusgrader ($^{\circ}\text{C}$) men i Amerika används oftast Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). Skillnaden mellan dessa skalor beror på att man har olika referenser. Celsiusskalan har vattnets fryspunkt och kokpunkt, medan Fahrenheit har köldblandningen is/koksalt som 0° och människans kroppstemperatur som 100° .

Sambandet mellan skalorna framgår av formeln $C = 5/9 (F - 32)$

Inom forskning och laboratoriearbete är Kelvinskalan vanlig. 0 K är den absoluta nollpunkten. Sambandet mellan Kelvin- och Celsiusskalan är $K = C + 273$.

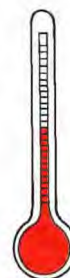
Några temperaturrekord ($^{\circ}\text{C}$)

Högsta			Lägsta		
Aziziyah, Libyen	13/9 1922	+ 58	Vostok, Antarktis	21/7 1983	- 89
San Luis, Mexiko	11/8 1933	+ 58			
Ultuna, Uppland	9/7 1933	+ 38	Malgovik, Lappland	13/12 1941	- 53
Målilla, Småland	29/7 1947	+ 38	Vuoggatjålme, Lappland	2/2 1966	- 53

Instrument för att mäta temperatur

Kvicksilver- och sprittermometern

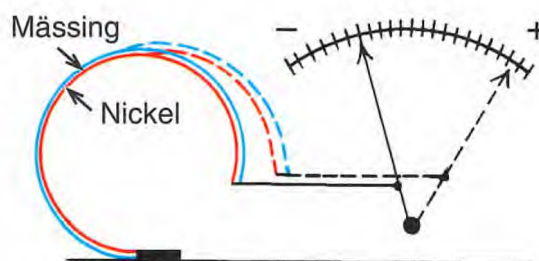
Termometern har använts sedan 1600-talet för att mäta lufttemperaturen. Den består av ett smalt lufttomt glaströr fyllt till en del med kvicksilver eller färgad sprit. Vid låga temperaturer måste man använda sprit, eftersom kvicksilver fryser vid -39°C .



Bimetalltermometern

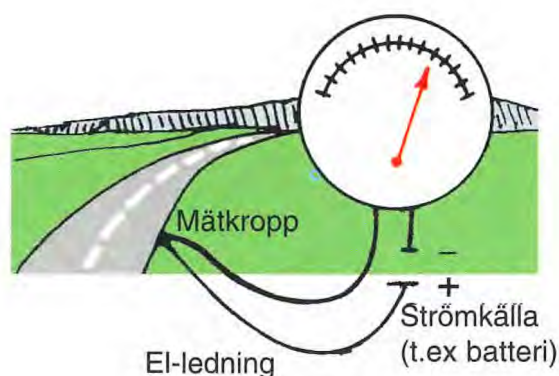
Den består av två ihoplödda tunna metallband med olika temperaturutvidgningskoefficient. Då temperaturen ändras orsakar detta en krökning eller uträtning av metallbanden. För att förstärka visarens utslag brukar bimetalltermometern vara utformad som en spiral.

Denna typ av termometer kan man t ex se i affärernas frysdiskar, eftersom den tål omild behandling.



Elektrisk termometer

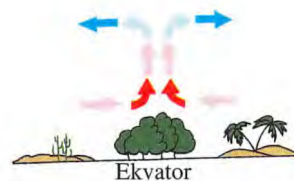
Den elektriska termometern används vid fjärravläsning när mätplatsen är långt borta från avläsningsplatsen. Termometern fungerar på grund av att det elektriska motståndet förändras i mätkroppen då temperaturen förändras. Den används bl.a i radiosonder och vid mätning av väg- och flygfältstemperaturer etc.



Vind

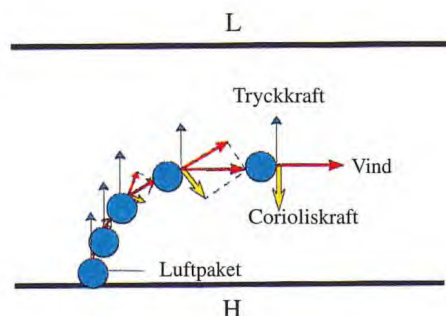
Allmän cirkulation

Det som driver den allmänna cirkulationen är värmen från solen. I genomsnitt uppvärms luften mest vid ekvatorn. Den relativt varmare luften kommer att stiga och ersätts då av luft från norr och söder. Cirkulationen är igång. Denna inströmning mot ekvatorn, som i stort sett är konstant året om, kallas för passadvind. Dessa genomsnittliga rörelsemönster är ett resultat av naturens strävan efter att utjämna temperaturskillnader. Om inga andra krafter fanns skulle luften röra sig rakaste vägen från högt till lågt tryck, från kallt till varmt.



Jordens rotation

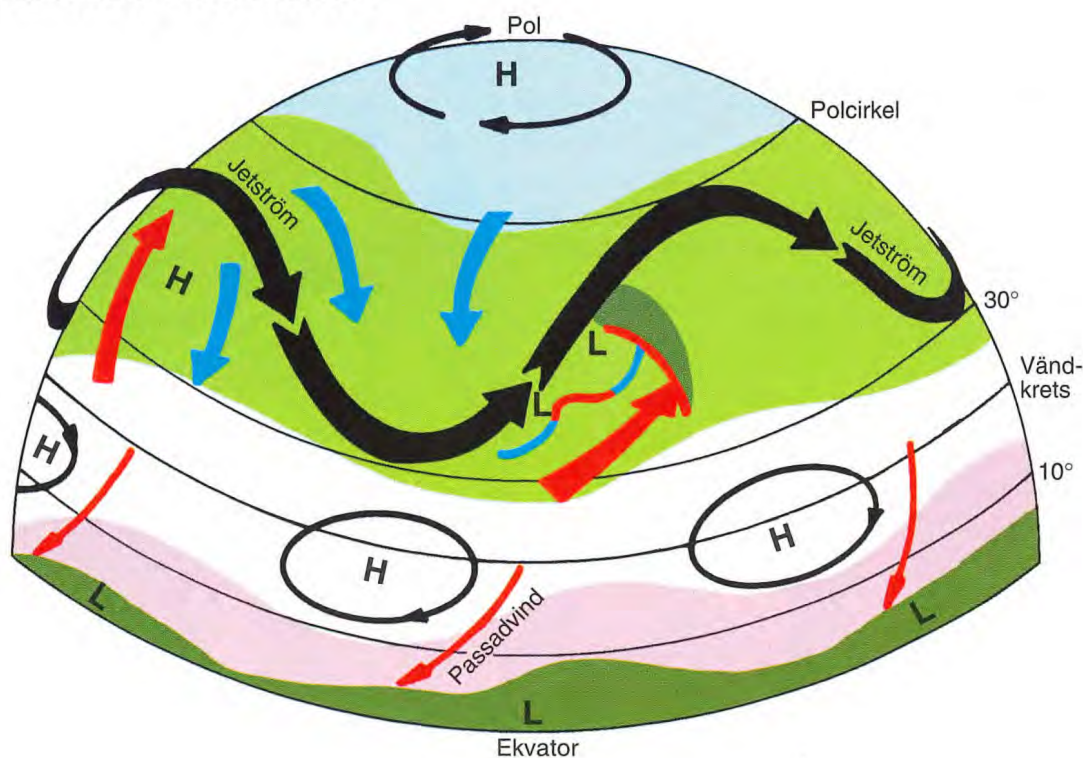
Jordens rotation resulterar i den s.k. corioliskraften, som vrider vinden till höger på norra halvklotet och till vänster på södra. Vid ekvatorn påverkas inte vindriktningen. Resultatet av corioliskraften är att vinden kommer att blåsa i det närmaste parallellt med de linjer, isobarer, som på en karta sammanbinder orter med samma lufttryck, istället för vinkelrät mot dem.



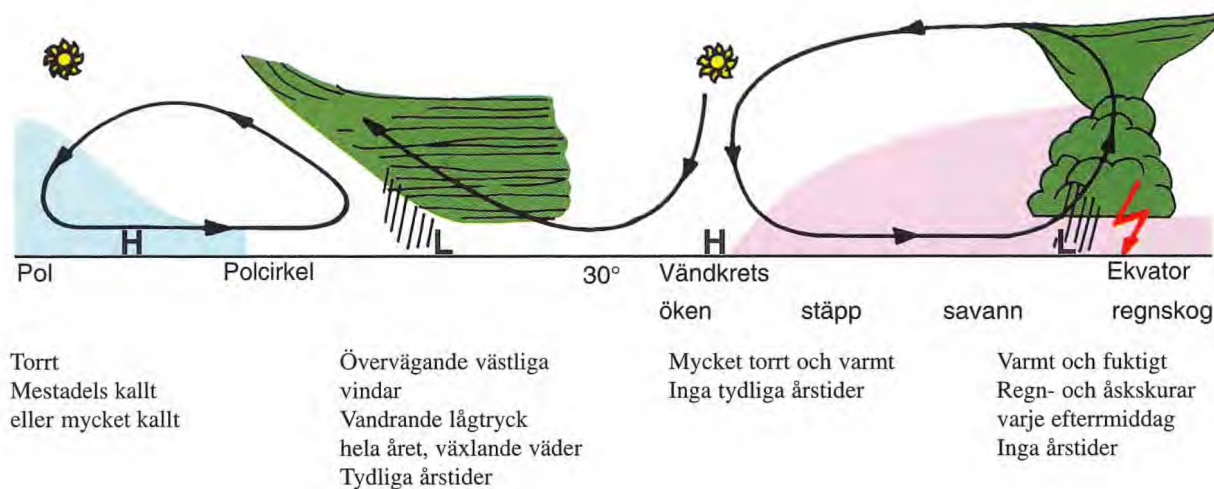
Cirkulationen på norra halvklotet

Följande två figurer visar huvuddragen av atmosfärens horisontella och vertikala cirkulation.

Horisontell cirkulation



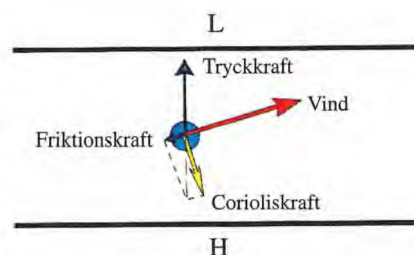
Vertikal cirkulation



Friktion

I skiktet 500 till 1000 m över jordytan påverkas vinden av jordytans ojämnheter. I ett bergigt område påverkas vinden mer än över havet.

Friktionen medför att **vinden blåser snett in mot lågtrycket och snett ut från högtrycket.**

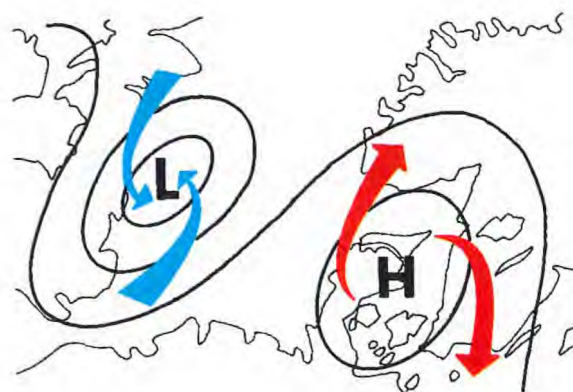


Låg- och högtryck

I lågtrycket blåser vinden moturs och snett in mot centrum och i högtrycket medurs och snett ut från högtryckscentrum. Detta gäller på norra halvklotet, på södra halvklotet är det tvärtom.

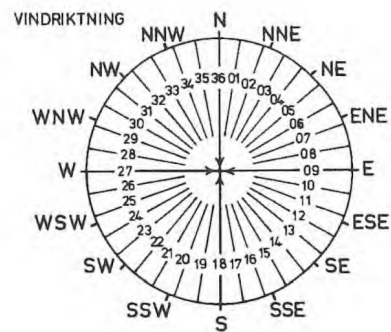
Meteorologen kallar också lågtryck för cyklon och högtryck för anticyklon.

Cyklon kommer från det grekiska ordet *kyklos* = ring, omlopp.



Vindriktning

Med vindriktning menas **varifrån vinden blåser**. Om det blåser östlig vind är vindriktningen 90°.

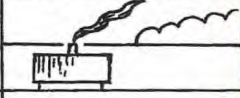


Vindstyrka och vindhastighet

Vindstyrkan är ett mått på den kraft som vinden utövar och bedöms efter Beaufortskalan. Den är indelad från 0-12 och beskriver vindens verkningar på land och över havet.

Vindhastigheten mäts i m/s eller knop¹⁾. Vindhastigheten mäts med en anemometer, se sid 19.

Tabellen nedan visar vädertjänstens benämningar på vind, vindstyrka och vindhastighet.

Landdistrikt Vindhastighet m/s		Vindstyrka		Sjödistrikt Beaufort	
0	Lugnt	Rök stiger nästan rakt upp Spegelblank sjö		0	Stiltje
1-3	Svag	Knappt märkbar för känslan		1-2	Bris
4-7	Måttlig	Vimpel sträcks. Blad och tunna kvistar i rörelse		3-4	Bris
8-13	Frisk	Mindre lövträd svajar Vågkammar på insjöar		5-6	Bris
14-24	Hård	Hela träd svajar		7-9	Kuling
25-32	Storm	Träd rycks upp med roten		10-11	Storm
32 -	Svår storm Orkan	Betydande skador på hus		12	Orkan

¹⁾ 1 m/s är ungefär 2 knop

Hur mycket det blåser beror på tryckkraften eller hur tätt isobarerna ligger på meteorologens karta. Om **isobarerna ligger tätt är tryckkraften stor och vindhastigheten hög**. Exemplet nedan ger en ungefärlig uppfattning om vilken vind och vilket avstånd det är mellan två isobarer med tryckskillnaden 10 hPa.

Malmö - Sundsvall	1000 km	10 hPa	6 m/s	måttlig vind
Sundsvall - Norrköping	500 km	10 hPa	14 m/s	hård vind/kuling
Sundsvall - Skellefteå	250 km	10 hPa	26 m/s	storm

Vindens kyleffekt

För att rätt kunna bedöma hur kallt eller varmt det är en dag så räcker det inte att enbart känna till temperaturen, utan man måste också ta hänsyn till vinden. Tabellen nedan visar förfrysningsrisken på bar hud vid olika temperaturer och vindhastigheter. Med temperaturer under -30°C är risken stor för kylskador. Om man t.ex. åker slalom med en hastighet av 20 m/s och det är -15°C så blir kyleffekten den samma som vid -43°C och vindstilla.

Vindhastighet (m/s)	Lufttemperatur ($^{\circ}\text{C}$)									
	+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
Liten fara			Ökad fara				Stor fara			

Instrument

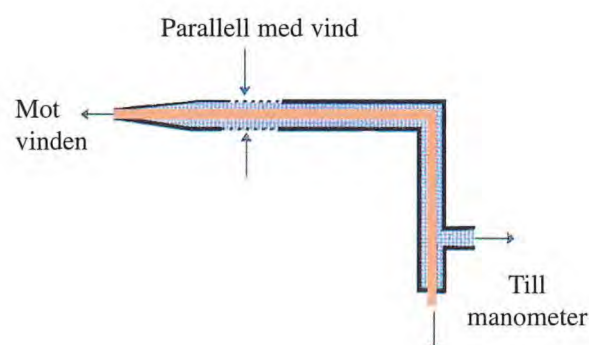
Skålkorsanemometer

Skålkorsanemometern mäter vindhastigheten. När det blåser roterar skålkorset. Ju starkare vinden är, desto fortare roterar axeln som skålkorset sitter på. Axeln driver en generator, som alstrar en elektrisk ström. Strömmen överförs till ett avläsningsinstrument. Strömstyrkan är proportionell mot vindhastigheten. Vindfanan på anemometern registrerar vindriktningen.



Pitotrör

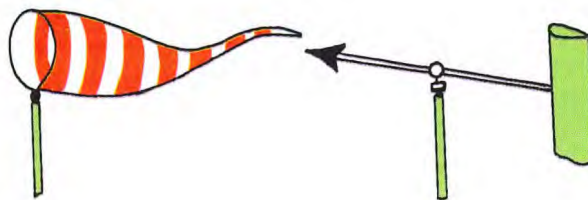
Pitotröret mäter det dynamiska trycket. Instrumentet riktas mot vinden, som blåser in i det inre röret. I röret skapas ett övertryck. Samtidigt skapas ett undertryck i det yttre röret, när det blåser parallellt med öppningarna på ovan- och undersidan. Genom att mäta tryckskillnaden kan man beräkna vindhastigheten. Pitotröret används bl.a. som hastighetsmätare i flygplan.



Vindstrut och vindfana

Vid broar och på flygplatser kan man ibland se en vindstrut. Den är till för att bilister och piloter snabbt och enkelt skall se vindriktningen.

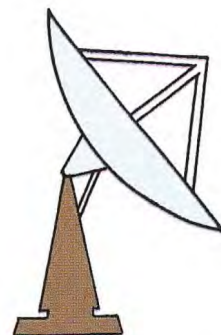
Vindfanor eller vindflöjlar som man ser på flaggstänger, master i segelbåtar etc. ger också vindriktningen.



Dopplerradar

Med en dopplerradar beräknas vindhastigheten med hjälp av Dopplereffekten. Principen är att vågrörelser får olika våglängd beroende på vilken riktning de rör sig i. Ett exempel med ljudvågor: en bil som tutar när den passerar oss avger en högre ton när den närmar sig, och en dovare ton när den passerat.

Polisens hastighetsradar utnyttjar samma princip.



Sjö- och landbris

Sjöbris bildas på våren när det är stor temperaturskillnad mellan vatten och land. Under en vår- eller försommardag kan marken värmas upp till $+25^{\circ}\text{C}$, medan havet är kallt. Luften stiger över land (konvektion) och ersätts av luft ifrån havet och vi får efter någon timme en konstant vind från sjön, **sjöbris**.

På natten då vattnet är varmare än land sker det motsatta. Då stiger den varma luften över havet och luft strömmar ut från land, **landbris**.



Monsun

Sommarmonsun

Monsun är sjö- och landbris i stor skala. På sommaren uppvärms landytorna i södra Asien kraftigt, till drygt 35°C , medan havet söder och öster om Indien har lägre temperatur, c:a 25°C . Uppvärmningen skapar ett djupt lågtryck över norra Indien. Detta ger en kraftig sydvästlig, fuktig vind över stora delar av Sydostasien under sensommaren och hösten, **sommarmonsunen**. När den fuktiga luften kommer in över land bildas kraftiga moln och välkomna regn.



Vintermonsun

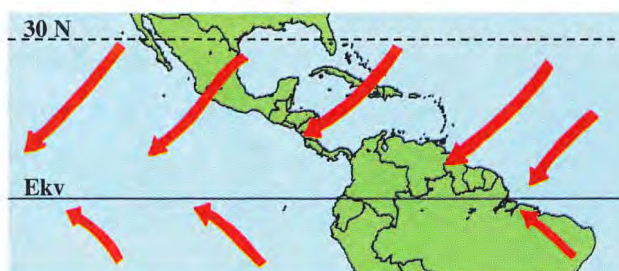
Vintertid skapas en annan temperaturmotsättning. Norra delen av den stora asiatiska kontinenten avkyls kraftigt, till -40 á -50°C . Ett högtryck förstärks av den extremt kalla luften.

Den kalla, torra luften strömmar ut från området under senvintern, ner över nordöstra Kina, över Japan samt i en vid båge mot Pakistan och Indien. Denna vind kallas **vintermonsunen**.



Passadvind

Den inströmning som ständigt sker mot ekvatorn ger en konstant vind. På norra halvklotet avlänkas den mot höger av corioliskraften och på södra halvklotet till vänster. Resultatet blir en **nordostpassad** och en **sydostpassad**.



Några speciella vindar

Människorna har alltid varit beroende av vädret och vinden har många gånger varit ett betydelsefullt inslag i deras verklighet. Några vindar har fått lokala namn. Dessa och övriga vi nämner här nedan är exempel på vindar som bildas p g a jordytans och atmosfärens lokala förutsättningar.

Mistral och Bora

De är båda kyliga fallvindar, som uppkommer genom att luften över en glaciär eller högplatå avkyls mycket kraftigt. Dessa kalla luftmassor störtar plötsligt nerför bergssidan. Eftersom kall luft är tyngre än varm kommer en isande kall, byig vind att ersätta den varma luften nere i dalarna. Detta pågår i regel högst något dygn, men kan ställa till stor förödelse på känsliga odlingar. **Boran** kommer från bergen i nordost ner mot Adriatiska havet och **Mistralen** kommer från Alperna ner genom Rhône-dalen mot Medelhavet.



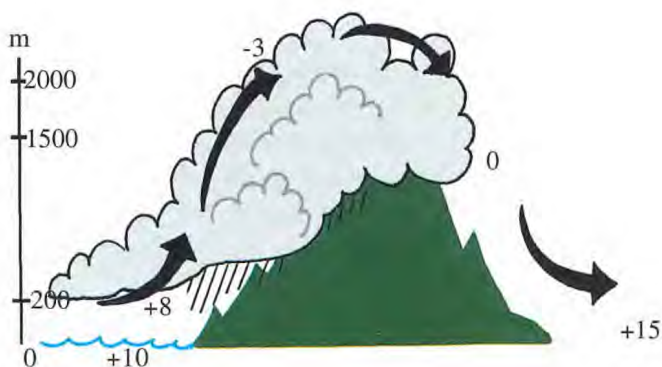
Scirocco

Scirocco är en varm, torr vind från Nordafrika in över främst Sardinien, Sicilien och södra Italien.

Föhn

En fuktig vind som blåser mot en bergskedja tvingas stiga och avger då nederbörd på lovarts-sidan. När luften sjunker på läsidan uppvärms den till högre temperatur än den ursprungliga p g a skillnaden mellan det torr- och fuktadiabatiska temperaturavtagandet.

Denna uppvärmning kallas föhneffekt.



Tromb/virvelstorm

Tromb är en intensiv virvel där vindhastigheten kan komma upp emot 100 m/s. Diametern på luftvirveln ligger normalt mellan 10 och 1000 m. Trots sin begränsade utsträckning kan den ställa till omfattande skador.

Tromben förekommer i samband med åskväder. Den syns då ofta i form av en "slang" eller "snabel" som hänger ner från åskmolnet. Kraftiga tromber brukar förekomma i mellanvästern i USA, där de kallas tornados. I en tornado råder ett kraftigt undertryck. Då den passerar ett hus hinner inte trycket inomhus anpassa sig till det yttre trycket, varför huset sprängs av tryckskillnaden.

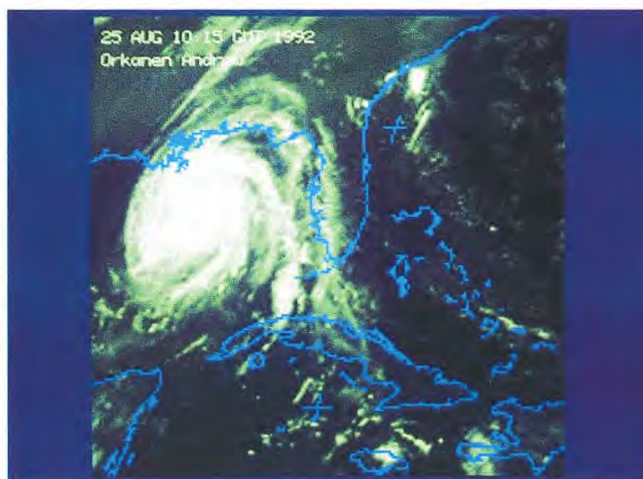
Mindre virvlar, småtromber, kan man se i form av löv- eller sandvirvlar över solupphettad mark.



Tropisk cyklon

Förutsättningen för att det ska bildas en tropisk cyklon är att vattentemperaturen är minst $+27^{\circ}\text{C}$. Energin till cyklonen kommer huvudsakligen från kondensation av vattenånga. Den dör oftast ut då tillförseln av fuktighet upphör (när cyklonen kommer in över land).

Tropiska cykloner uppträder på hösten och drabbar bl a sydöstra delen av Nordamerika, Sydostasien och Japan. Den tropiska cyklonen har olika lokala namn, t ex hurricane i Amerika och taifun i Japan.



Termik

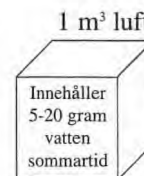
Med termik menas stigande vind. Det är lokala varmluftblåsor (lättare än sin omgivning), som stiger uppåt och nyttjas av fåglar, segelflygplan och drakflygare.

Moln och nederbörd

Fuktighet

En kubikmeter luft väger 1.3 kg och i den luftvolymen finns normalt 1 till 20 gram vatten. Vattnet är i gasform, vattenånga, som är en smak- och luktlös gas. Sommartid är det mer vattenånga i luften än vintertid.

Tabellen nedan visar den maximala mängden vatten (mättad luft) vid några olika temperaturer.



Temp	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
g/m³	0.9	2.1	4.8	9.4	17.3	30.4	51.2

Relativa fuktigheten

är ett ofta använt mått på hur mycket vatten luften innehåller. Om luftfuktigheten är 50 % och luftens temperatur är 10° C så innehåller luften $9.4 \cdot 50/100 = 4.7$ g vattenånga/m³ (jfr tabellen ovan).

Relativa fuktigheten är luftens aktuella vatteninnehåll delat med det maximala vatteninnehållet vid rådande temperatur.

$$\frac{W_{akt}}{W_{max}} \cdot 100 = R (\%)$$

W_{akt} luftens aktuella vatteninnehåll vid rådande temperatur
 W_{max} luftens maximala vatteninnehåll vid rådande temperatur

Daggpunktstemperaturen

är den temperatur då kondensation inträffar. Om vi tar exemplet ovan så skulle daggpunktstemperaturen bli strax under 0° C, jämf. tabellen.

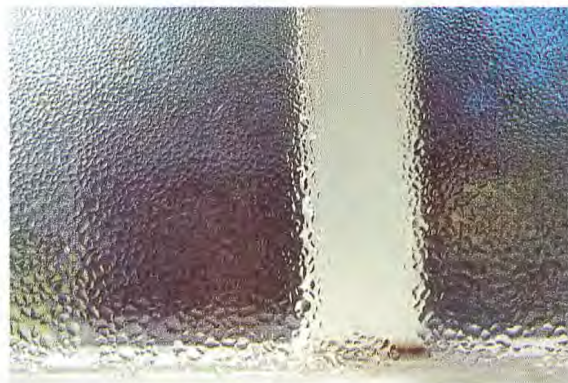
På de meteorologiska kartorna anges fuktigheten som daggpunktstemperatur.

Kondensation

Avkylning av fuktig luft leder till kondensation.

Vid luftens kondensation bildas små, små vattendroppar som svävar i luften.

Den mycket fuktiga luften efter en dusch ger kraftig kondensation på det kalla badrumsfönstret. Här har de små vattendropparna slagit sig samman till stora droppar, jämför koalescens på sid 26.



Molnbildning

När luften stiger (hävs) så avkyls den, kondensationsprocessen börjar och det bildas moln. Hävning av luft sker vanligen på något av de sätt som figurerna nedan visar.



Varmluftblåsor stiger och avkyls, molnbildningen börjar som vackertvädersmoln. Fuktig, varm luft kan ge regnskurar ev åska under eftermiddagen.



Varmluften glider upp över kalluften, avkyls och skiktmoln bildas. Tillräckligt tjocka moln ger regn eller snö över ett större område.



En bergrygg tvingar upp den fuktiga luften, som avkyls. På vindsidan får man då kraftig molnbildning och nederbörd.

Molnindelning

Molnen indelas i 10 huvudmolnslag

Grupp	Molnbas (m)	Molnslag Int. namn / Svenskt namn	Förkortn.	Innehåll Vatten(v)/Is(i)
Höga moln	6000 - 12000	Cirrus/ Fjädermoln	Ci	i
		Cirrostratus / Slöjmoln	Cs	i
		Cirrocumulus/Makrillmoln	Cc	i
Medelhöga moln	2500-6000	Altostratus/ Skiktmoln	As	v + i
		Alto cumulus/Böljemoln	Ac	v
Låga moln	0 - 2500	Stratus/ Dimmoln	St	v
		Stratocumulus/ Valkmoln	Sc	v
		Cumulus/ Stackmoln	Cu	v
Moln med stor vertikal utsträckning	0 - 2500	Cumulonimbus / Bymoln, Åskmoln	Cb	v + i
		Nimbostratus/ Nederbörds moln	Ns	v + i

Nederbördsbildning

För att ett moln skall kunna ge nederbörd måste det finnas kondensationskärnor som vattenångan kan kondensera på och bilda små droppar.

De vanligaste kondensationskärnorna är salt-, förbrännings- och stoftpartiklar. Normalt fryser de minsta vattendropparna till is vid 12 à 15 minusgrader. I ren luft utan kondensationskärnor kan de förbli flytande ner till 40 minusgrader. Vid frysprocessen sprängs droppen till små ispartiklar, som i sin tur kommer att fungera som kondensationskärnor och därvid öka möjligheten för molnet att bilda nederbörd, se fig.



Iskärneteorin

När mättad luft innehåller både ispartiklar och vattendroppar växer ispartiklarna till på vattendropparnas bekostnad. Detta beror på att vattenångan har lättare för att avsätta sig på en isyta än på en vattendroppe.



Koalescens

När droppen är stor nog börjar den falla mot jordytan och då växer den genom att den kolliderar med mindre droppar (koalescens). Den stora droppen kommer att "sluka upp" den mindre droppen. I moln med kraftiga uppvindar, t ex ett bymoln, kommer droppen att åka upp och ner i molnet flera gånger innan den faller mot marken. Den hinner samla på sig många små droppar och nederbörden faller då som stora regndroppar eller hagel.

Åska och nederbörd

Åskväder är både fascinerande och skrämmande. För att åska ska bildas krävs kraftiga bymoln (cumulonimbusmoln), innehållande ispartiklar, underkylda och vanliga vattendroppar. Kraftiga vertikalkvindar för vatten- och ispartiklarna upp och ner i molnet. Dropparna blir då positivt eller negativt laddade. Exakt hur detta går till är inte helt klarlagt.

Slutligen blir den elektriska spänningsskillnaden så stor att en blixst utlöses. Mullret kommer från den mycket heta blixsten (c:a 3000° C), som stötvis tränger ner genom luften.

Blixten slår oftast ner i höga föremål, så det kan vara farligt att söka skydd under ett ensligt träd när åskan går.

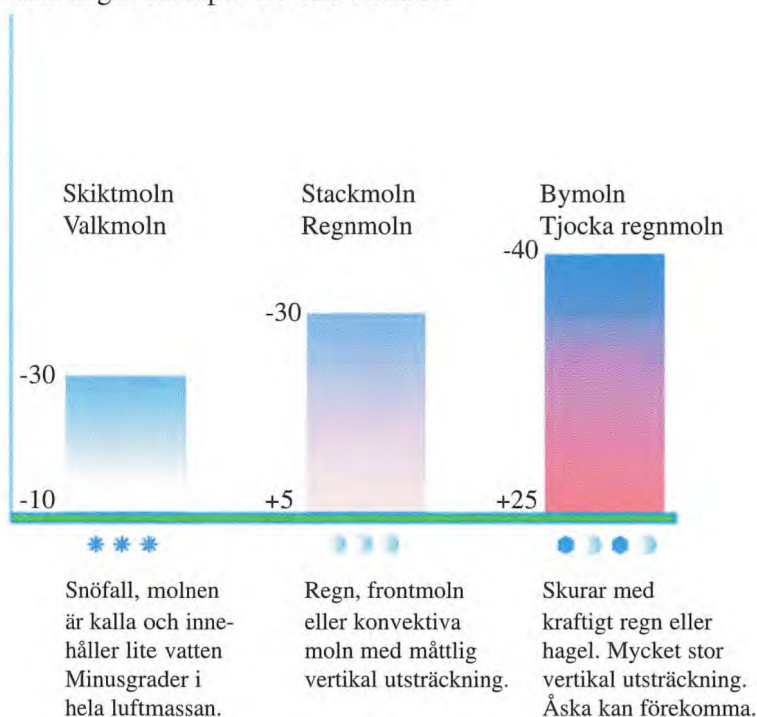
Man bör inte heller vara ute på ett öppet fält, där man då själv är det högsta föremålet. Bäst skyddad är man i en bil.

Nederbörd förekommer antingen i samband med fronter (allmän nederbörd) eller som skurar. På sidorna 28 och 29 visas ett frontsystem med tillhörande nederbördsområden och de karaktäristiska moln som förekommer i olika delar av frontsystemet.



När blir det regn, snö eller hagel?

Figuren nedan visar några exempel vid olika årstider



Duggregn, lätt regn, kornsne och lätt snöfall kan falla ur relativt tunna moln.

Ibland kan man se s k fallstrimmor från molnen. Fallstrimmor är nederbörd, som avdunstar innan den når marken.

Dis och dimma

När den horisontella sikten är mindre än 1000 m kallas det dimma. I dis är sikten 1-10 km. Dis och dimma bildas när fuktig luft avkyls av underlaget.

På hösten, då havet ännu är varmt jämfört med fastlandet, kan man få dimma vid pålandsvind.

Den dimman kallas för **advektionsdimma**. Advektionsdimma kan täcka stora områden och ligga kvar i flera dagar.

Dimma bildas även genom värmeutstrålning. Det sker särskilt nattetid under sensommaren och



Strålningsdimma

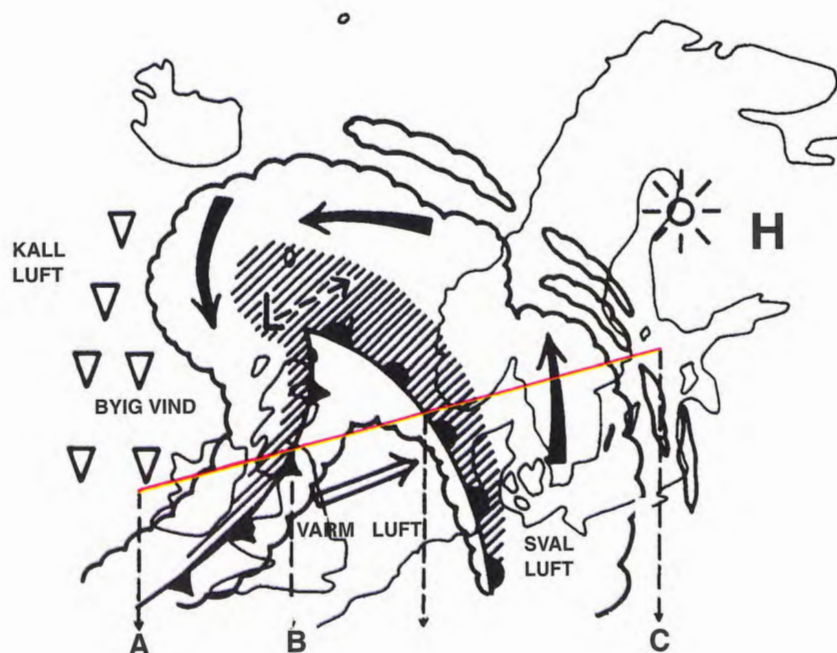
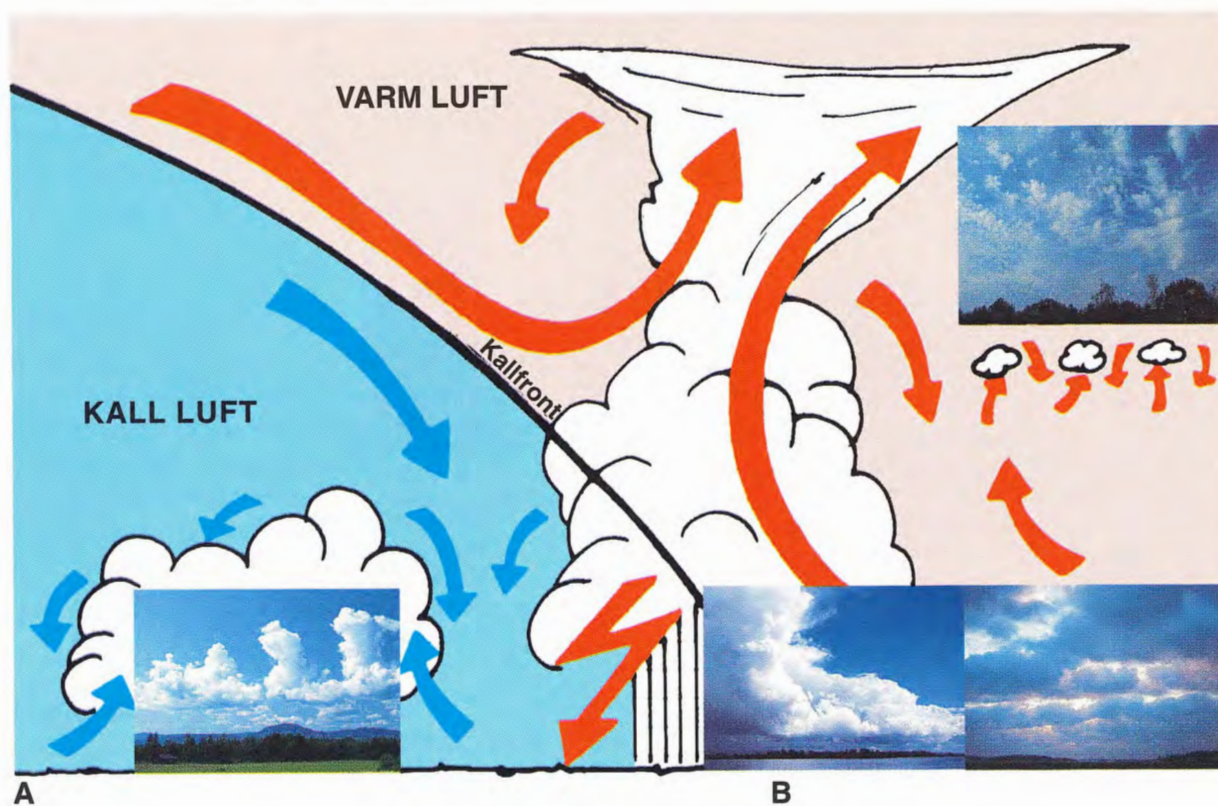
hösten, då det är klart och lugnt. Skiktet närmast markytan avkyls kraftigt av utstrålningen och **strålningsdimma** bildas. Den här typen av dimma upplöses i regel under förmiddagen.

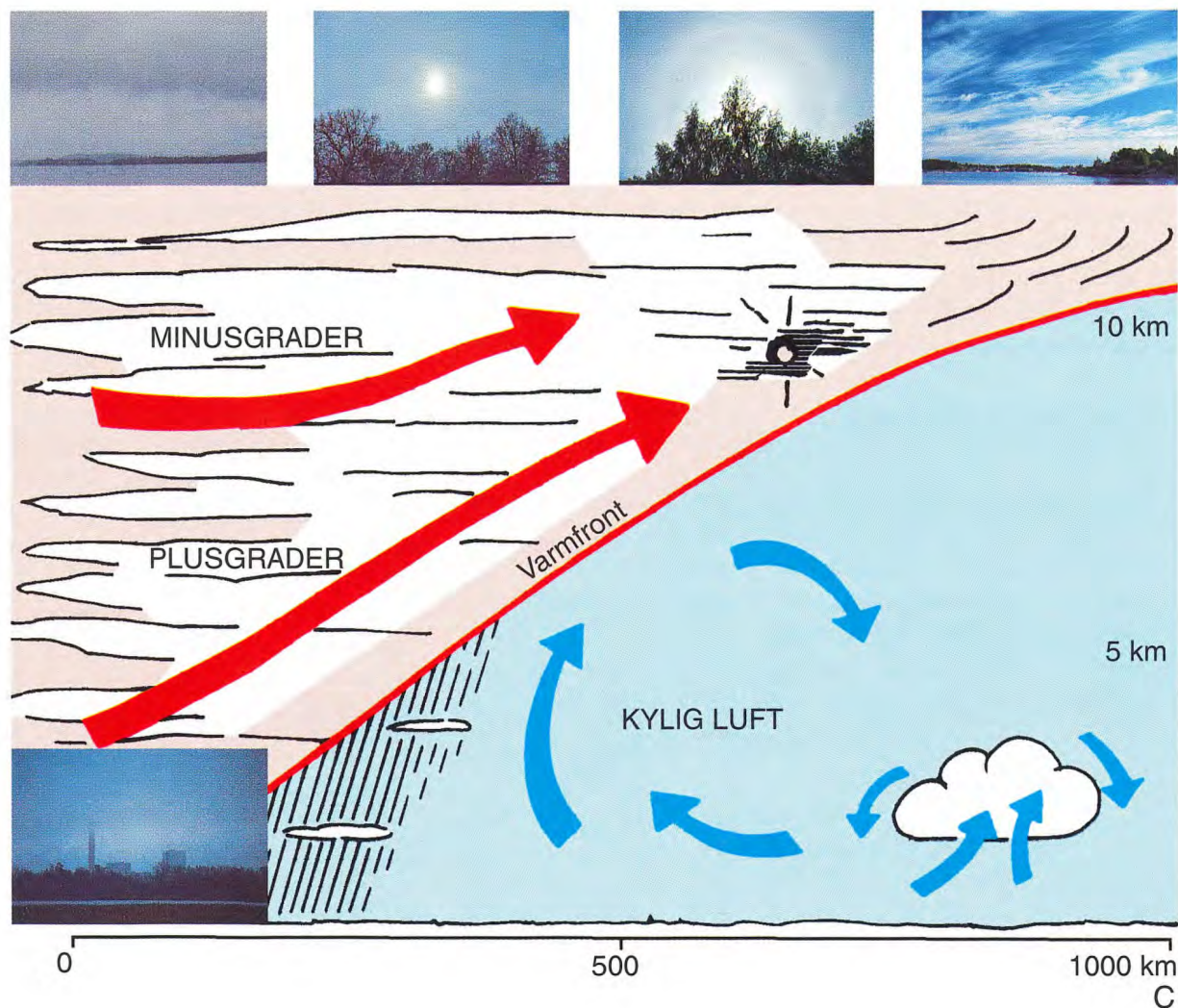


Advektionsdimma

Lågtryckets molnsystem

- Varmfront och kallfront -





Om väderläget ser ut som på denna väderkarta, skulle en person som befinner sig vid C se de första uppdragande fjädermolnen framför varmfronten. Västerut tättnar molnhimlen och över Danmark och Sydnorge möter man varmfrontens regnområde. Detta kan efter c:a 5-10 tim nå fram till svenska ostkusten. Framför varmfronten ökar vinden långsamt och när fronten har passerat vrider vinden till sydväst, det blir disigt och varmare.

Om personen står vid B ser han en kompakt mur av mäktiga bymoln (kallfronten). Vinden är byig, måttlig till hård. När vädret vid A kommit fram till personen, och fronten har passerat ser denne enstaka by- eller åskmoln och någon regnskur kan uppträda.

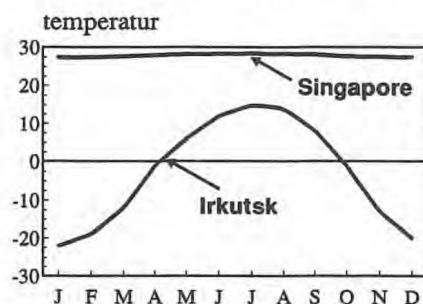
Klimat

Vad är klimat ?

När vi talar om klimatet på en plats menar vi hur vädret är i genomsnitt och inom vilka gränser det normalt varierar. För att statistiskt beskriva klimatet brukar normalvärden och variationer beräknas för en 30-årsperiod. Variationerna är viktiga att beskriva. En plats med mycket kalla vintrar och mycket varma somrar kan exempelvis ha samma **årsmedeltemperatur** som en plats med betydligt mindre temperaturvariation under året.

Temperaturklimat

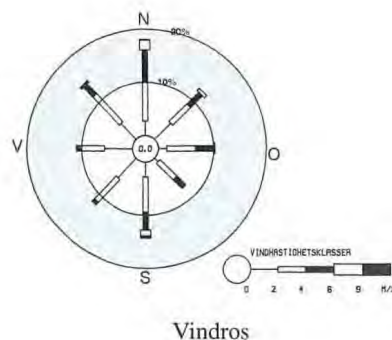
I större kartböcker finns ofta uppgifter om medeltemperaturen under årets månader för ett antal platser på jorden. Dessa diagram visar att orter med **maritimt klimat** har en jämnare temperatur över året än orter med **kontinentalt klimat**, som uppvisar en stor variation mellan vinter och sommar. Figuren visar temperaturen under året för Singapore som ligger vid havet och för Irkutsk i det inre av Asien.



Vindklimat

Medelvinden för en viss period är sammansatt av vindar från olika riktningar och speglar bara den vanligaste (förhärskande) vindriktningen.

För att få en mer detaljerad information kan man rita en **vindros**, som anger vindriktning och hur frekvent denna vindriktning är. Frekvenserna brukar anges i procent av periodens totala tid.



Nederbörds klimat

Stapeldiagram används ofta för att beskriva normala nederbördsmängder på en plats under årets olika månader. För ett större område kan man rita en karta över t ex årsnederbörd, jämför Sveriges klimat sid 32.

Förutom nederbördsmängd kan antalet nederbördsdagar vara en intressant uppgift.

Ta t.ex en plats med årsnederbörden 500 mm och 200 nederbördsdagar. Det ger i genomsnitt 2.5 mm per regndag.

Klimatzoner

Klimatet på en plats bestäms av flera faktorer som t ex den allmänna cirkulationen, höjden över och närheten till havet samt latituden.

Vissa platser på jorden har nästan samma väder året om. Det gäller framför allt platser som ligger mellan 30° nord och 30° syd.

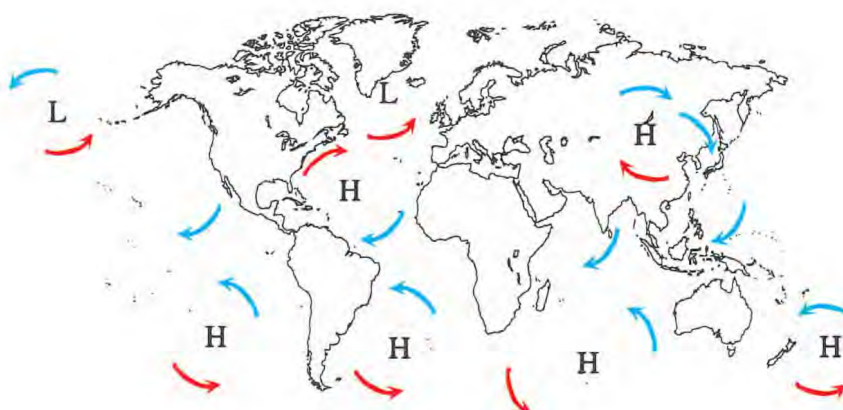
Inom andra områden har man stora årstidsväxlingar som t ex.

- norra och mellersta Europa, västvindsbältet
- Asien, monsunområdena

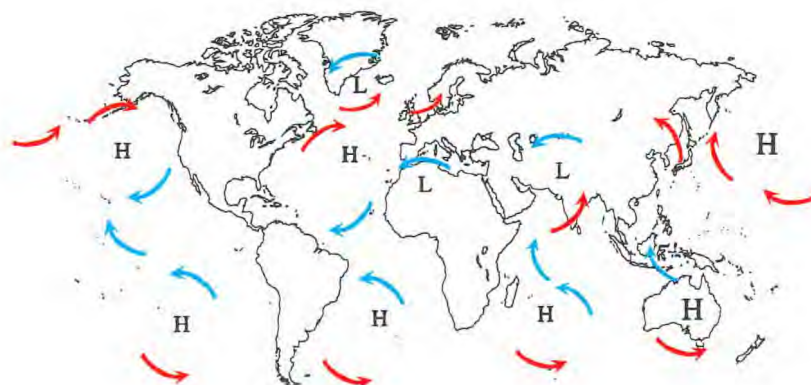
Norra halvklotet har större årstidsvariationer och det beror på att landområdena är dominerande. Figurerna nedan visar förhärskande vindar och lufttryck under månaderna januari och juli. Lägga märke till Asiens betydelse för klimatet och jämför gärna med sid 21 om monsuner.

Nordeuropa i västvindsbältet har omväxlande låg- och högtryck. Det gäller framför allt under vinterhalvåret, men också till viss del under sommaren.

Lufttryck och vindar
under januari månad



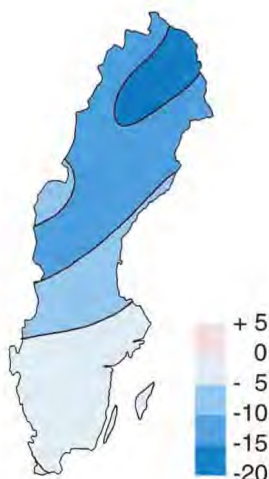
Lufttryck och vindar
under juli månad



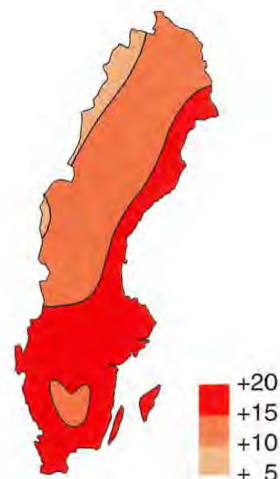
Sveriges klimat

Klimatet varierar mycket i Sverige. Dels är landet långsträckt från norr till söder, dels har vi stora höjdskillnader från kusterna upp till fjällen.

Temperaturen



Medeltemperaturen i januari



Medeltemperaturen i juli

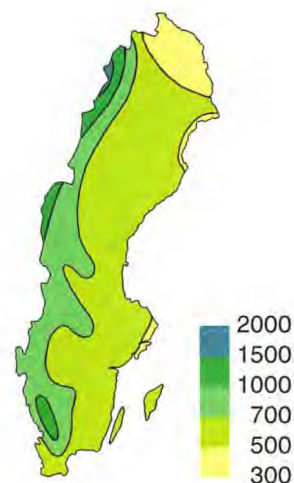
Under vintern skiljer medeltemperaturen 15 grader mellan landets nordligaste och sydligaste delar. På sommaren däremot är skillnaden ganska liten bortsett från fjällen. Årstidsvariationerna är relativt stora beroende på att Sverige ligger på de breddgrader där dagens längd och framför allt mängden mottagen solenergi varierar mycket mellan sommar och vinter.

Nederbörden

Den mesta nederbörden har landets västra delar. När fuktig luft kommer in från Nordatlanten med de förhärskande västvindarna och tvingas upp över fjällkedjan bildas moln och nederbörd på fjällens västsidor. När luften passerat fjällkedjan sjunker den och molnen upplöses, jämför föhn på sid 22. Om ett område med allmän nederbörd kommer in västerifrån blir det betydligt större mängder i västra fjällen än öster om fjällkedjan.

När en plats bakom höga berg på detta sätt får mindre nederbörd säger vi att den ligger i regnskugga. Exempel på en sådan plats är Abisko med en genomsnittlig nederbörd på drygt 300 mm. Riksgränsen, som ligger 3 mil västligare, får c:a 1000 mm per år. Dessa mycket lokala värden framgår dock inte av den översiktliga kartan här bredvid.

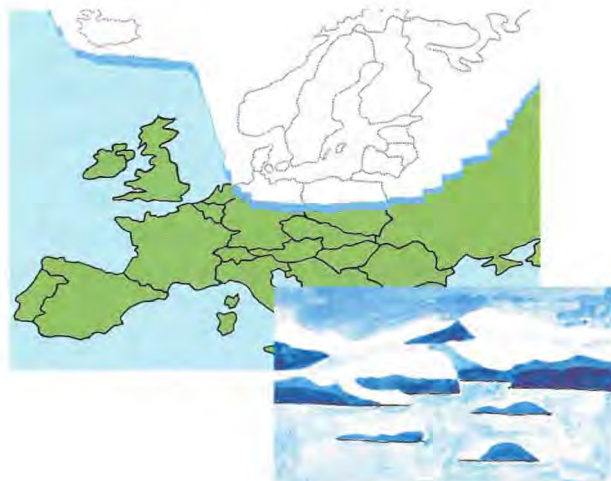
Sydsvenska höglandet har samma effekt på nederbörden. Västsluttningarna har med sina 1000 mm dubbelt så mycket nederbörd som de östra delarna av Götaland.



Klimatförändringar

Klimatet på olika platser på jorden förändras ständigt. Det är en process som går förhållandevis långsamt, under hundratals och tusentals år. Vid polartrakterna har man växlingar mellan istider och varmare perioder. Den senaste istiden slutade för cirka 10 000 år sedan och den varma klimatperiod vi har nu kommer sannolikt att följas av ytterligare en istid någon gång i framtiden.

Kartan visar den senaste nedisningens största utbredning. Grönland, den infällda bilden, ger en uppfattning om hur det kan ha sett ut även här i Sverige för 10 000 år sedan.



Inom högtrycksområdena vid vändkretsarna förekommer öken. Det beror på att i ett högtryck råder **subsicens**, luften sjunker. Resultatet blir att molnen upplöses och området blir regnfattigt.



Ökenutbredning som pågår beror på många faktorer. Klimatförändringar och befolkningsökning är ett par av de viktigaste orsakerna, som innebär ökat tryck på den sparsamma vegetationen.

Några större variationer i klimatet kan man inte påvisa genom direkta mätningar. De längsta meteorologiska mätserierna går c:a 250 år tillbaka i tiden. För att kunna bestämma klimatets förändringar längre tillbaka utnyttjas indirekta metoder. Med dendrokronologi, analyser av årsringarna i gamla trädstammar, kan man komma några tusen år bakåt i tiden. Ett varmt år ger en bred årsring i veden, ett kallt år ger en smalare årsring. Genom att jämföra mönster av breda och smala årsringar mellan olika trästockar, som finns i gamla byggnadskonstruktioner kan man få en uppfattning om temperaturen längre tillbaka i tiden.

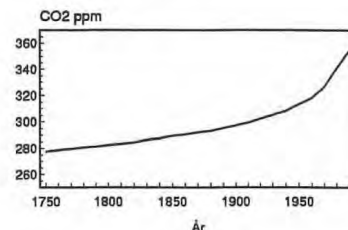
Vill man gå ännu längre tillbaka, flera 1000-tals år, kan man borra iskärnor ur inlandsisen och analysera olika lager av isen. Där finns hela historien lagrad, med svavelföreningar från vulkanutbrott, ammoniak som frigjorts vid skogsbränder eller havssalter som rivits upp i luften under stormiga perioder.

Man kan också ta prover av leran i djuphavsområden, sedimentprover, och studera de olika avlagringarna. Rester från döda växter och djur, som trivs bäst i kalla eller varma miljöer kan ge uppfattningar om istider och värmeperioder flera hundra tusen år tillbaka i tiden.

Det framtida klimatet.

Många är oroliga för att vi människor påverkar klimatet genom att släppa ut för mycket växthusgaser i atmosfären. Halten av koldioxid har t ex ökat med mer än 25 % sedan industrialismens början i mitten av 1700 - talet. Under de senaste 100 åren har jordens medeltemperatur ökat med 0.3 - 0.6 °C. Vi vet inte om denna temperaturökning beror på den ökande mängden växthusgaser eller om det finns andra, naturliga orsaker. Man arbetar emellertid vidare efter antagandet att ökningen är orsakad av våra utsläpp. Vi måste därför minska utsläppen så att vår atmosfär inte i onödan belastas med onaturliga ämnen.

Resultatet av FN:s miljökonferens i Rio 1992 var bl.a att världens länder och framförallt industriländerna borde begränsa utsläpp av i första hand kväve- och svaveloxider, ozonnedbrytande ämnen och koldioxid. Allt för att förebygga framtida klimatförändringar.



Luftföroreningar

Människans användning av **fossila bränslen**, olja, kol och naturgas, ger stora utsläppsmängder av föroreningar i atmosfären. Vid förbränning av eldningsolja i våra värmeverk och villapannor är det framför allt svaveldioxid och kväveoxider som tillförs luften.

Från biltrafiken får man främst koloxid, kväveoxider och kolväten. Utöver detta har vi utsläpp från fabriker, verkstäder, oljeraffinaderier m m.

Det är vindarna som sprider luftföroreningarna. Vindens riktning avgör åt vilket håll de sprids och vindens hastighet hur mycket föroreningen späds ut. Luftens stabilitet avgör hur högt upp de kommer att blandas. I situationer med markinversion kommer föroreningar som släpps ut nära marken att bli kvar under kanske flera dagar. I denna blandning av föroreningar startar kemiska reaktioner som bildar sk smog under inverkan av solens ljus. Städer som ligger i dalgångar mellan höga berg är speciellt utsatta.

Los Angeles i USA är det mest kända exemplet där smog regelbundet förekommer.

När föroreningarna började bli besvärande i de flesta storstäder, försökte man lösa problemen genom att bygga allt högre skorstenar. Det var en åtgärd som förbättrade luften i närområdet kring utsläppen. På detta sätt kunde man fortsätta att släppa ut stora mängder totalt sett, som senare kom ner till markytan i form av surt regn många mil från utsläppskällan.

Vi vet idag att den enda effektiva lösningen är att begränsa och effektivt rena utsläppen.



Klimat och samhällsplanering.

När man bygger bostäder, vare sig det handlar om enstaka hus eller en hel stadsdel, är det viktigt att ta hänsyn till olika klimatfaktorer. Detta är egentligen inget nytt, våra förfäder utnyttjade naturliga vindskydd för att spara på energi för uppvärmning. De låga energipriserna har gjort att den industrialiserade världen inte har behövt bry sig om detta och klimatfaktorerna har fått stå tillbaka vid samhällsplaneringen.

Idag vet vi att våra energitillgångar inte räcker i evighet och därför blir klimatuppgifter allt viktigare. Numera försöker man bygga på en plats där husen inte blir utsatta för starka vindar och där man kan dra nytta av solvärmen.

Klimatkunskap behövs också för att kunna dimensionera olika delar av det som byggs. Hustaken måste vara tillräckligt starka för att tåla tyngden av det tjockaste snötäcke man mätt upp på platsen. Avloppsnäten måste dimensioneras för att kunna leda bort regnvatten, när det regnar som mest o s v.

Vid planering av en ny flygplats är det viktigt att ta hänsyn till klimatfaktorer som vanligaste vindriktning, risk för dimma, etc. Detsamma gäller vid anläggning av hamnar för sjöfarten där kunskap om isförhållandena är viktigt. En hamn på Västkusten har naturligtvis större möjligheter att användas året om utan isbrytarhjälp än en hamn i Östersjön eller Bottenhavet.

Gruvindustrin i nordligaste Sverige använder därför i stor utsträckning Narvik i Norge som utskeppningshamn för sin malm.

Med tanke på luftföroreningarna bör man använda förnybar energi så mycket som möjligt. Men innan vindkraftverket eller solfångaren byggs är det viktigt att inhämta klimatuppgifter så att man får så stort utbyte som möjligt av sin anläggning.



Byggplats



Kommunikation

Klimatdatabehov



Solvärme



Vindkraft

Vädertjänstens arbete

För att göra en väderprognos behöver man veta hur vädret ser ut över ett större område i nuläget. Det görs genom att ett stort antal väderobservatörer i hela världen rapporterar hur vädret är vid vissa fasta tidpunkter varje dag. Man gör **synoptiska** (samtidiga) **observationer** och ritar in dessa observationer på en väderkarta. Kartan analyseras och man får därigenom en helhetsbild av vädrläget, en **analys**.

Med analysen som utgångspunkt beräknas hur lågtryck och nederbördsområden rör sig, hur vindar, temperatur, tryck mm. förändras framåt i tiden. Detta kallas för **prognos**.

Observationer

Observationerna omfattar normalt vindriktning, vindhastighet, temperatur, fuktighet, lufttryck, sikt, rådande väder och moln. Eftersom de görs vid markytan kallar vi dem **markobservationer**.

Väderobservatören är utrustad med en **termometerbur**. Den innehåller vanligen en noggrann termometer, max- och mintermometrar och en hygrometer. Termometerburens utseende och uppställningsplats är viktig för att få representativa observationer.



Det synoptiska stationsnätet i Sverige består av 140 manuella väderstationer där observationer görs var tredje timme dygnet runt. Utöver dessa finns ett 20-tal automatstationer, en mätutrustning som rings upp varje timme från en dator som samlar in mätvärdena. Automatstationer används framför allt på platser där det inte går att få någon observatör, t ex på fyrplatser som automatiserats, ute till havs eller i fjällen. Från mitten av 1990-talet kommer antalet bemannade stationer att reduceras till en tredjedel, medan automatstationerna ökar till c:a 150.

Radiosond

Temperatur, fuktighet och vind högre upp i atmosfären mäts med **radiosonderingar**. En mätutrustning med radiosändare, som stiger genom atmosfären med hjälp av en ballong, skickar ned mätvärden till marken. Genom att följa ballongens färd med radar kan vindarnas hastighet och riktning på olika höjd över marken beräknas. Efterhand kommer radarn att ersättas av system som bestämmer ballongens position med hjälp av satelliter. Radiosonderingar görs 2 gånger per dygn, och når normalt cirka 20 km höjd innan ballongen brister.

I Sverige har vi 6 radiosondstationer.



Höjdkartor

Radiosonderingarna ger information om temperatur, fuktighet och vind på olika nivåer upp genom atmosfären. Vinden på 3000 meters höjd visar rätt väl vart regnmolnen rör sig. Här råder ofta annan vindriktning än nere vid marken. En höjdkarta från 9000 meters höjd visar var jetströmmarna, smala stråk med mycket kraftiga vindar, drar fram. Det är viktigt för flyget att kunna utnyttja dessa istället för att flyga i en motvind på kanske upp till 300 km/tim.

Analys av vädersituationen

När alla observationerna ritats in på en karta som symboler och siffror tar analysarbetet vid. Meteorologen ritar in isobarer, linjer för lika lufttryck, och kartlägger på så sätt var lågtryck och högtryck befinner sig. Genom att rita in isallobarer, linjer för lika stor tryckförändring under t ex 3 timmar, ser man hur trycksystemen rör sig och förändras. Alla observationer med nederbörd skuggas över med grönt, på så vis får man en bra överblick över var större områden med regn eller snö finns. Vidare kartläggs områden med skurar, dimområden, varma respektive kalla luftmassor och gränserna mellan luftmassorna, fronter.

Som komplement till den information som kartan ger om vädret tittar man på satellit- och radarbilder.

Här ser vi väderkartan och några av meteorologens hjälpmedel.



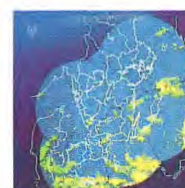
Plottad karta



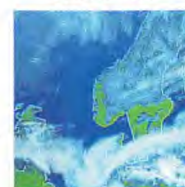
Analyserad karta



Observation



Radarbild



Satellitbild



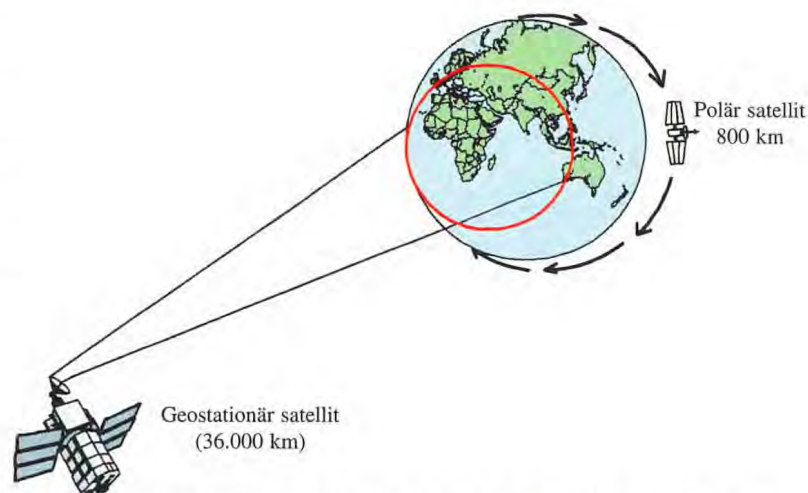
Blixtlokalisering

Satellitbilder

Polära satelliter går normalt på cirka 800 km höjd över jordytan. De går i en bana över polerna. Eftersom jorden samtidigt roterar kommer satelliten att söka av band av jordytan. En viss plats på jorden passeras därför bara två gånger per dygn.

Geostationära satelliter cirklar runt jorden i en bana på 36 000 km höjd. De går i samma plan som ekvatorn och roterar kring jordens axel med precis samma hastighet som jorden själv. Det innebär att de alltid befinner sig över samma ställe på jordytan. Normalt tar man emot en bild varje timme, dygnet runt, från dessa satelliter.

Satellitbildstekniken har utvecklats enormt på senare år. Genom att mäta hur mycket ljus, inom olika våglängdsområden, som absorberas i atmosfären, kan man bestämma mängden vattenånga eller ozon. Det är genom den tekniken man sett det bekanta "ozonhålet" som bildats över Antarktis.



EUMETSAT-satelliten står över Västafrika och "tittar ner" på NOAA-satelliterna



Bild från METEOSAT

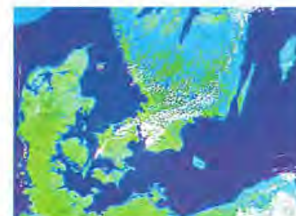


Bild från NOAA

Radar

En väderadar visar var regnskurar bildas och hur de rör sig. Man kan också följa större regnområdets rörelse. Principen för en radar är att den sänder ut kortvågiga radiopulser i alla riktningar med mycket korta tidsmellanrum. När radarpulsen träffar en regndroppe eller snöflinga reflekteras den tillbaka (ger ett "eko"). Med få droppar/flingor får man svaga eken, är det många regndroppar reflekteras mera energi, det blir kraftiga eken. Genom att mäta hur lång tid som förflutit från det att pulsen sändes ut till dess att den kommer tillbaka, beräknas hur långt bort den reflekterande droppen, flingan eller iskristallen befinner sig.

Radarn är ett mycket bra övervakningsinstrument genom att den täcker större områden. De manuella observationerna görs ju bara på vissa platser, och mindre vädersystem som skurar kan då i värsta fall passera mellan väderstationerna utan att upptäckas.

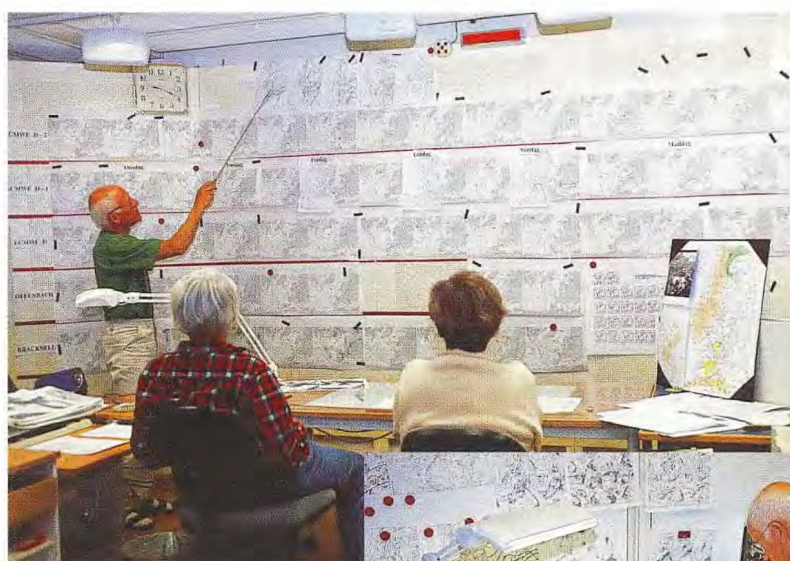
Blixtlokalisering

När blixten slår ned registreras i vilken riktning och hur långt bort det inträffade. Genom att samtidigt mäta med flera utrustningar spridda över landet kan man krysspejla, d v s se var riktningarna från de olika stationerna mot blixten skär varandra. På detta sätt kan med stor noggrannhet beräknas, inom hela Europa, var en blixst slagit ner. Precis som med radarn är blixtpejlen ett mycket bra komplement till observationerna.

Väderprognosen

Förr gjordes prognosen helt manuellt, genom att utnyttja den kunskap som fanns om vädrets normala beteende. Man ritade på en karta in var fronter och regnväder hade befunnit sig vid olika tidpunkter, t ex för var sjätte timme. Därefter extrapolerade (förlängde) man den rörelse de tidigare haft vidare framåt i tiden och fick en prognos för 6 timmar framåt. Genom att upprepa proceduren erhöles sedan en 12-timmars prognos osv.

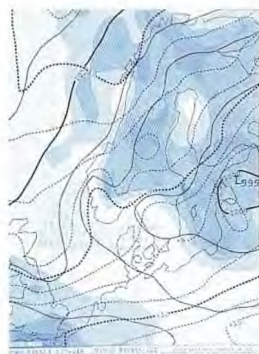
I dag gör datorerna arbetet. Den manuella metoden används fortfarande, men nu mest för att bedöma hur rimlig den datorberäknade prognosen är. Dessa sk numeriska prognoser görs på super-datorer med mycket stor beräkningskapacitet. Man löser ekvationer som beskriver jämviktstillstånd och rörelser i atmosfären. Trots att beräkningsmetoderna på senare år blivit allt säkrare, händer det att en enstaka felaktig observation orsakar fel i prognosen. Meteorologen kan då med sin erfarenhet i vissa fall rätta till prognosen.



Vädergenomgång



Vakthavande meteorolog



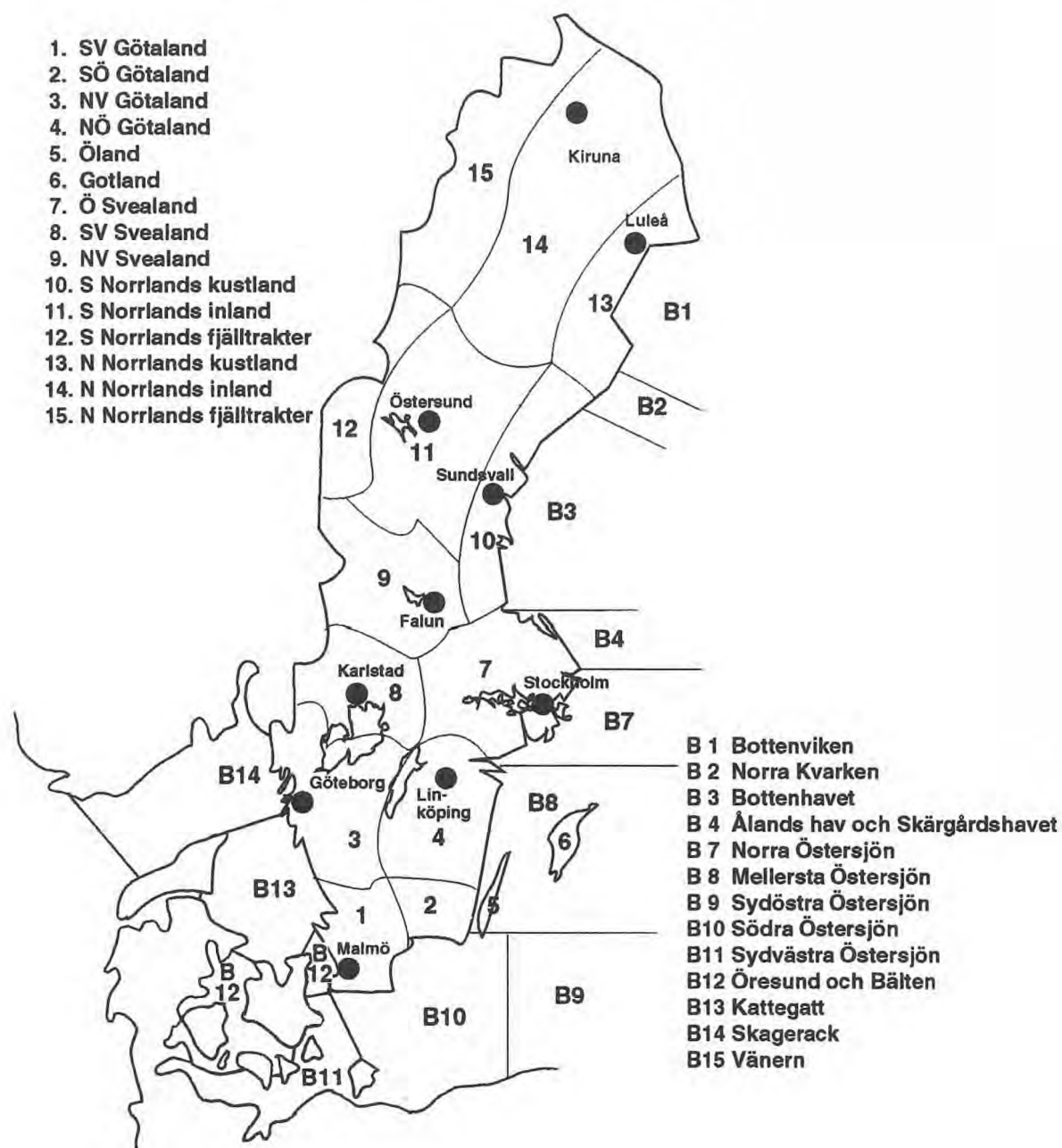
Datorberäknad prognos



Meteorologens
slutgiltiga prognos

Innan radion fanns satte man upp väderprognosen på en anslagstavla utanför vädertjänsten och på andra offentliga platser t.ex. järnvägsstationen. I dag förmedlas prognoser med modern teknik.

De flesta får sin prognos genom TV, radio och/eller dagstidningen.



Radions prognosdistrikt.

Specialprognoser ges med telefonsvarare. Sådana finns t.ex. för jordbruket och för byggbranschen. Vidare bl a kustväder för fritidsbåtar och pollenprognoser för allergiker.

Andra tar emot bilder och prognosinformation via telenätet till sin egen PC.

Många får sin prognos sänd till sig via telefax. Det kan antingen ske på förutbestämda tidpunkter, eller så kan man hämta sin prognos när den behövs, s.k. hämtfax.

Ordlista

ADIABATISK PROCESS	En process som sker utan värmeutbyte med omgivningen
ADVEKTIONSDIMMA	Dimma som bildas när varm och fuktig luft driver in över ett kallare underlag. Det är ett ofta vidsträckt dimområde, som ligger kvar i flera dagar
ALLMÄN CIRKULATION	De luftströmmar som uppstår när naturen strävar efter att utjämna temperaturskillnaderna mellan ekvatorn och polerna
ANEMOMETER	Instrument som mäter vindhastighet, oftast kombinerat med en vindfana som ger vindriktningen
ANEROIDBAROMETER	Mäter lufttryck, aneroidbarometern består av en serie nästan lufttomma metalldosor som trycks samman av lufttrycket
ANTICYKLON	Högtryck
ATMOSFÄR	Gasblandning som omger jorden och vissa andra planeter
BAROGRAF	Registrerande lufttrycksmätare.
BAROMETER	Lufttrycksmätare
BLIXTLOKALISERING	Samtidigt flera (minst 3) instrument som registrerar blixtnedslaget och som sedan genom krysspejling lokaliserar blixtnedslaget
BORA	Kall fallvind mot Adriatiska havet
CELSIUS	Temperaturskala efter Anders Celsius (1701-1744). A C hade vattnets kokpunkt som 0° och vattnets fryspunkt som 100°. Carl von Linné vände sedan skalan
CORIOLISKRAFT	Jordrotationens påverkan på ett föremål som rör sig i förhållande till jordytan. Upptäcktes av fransmannen Coriolis (1792 - 1843)
CYKLON	Lågtryck
DAGGPUNKTS-TEMPERATUR	Den temperatur som luften måste avkylas till för att bli mättad med fuktighet, den relativa fuktigheten är då 100 %
DENDROKRONOLOGI	Datering med hjälp av årsringar i träd
DIMMA	Horisontell sikt mellan 0 och 1000 meter p g a små vattendroppar i luften
DIS	Horisontell sikt 1-10 km
DOPPLERRADAR	Sänder energirika, korta pulser, fler än 1000 / sek, som reflekteras mot ett föremål. Mäter rörelse mot eller från radarn med hjälp av den s k Dopplereffekten
DUGGREGN	Små regndroppar mindre än 0.5 mm i diameter. Kommer från dimmoln och valkmoln
FAHRENHEIT	Temperaturskala efter tysk fysiker (1686-1736). Mättad salt / is-lösning = 0° F och kroppens temperatur = 100° F
FALLSTRIMMOR	Nederbörd som avdunstar innan den når marken
FRIKTIONSSKIKT	Luftskiktet närmast ovanför markytan upp till mellan 500 och 1000 m höjd över markytan. I detta skikt påverkas vindens riktning av jordytans orografi (struktur)
FUKTADIABATISK PROCESS	Adiabatisk process under vilken vattenånga kondenserar. Vid stigande rörelse faller temperaturen och vid sjunkande rörelse stiger temperaturen. Temperaturförändring 0.4 - 0.7° C / 100 m

FÖHN	Varm vind på läsidan av ett berg. Uppvärms genom att luften sjunker efter att ha avgett sin fukt
GEOSTATIONÄR SATELLIT	Satellit som rör sig med samma hastighet som jorden och därför skenbart står stilla över samma punkt på jordytan. Avståndet mellan satelliten och jorden är 36000 km
GLACIÄR	Istäcke året runt
HAGEL	Nederbörd i form av is från bymoln, ofta i samband med åska.
HEKTOPASCAL	Måttenheter för lufttryck
HÅRHYGROMETER	Fuktighetsmätare, utnyttjar det förhållandet att ett hårstrå töjs ut då det är fuktigt och drar ihop sig då det är torrt
HÄVNING	Luft som stiger
HÖGTRYCK	Område som har högre lufttryck än omgivningen, kallas också anticyklon
INVERSION	Temperaturen ökar med höjden
ISALLOBAR	Linje för lika stor lufttrycksförändring
ISOBAR	Linje för lika tryck
ISOTERM	Linje för lika temperatur
ISTID	Period då isen vid Nordpolen bredd ut sig över större områden.
JETSTRÖM	Vindband i övre troposfären. Vindstyrka mer än 60 knop (30 m / s)
KALLFRONT	Luftmassegräns som föregår en kall, ostadig luftmassa
KELVIN	Grundenhet för temperatur. Uppkallad efter lord Kelvin, en engelsk fysiker. Lägga märke till att man inte säger grader, utan att K är en sort på samma sätt som liter eller kg. $273\text{ K} = 0^{\circ}\text{ C}$
KLIMATZON	Område med i genomsnitt enhetligt väder.
KOALESCENS	Process där små droppar "äts upp" av stora droppar
KONDENSATION	Vattenånga övergår till vatten
KONDENSATIONSKÄRNA	Liten partikel i luften som underlättar kondensationsprocessen
KONTINENTALT KLIMAT	Klimat som är påverkat av en större landmassa
KONVEKTION	Oordnade vertikala luft rörelser
KORNSNÖ	Frusna duggregnsdroppar
KORTVÅGIG STRÅLNING	Strålning från solen, våglängd mindre än $4\text{ }\mu\text{m}$
KRYSSPEJLA	Ta ut riktningen mot något från flera platser och bestämma skärningspunkten för riktningarna.
KVICKSILVERBAROMETER	Mäter lufttryck, fungerar som en balansvåg
KÖLDBLANDNING IS/SALT	Mättad lösning har temperaturen -18° C
LANDBRIS	Vind som blåser från land ut mot havet
LATENT VÄRME	Värme som frigörs då vattenånga kondenserar
LUFT	Gasblandning som omger jorden
LUFTMASSA	Luft som täcker ett större område och som fått enhetliga egenskaper av underlag och omgivning
LUFTTRYCK	Luftens vikt per ytenhet, från jordytan till atmosfärens yttre gräns

LÅGTRYCK	Område som har lägre tryck än omgivningen. Kallas också för cyklon
LÅNGVÅGIG STRÅLNING	Infraröd strålning med våglängder från 4 - 100 μm
MARITIMT KLIMAT	Klimat som är påverkat av havsyntans temperaturegenskaper
MARKINVERSION	Temperaturen ökar med höjden i skiktet närmast markytan
METEOROLOGI	Läran om vädret
MISTRAL	Fallvind ifrån Alperna genom Rhônedalen ner mot Medelhavet
MOLNINDELNING	Moln indelas i låga, medelhöga och höga moln samt i tio huvudmolnslag
MONSUN	Årstidsvind
NEDERBÖRD	Regn, snö, hagel, regnskurar, snöbyar, duggregn etc
NEDERBÖRDSBILDNING	Process där små svävande molndroppar växer till snöflingor eller regndroppar
NORMALVÄRDE	Medelvärde av meteorologisk parameter under en längre tidsperiod, t ex 30 år
OROGRAFI	Beskrivning av markytans utseende, från grekiskans óros = berg och gráfein = skriva
PASSADVIND	Ständig vind mot ekvatorn från nordost eller sydost
PITOTRÖR	Instrument för att mäta luftströmmens hastighet
POLÄR SATELLIT	Satellit som går över polerna i nord - sydlig riktning. Höjd över jordytan 800 - 900 km
PPM	Parts per million, miljondel.
PROGNOS	Förutsägelse
RADARPULS	Elektromagnetisk puls från radar, våglängd 3 - 10 cm
RADIOSOND	Instrumentpaket för att mäta atmosfärens vertikala egenskaper. Lyfts av en ballong upp till c:a 20 km höjd
REGN	Vattendroppar med diameter större än 0.5 mm
REGNSKUGGA	Nederbördsfattigt område på läsidan av ett berg
RELATIV FUKTIGHET	Luftens aktuella vatteninnehåll jämfört med det maximalt möjliga vatteninnehållet vid rådande temperatur
SCIROCCO	Varm torr vind från Nordafrika in mot södra Europa
SEDIMENTPROV	Borrkärna från mark, sjö- eller havsbotten
SJÖBRIS	Vind från sjön eller havet speciellt under våren och försommaren då det kan bli stor temperaturskillnad mellan hav och land
SKIKT / SKIKTNING	Luftens vertikala temperatur-, fukt- och vindfördelning. Fastställs genom radiosondering.
SKYFALL	Mycket häftig nederbörd
SKÅLKORSANEMOMETER	Se anemometer
SOMMARMONSUN	Varm och fuktig vind som ger stora nederbördsmängder i södra Asien
STABILITET	Luftens vertikala temperatur relaterad till torr- och fuktadiabatiskt temperaturavtagande
STRATOSFÄR	Atmosfärens skikt ovanför troposfären, mellan 15 och 50 km höjd över jordytan
STRÅLNINGSDIMMA	Låg, lokal dimma som bildats genom värmeutstrålning från markytan (avkylning)

SUBSIDENS	Nedåtriktad luft rörelse
SUBTROPISKA HÖG- TRYCKSOMRÅDENA	Områden som ligger mellan 10 och 30 ° N och S om ekvatorn. Inom dessa råder i genomsnitt högt lufttryck med subsidens och molnupplösning som följd
SYNOPTISKA OBSERVATIONER	Väderobservationer som görs samtidigt över hela jorden.
TEMPERATUR	Ett mått på molekylernas rörelse. Vid absoluta nollpunkten 0 K är molekylerna stilla
TERMIK	Stigande luft
TERMOHYGROGRAF	Registrerande instrument för temperatur och fuktighet. Ritar normalt kurvor för en hel vecka
TERMOMETER	Instrument för att mäta temperatur
TORRADIABATISK PROCESS	Vertikalt temperaturavtagande i torr luft. Temperaturavtagande 1 ° C / 100 m
TROMB	Intensiv liten virvelvind under ett bymoln
TROPISK CYKLON	Oväder som bildas över havsområden där vattentemperaturen är minst 27° C
TROPOSFÄR	Atmosfärens lägsta skikt närmast jordytan, 0 - 15 km höjd.
ULTRAVIOLETT STRÅLNING	Kortvågig strålning från solen, våglängd mindre än 0.4 µm
UNDERKYLT REGN	Droppar som är kallare än 0° C och ändå inte frusit till is. Fryser då de träffar ett fast och kallt föremål
VARMFRONT	Luftmassegräns som föregår varm luft
VATTENBAROMETER	Långt u-format rör där vatten i den ena skänkeln väger jämnt med luftens tryck på den andra
VINDENS KYLEFFEKT	Kombination av vind och temperatur
VINDFANA	Svänger med vinden och visar dess riktning
VINDHASTIGHET	Mäts i m / s , knop eller km / tim
VINDRIKTNING	Varifrån vinden blåser
VINDROS	Anger hur vanligt det är med vind från de olika kompassriktningarna
VINDSTRUT	Se vindfana
VINDSTYRKA	Vindens påverkan på ett föremål
VINTERMONSUN	Kalla nordvindar från det inre av Asien
VÄRMEUTSTRÅLNING	En kropps utstrålning av värme
VÄSTVINDSBÄLTET	Beläget på mellanlatituderna 40 - 70 ° N och S. Utpräglade årstider inom området
VÄXTHUSEFFEKT	En uppvärmning som beror på vissa gasers förmåga att absorbera värme.
VÄXTHUSGASER	De viktigaste är koldioxid, vattenånga, metan, ozon och freoner



SMHI