

METEOROLOGI



Förord

SMHI vill med detta häfte på ett enkelt sätt försöka förklara de fysikaliska processer som samverkar i vår atmosfär vid bildning av olika väder. Vi vill också väcka ett allmänt intresse för meteorologin och dess tvärvetenskapliga karaktär. De vanligaste meteorologiska instrumenten har vi enkelt beskrivit.

Innehållet är anpassat till högstadiets kunskaper och är därför menat som ett första steg för förståelse av meteorologin.

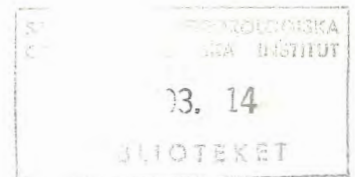
Vi hoppas att vi lyckats i vårt syfte och att Du som läsare skall få nytta och glädje av detta häfte.

Sören Färnlöf

Text och idéer:
Curry Melin och Sören Färnlöf
Teckningar:
Gun-Britt Rosén
Ansvarig:
Sören Färnlöf

SMHIs tryckeri 1986
© SMHI
Andra upplagan

METEOROLOGI

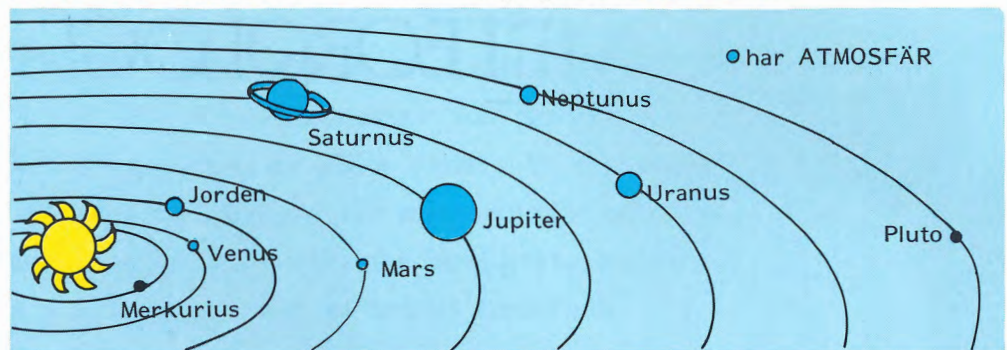


<u>Innehåll</u>	<u>Sid</u>
Atmosfär	4
Lufttryck	10
Temperatur	15
Vind	19
Moln	23
Klimat	27
Vädertjänsten	31

ATMOSFÄR

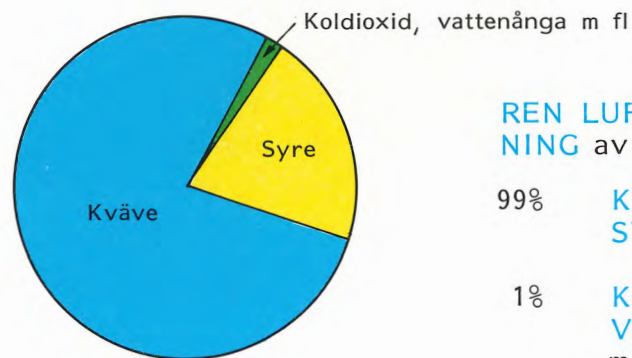
ATMOSFÄR

Det **GASHÖLJE** som omger en himlakropp kallar man **ATMOSFÄR**. När vi talar om **ATMOSFÄR** menar vi i allmänhet **JORDENS ATMOSFÄR** eller i dagligt tal **LUFTEN**.



Sju av de nio stora **PLANETERNA** i vårt solsystem och en av Saturnus månar omges av gashöljen.

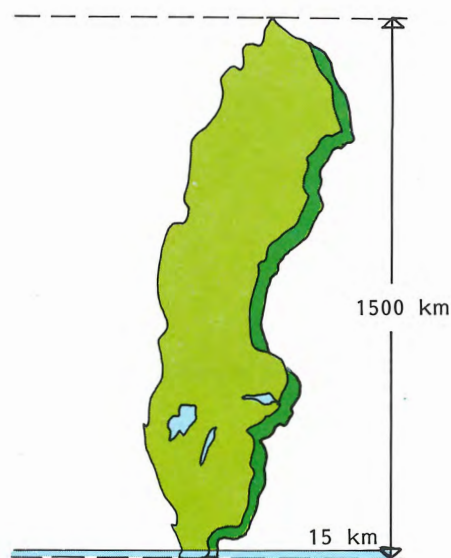
LUFT



REN LUFT är en **GASBLANDNING** av

99%	KVÄVE	4 delar
	SYRE	1 del
1%	KOLDIOXID	
	VATTENÅNGA	
	m fl	

Människor, djur, växter har anpassat sig till denna gasblandning.



Jordens lufthölje är mycket tunt i förhållande till jordens storlek. Om exempelvis en jordglob har en diameter av 1/2 m är atmosfärens tjocklek endast någon mm, eller som skalet på ett äpple.

90% av all luft finns under 15 km höjd. Sverige är ca 1500 km långt. Om man ställer Sverige rakt upp i luften (vertikalt) skulle detta luftskikt endast nå en liten bit upp i Skåne.

MASSA (VIKT)

Trots att jordens lufthölje är mycket tunt och att 1 liter (dm^3) luft endast väger ca 1 gram eller 1 kg/m^3 väger hela jordens atmosfär

5 000 000 000 000 000 kg

tusen (kilo)
miljon (mega)
miljard (giga)
biljon (terra)

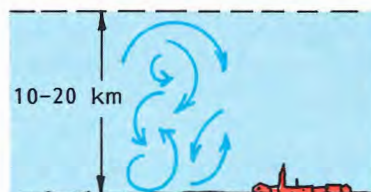
Kortare kan man skriva detta $5 \cdot 10^{18} \text{ kg}$.

Om vi räknar med att det finns fem miljarder människor på jorden och tänker oss att vi fördelar all luft på dessa individer får var och en 1 miljard kg luft (10^9 kg).

OMBLAND- NING



Hur snabbt blandas luften om?
Det tar högst **1 ÅR** för luften på norra halvklotet att blandas med den på södra.



I vertikal led är luftens om-blandningstid ca **1 MÅNAD** från markytan upp till 10-20 km höjd.

EGENSKAPER REN LUFT

1. Genomskinlig
2. Ingen lukt
3. Ingen smak
4. Fortplantar ljud
(vi kan tala med varandra)
5. Orsakar optiska fenomen
(blå himmel, röd solnedgång)
6. Påverkar känslan
(vi kan känna vinden mot vår hud)

ATMOSFÄRENS VIKTIGASTE GASER

KVÄVE

TILLFÖRES atmosfären vid **FÖRMULTNING**, **FÖRRUTT-
NELSE** av växter och djur samt vid **VULKANUTBROTT**.

FÖRBRUKAS av växter och djur som "mat" dvs olika kemiska föreningar där **KVÄVE** ingår.

KVÄVE är nödvändig näring för alla celler, men cellerna kan vanligen inte ta kväve direkt ur luften.

SYRE

TILLFÖRES atmosfären genom de gröna växternas **FOTO-
SYNTES**, dvs vid deras tillväxt med hjälp av **SOLLJUS**, **KLOROFYLL** (bladgrönt), **KOL-
DIOXID** och **VATTEN**. Denna process är grund-
läggande för allt djurliv på jorden.

FÖRBRUKAS vid all **OXIDATION** (förbränning, matsmält-
ning m m). Om allt **KOL**, all **OLJA** och alla **ORGANISKA ÄMNEN** brinner upp, förbrukas sannolikt allt syre i luften, drygt 1 miljard ton. Syret förbrukas även vid **FÖRMULT-
NING** och **FÖRRUTTNELSE** av växt- och djurrester samt vid **VITTRING** (kemisk sönderdelning av berg och jordarter).

KOLDIOXID

TILLFÖRES luften då vi eldar upp olja och kol, dvs naturtillgångar som under miljontals år skapats i jordskorpan. Genom bilavgaser, industrier m m ökar mängden **KOLDIOXID** i lufthavet och påverkar därigenom vårt klimat.

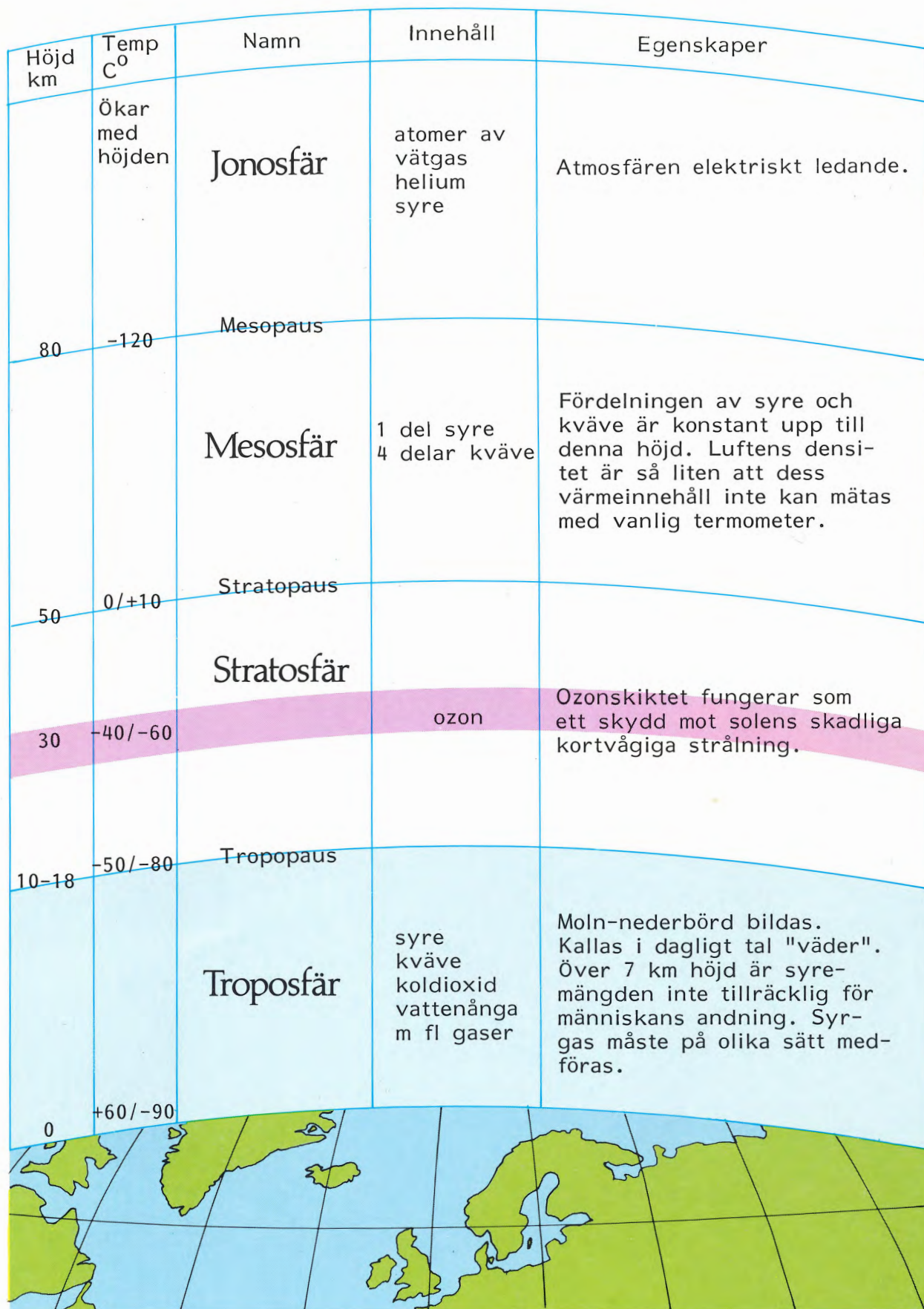
FÖRBRUKAS vid växternas uppbyggnad, **FOTOSYNTES**.

VATTENÅNGA

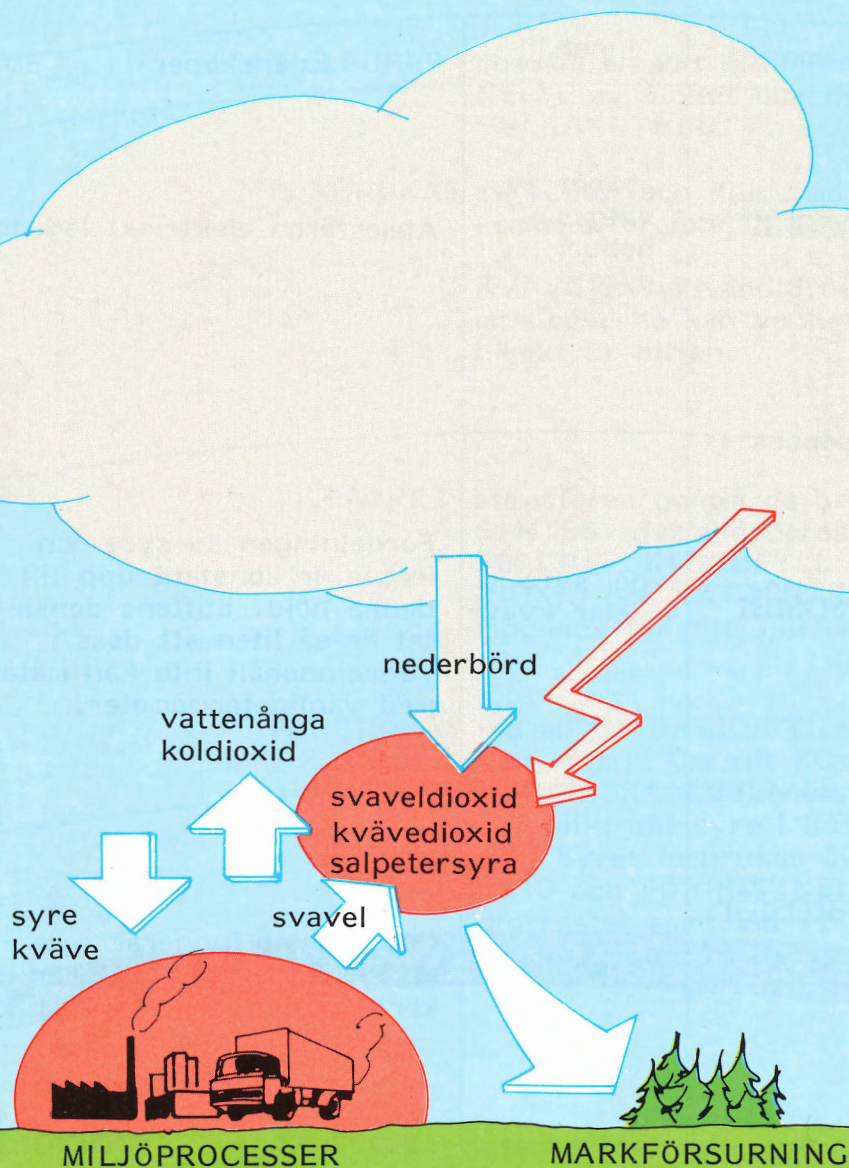
TILLFÖRES luften framförallt från de varma tropiska haven. Vattenångan sprids till olika delar av jorden genom vindarna.

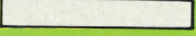
FÖRBRUKAS vid moln- och nederbördsbildning.

ATMOSFÄRENS OLIKA SKIKT

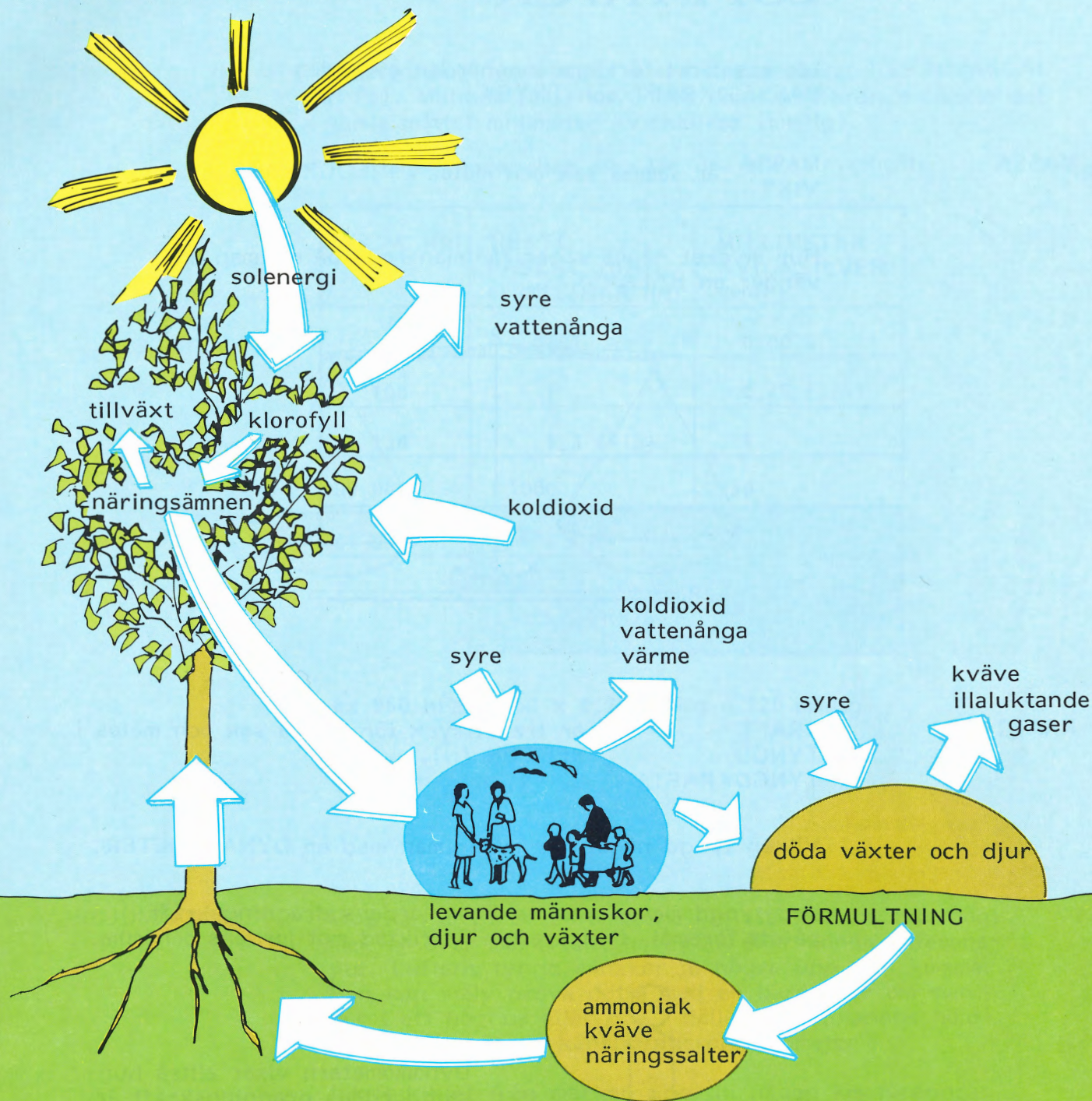


INTRESSANTA PROCESSER DÄR DE VIKTI



	ANDNING
	FOTOSYNTES
	NEDBRYTANDE PROCESSER
	MILJÖPROCESSER
	MOLN, NEDERBÖRD, ÅSKA

GASTE GASERNA I ATMOSFÄREN DELTAR



SAMMANFATTNING AV ATMOSFÄRENS OLIKA GASER

SYRE är nödvändig

- för människan och djuren (ANDNINGEN)
- för industri och uppvärmning (ENERGIUTVINNING)
- för nedbrytning av organiska och oorganiska ämnen (FÖRMULTNING och VITTRING)

KOLDIOXID är nödvändig för växterna (FOTOSYNTES)

KVÄVE är nödvändig för uppbyggnad av människan, djur och växter.

VATTENÅNGA är nödvändig för vädret.

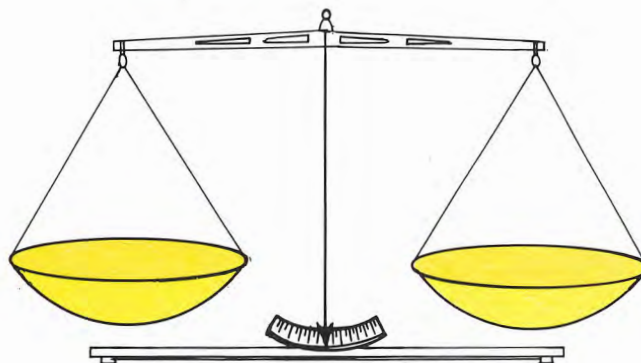
LUFTTRYCK

Låt oss först förklara innebörden av orden
MASSA, KRAFT och TRYCK

MASSA

MASSA
VIKT är samma sak och mätes i KILOGRAM (kg)

Hur mycket något väger får man reda på om man använder en BALANSVÄG.



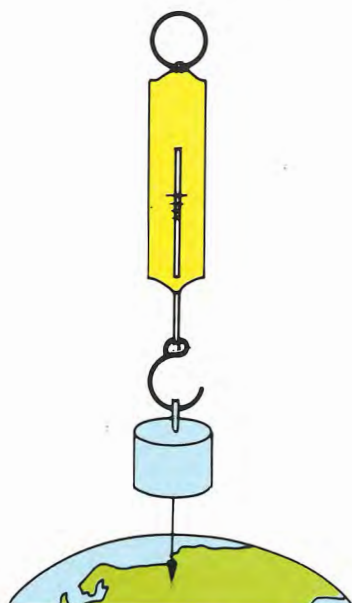
KRAFT

KRAFT
TYNGD
TYNGDKRAFT

är tre uttryck för samma sak och mätes i
NEWTON (N).

Vilken tyngd något har mäter man med en DYNAMOMETER.

Med tyngd menar man vanligen jordens dragningskraft på ett föremål. Den kraften är riktad mot jordens centrum.



Dynamometern visar alltså hur stor jordens dragningskraft är på en kropp.

Ex. Jordens dragningskraft på en kropp med massan 1 kg är 10 N.

TRYCK

$\text{TRYCK} = \frac{\text{KRAFT}}{\text{YTA}}$ och mäts i **PASCAL (Pa)**

I meteorologin använder man numera måttet **HEKTOPASCAL (hPa)**. Millibar (mb) användes dock fortfarande liksom det gamla måttet millimeter kvicksilver (mmHg).

I tabellen nedan kan man jämföra olika tryckmått

PASCAL (Pa)	HEKTO-PASCAL (hPa) el MILLIBAR (mb)	MILLIMETER KVICKSILVER mmHg
1	0,01	0,0075
100	1	0,75 (3/4)
130	1,3 (4/3)	1
100 000	1000	750
101 300	1013	760
SOM ÄR NORMALT LUFTTRYCK VID MARKEN		

ex $960 \text{ hPa} = 960 \times 0,75 \text{ mmHg} = 720 \text{ mmHg}$

HÖJDMÄTNING

Man kan använda barometern för att beräkna hur högt man är över markytan, havsytan eller annan referensyta. Luftens tyngd minskar ju högre upp man kommer. Man kan själv prova detta med en barometer om man bor i ett höghus eller går i fjällen. Flygplanens höjdmätare t ex är en känslig aneroidbarometer

I luftskiktet från marken upp till någon km förändras lufttrycket 1 hPa för varje 8 m höjdändring.

	Lufttrycksskillnad	Höjdskillnad
T ex	1 hPa eller mb	8 m
	2 hPa eller mb	16 m
	osv	osv
eller	1 mmHg	11 m
	2 mmHg	22 m

Att lufttrycket vanligen varierar från dag till dag är välkänt. Orsaken till detta kan vara flera. Här nedan visas några orsaker.

VÅGRÖRELSER

Precis som vinden orsakar havsvågor kan den även skapa "luftvågor". Inom en och samma luftmassa kan lufttrycket variera p g a luftpelarens olika längd.

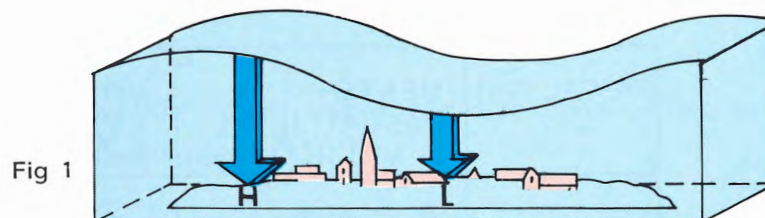


Fig 1

I vågtopparna blir lufttrycket högre, i vågdalen lägre.

Figurerna 2, 3 och 4 visar tryckfördelningen i luftmassor med samma volym men olika temperaturer. Kall luft har högre densitet än varm och är därför tyngre. Varm luft är markerad med rött och kall luft med blått.

LUFTMASSOR

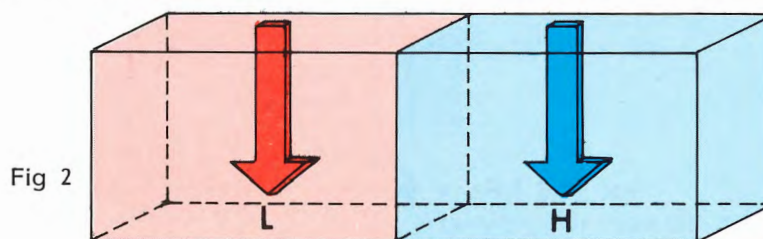


Fig 2

FRONTER

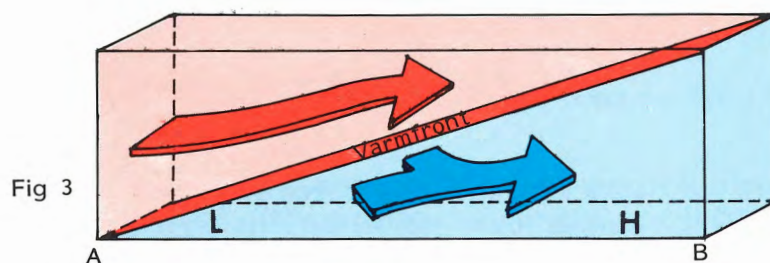


Fig 3

Lufttrycket vid A är lägre än vid B. När en varmfront rör sig mot ett område med kallare luft faller därför lufttrycket.

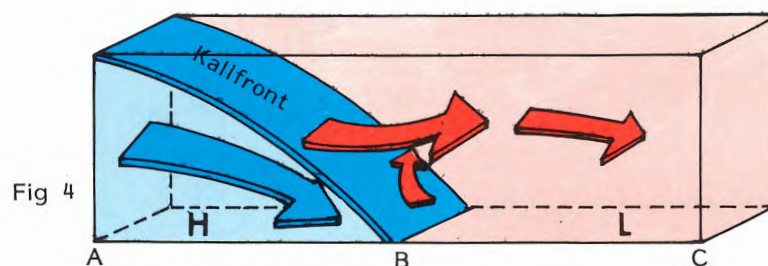


Fig 4

Vid A är lufttrycket högst och vid B och C är lufttrycket lika.

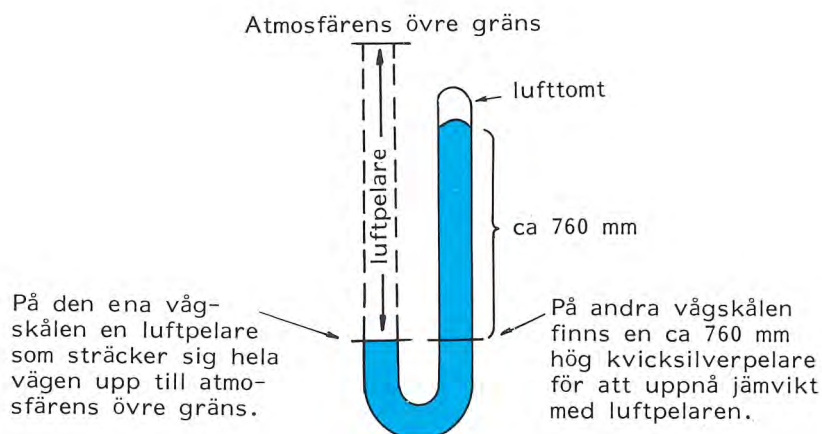
När en kallfront passerar börjar därför lufttrycket stiga.

INSTRUMENT

För mätning av lufttrycket använder man en **BAROMETER**. Barometern uppfanns för drygt 300 år sedan av Torricelli. Flera fysiker under 1600-talet var dock intresserade av att mäta lufttryck.

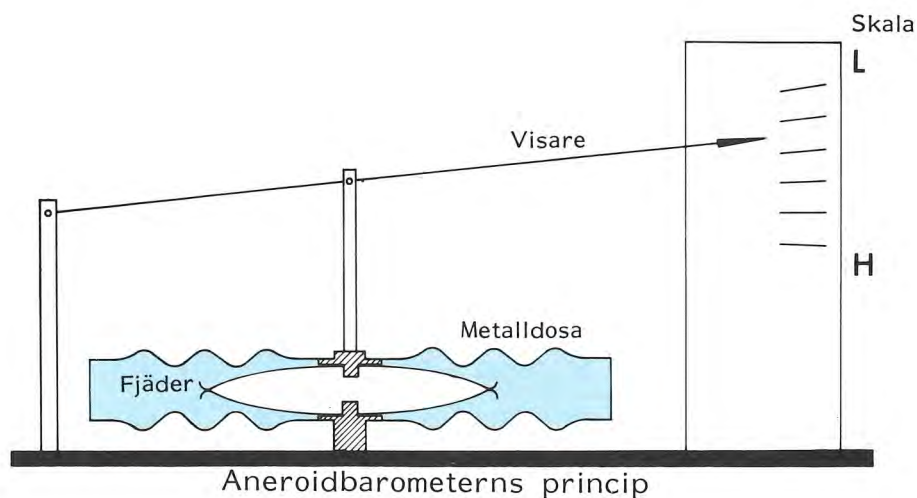
KVICKSILVER-BAROMETERN

KVICKSILVERBAROMETERN kan liknas vid en "balansvåg", med en luftpelare i den ena vågskålen och en kvicksilverpelare i den andra.

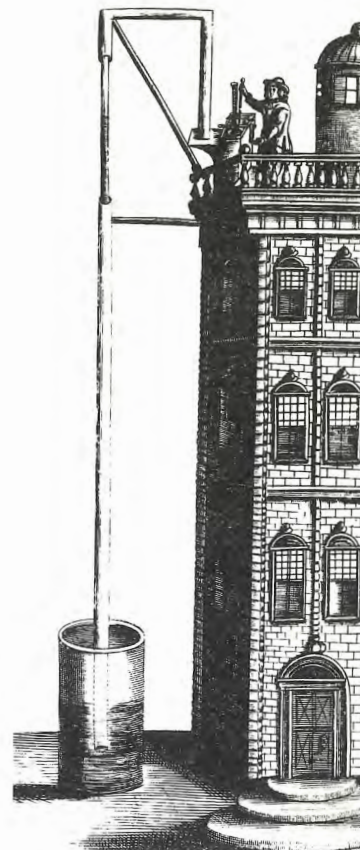


ANEROID-BAROMETERN

ANEROIDBAROMETERN är den vanligaste lufttrycksmätaren i hemmen. Den består av en eller flera nästan lufttomma metalledsor. Dosa sammanpressas vid stigande lufttryck och utvidgas vid fallande lufttryck. Metall-dosans ihoptryckning och utvidgning förstoras och överförs till en skala (hPa) för avläsning.



En av de första barometrarna var **VATTENBAROMETERN** som konstruerades under 1600-talet. Både Pascal och Boyle gjorde försök med sådana. Vattenpelarens längd blir ca 11 m, varför instrumentet blir synnerligen opraktiskt. Vattenbarometern ersattes senare av kvicksilverbarometern.



Uppflugen på ett högt hustak pumpar Robert Boyle luften ur ett vattenfyllt rör för att studera effekten av lufttrycket. Han måste ha hela denna stora och klumpiga anläggning, därför att lufttrycket kan pressa upp vattnet ca 11 m.

ÖVRIGT

LUFTTRYCK VÄDER

Du som "gör-det-själv" prognoser har stor användning av en barometer. Om **LUFTTRYCKETS VÄRDE** är högt eller lågt är det inte något tecken på vackert eller "ruskigt" väder, även om det finns angivet på barometerskalan. Visar däremot barometern **STIGANDE ELLER FALLANDE TENDENS** är detta vanligen **TECKEN PÅ VÄDERFÖRÄNDRINGAR**.

Plötsligt fallande lufttryck innebär väderförsämring. Sakta stigande lufttryck under en längre tid visar att luftmassan håller på att stabiliseras och att vädret kommer att domineras av högtryck en tid framöver.

Sommartid betyder det soligt och varmt, vintertid oftast klart och mycket kallt under natten.

NÅGRA REKORD

Högsta lufttryck

i världen	1083,8 hPa	31 december 1968	Agata inre Sovjet
i Sverige	1063,8 hPa	23 januari 1907	Kalmar

Lägsta lufttryck

i världen	870,0 hPa	tropisk orkan Stilla havet
i Sverige	937,2 hPa	6 december 1895 Härnösand

TEMPERATUR

VAD ÄR TEMPERATUR?

TEMPERATUR är ett mått på **VÄRME**, dvs molekylernas rörelseenergi. Ju högre temperaturen är desto snabbare rör sig molekylerna. Vid -273°C är molekylerna stilla. Det kallas **DEN ABSOLUTA NOLLPUNKTEN**, som är det tänkta tillstånd då all molekyl- eller värmerörelse upphör.

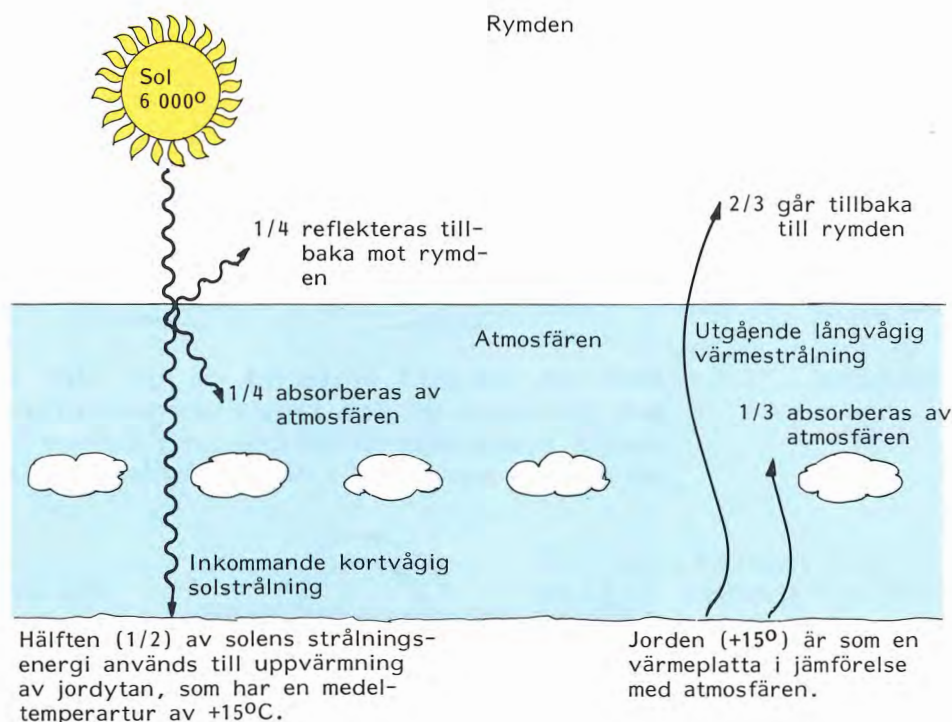
STRÄLNING

ALL ENERGI PÅ JORDEN KOMMER FRÅN SOLEN. Solens strålningsenergi är ofattbart stor. Energin som strålar ut per sekund (Newtonmeter/sekund eller Watt) är 3.8×10^{26} Watt, dvs 380 biljoner x biljoner Watt eller 380 000 000 000 000 000 000 000 000 Watt.

Av all denna strålningsenergi tar jorden emot endast en liten del eller 10^{17} Watt. Det är ändå 15 000 gånger mer än den effekt (energi/tid) som jordens alla industrier använder. Det är således ingen energibrist på jorden, men vår förmåga att utnyttja den är fortfarande dålig.

JORDENS STRÄLNINGSBALANS

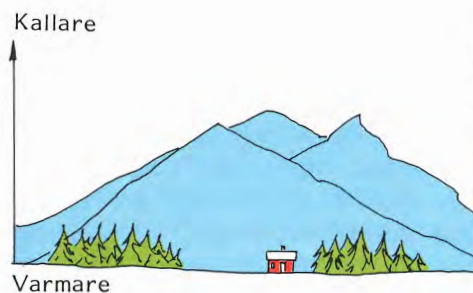
Strålningen från solen är drivfjädern till allt liv på jorden. Den mängd energi som jorden tar emot från solen varierar med latituden. Ekvatorn erhåller ca 3 gånger mer energi än polarområdet. Mellan polen och 35 graders latitud förlorar jorden energi eftersom jordens utstrålning är större än solens instrålning. För att motverka denna obalans transporteras värme med vindar och havsströmmar från det varma ekvatorområdet till det kalla polarområdet.



LOKAL STRÄLNINGSBALANS

Molnigheten betyder mycket för den lokala strålningsbalansen. Vid klart och lugnt väder nattetid utstrålar jorden mycket värme mot rymden, låg nattetemperatur. På dagen råder omvänt förhållande och stor instrålning ger hög dagstemperatur. Temperaturen under dygnet blir mer utjämnad då det är mycket eftersom molnen hindrar både in- och utstrålning.

VERTIKAL TEMPERATUR- FÖRÄNDRING



Om man går i fjällen känner man att det blir kallare ju högre upp man klättrar. Det är riktigt för normalt avtar lufttemperaturen med **1/2 TILL 1 GRAD FÖR VARJE 100 M/STIGNING**. Det betyder att det blir kallare ju högre upp man kommer, och varmare när man rör sig neråt.

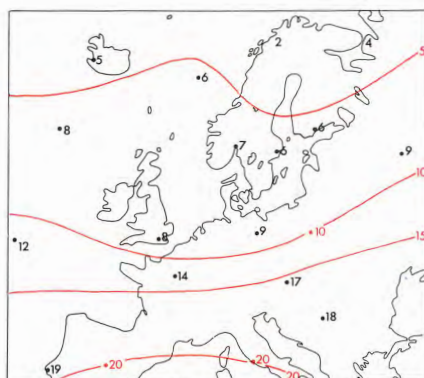
ABSORPTION AV VÄRME

Ordet absorption kommer från latin och betyder **UPPSUGA, TA EMOT**. Olika ytor har olika förmåga att absorbera solens värme. **MÖRKA YTOR BLIR VARMARE**. Därför har man gärna ljusa kläder på sommaren.

TEMPERATURER ÖVER LAND OCH HAV

Vattenytor blir inte så varma som landytor. I vattnet fördelas värme i en större volym på grund av rörelser i vattnet. Temperaturen över land varierar mera än den gör över havet. Genom att vattnet kan **BEHÅLLA VÄRMEN, (HÖG VÄRMEKAPACITET)**, är det varmare höst- och vintertid vid kusten och på öar än inne över land. Vattnet lämnar ifrån sig värme till dessa områden. Så fort vattnet fryser till is så blir vattnet som en landyta.

ISOTERM



ISOTERM (iso = lika, term = temperatur) är en linje som sammanbinder platser med samma temperatur.

INVERSION

Nattetid, särskilt vintertid, är det stor värmeutstrålning och periodvis är den lägsta temperaturen vid marken. Denna temperaturfördelning med kallare luft närmast marken och varmare luft i höjden kallas **INVERSION**.

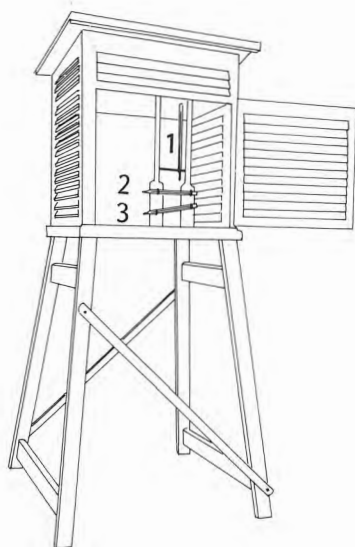


Vid kraftiga inversioner orkar inte rök stiga utan breder ut sig horisontellt strax ovanför skorstenen. Sådana dagar känns till exempel bilavgaser tydligt.

Industrier med mycket rökutsläpp har höga skorstenar för att komma ovanför inversionen.

INSTRUMENT

TERMOMETER-BUR

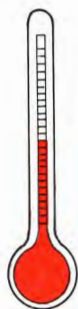


För att mäta temperaturen så lika som möjligt på olika platser används en s k **TERMOMETERBUR**. Instrumenten i den är skyddade för solen, men luft kan fritt strömma igenom buren.

I termometerburen finns följande termometrar:

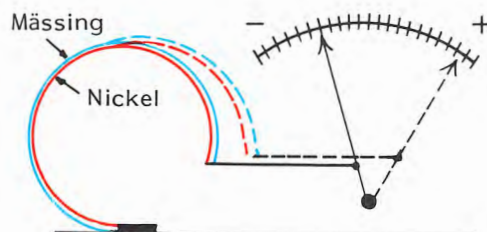
- STATIONSTERMOMETER** (1)
(kvicksilver)
- MAX TERMOMETER** (3)
(kvicksilver)
- MIN TERMOMETER** (2)
(sprit)

KVICKSILVER- OCH SPRIT- TERMOMETER



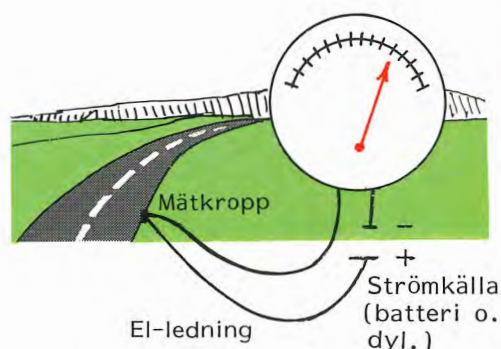
Termometern har använts sedan 1600-talet för att mäta lufttemperaturen. Den består av ett smalt lufttomt glaströr fyllt med kvicksilver eller sprit. Vid låga temperaturer måste man använda sprit eftersom kvicksilver fryser vid -39 C .

BIMETALL- TERMOMETER



BIMETALLTERMOMETERN består av två ihoplödda metaller med olika temperaturutvidgningskoefficienter. Vid temperaturändringar utvidgas metallerna olika mycket och orsakar en rörelse (krökning) som överförs till en temperaturskala.

ELEKTRISK TERMOMETER



$$\text{Volt} = \text{Ampere} \cdot \text{Ohm}$$

Den **ELEKTRISKA TERMOMETERN** används vid fjärravläsning när mätplatsen är långt bort från avläsningsplatsen. Man mäter det elektriska motståndet, som förändras i mätkroppen, då temperaturen ändras. Instrumentet används bl a i s k radiosonder (ballongsonderingar), på våra vägar, flygfält m m.

TEMPERATUR- SKALOR

Inom meteorologin använder man **CELSIUSGRADER** ($^{\circ}\text{C}$) på de flesta platser, medan **FAHRENHEIT** ($^{\circ}\text{F}$) fortfarande används t ex i Amerika.

Celsius har vattnets fryspunkt (0°C) och vattnets kokpunkt (100°C) som referens. Fahrenheit använder sig av en köldblandning is/koksalt (0°F) och människans kroppstemperatur (100°F).

Sambandet mellan dessa skalor kan skrivas med formeln

$$C = \frac{5}{9} (F - 32)$$

ÖVRIGT

PLANET- TEMPERA- TUR

Merkurius	-100 skuggsidan +420 solsidan	Venus	+477
Jorden	-89 till +58	Jupiter	-153
Månen	-173 skuggsidan +127 solsidan	Saturnus	-183
Mars	-123 skuggsidan +27 solsidan	Uranus	-210
		Neptunus	-223
		Pluto	-233

Temperaturerna angivna i $^{\circ}\text{C}$.

NÅGRA REKORD

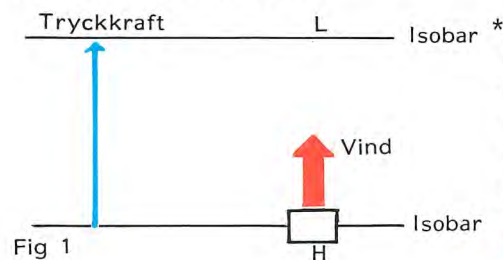
Högsta och lägsta temperaturer ($^{\circ}\text{C}$).

Aziziyah, Libyen	+58	13 september 1922
San Luis, Mexiko	+58	11 augusti 1933
Ultuna, Uppland	+38	9 juli 1933
Målilla, Småland	+38	29 juni 1947
Vostok, Antarktis	-89	21 juli 1983
Malgovik, Lappland	-53	13 december 1941
Vuoggatjålme, Lappland	-53	2 februari 1966

VIND

Solen värmer upp jordytan som sedan värmer upp atmosfären underifrån. Jordytan fungerar som en värmeplatta. Jordens **FORM** och **ROTATION** bestämmer sedan vindens riktning och styrka. Vinden kan vara både horisontell och vertikal. Den vertikala vinden utnyttjas t ex av de stora rovfåglarna och vid segel- och drakflygning. I fortsättningen behandlas bara den **HORISONTELLA VINDEN**, som vi i dagligt tal menar med vind.

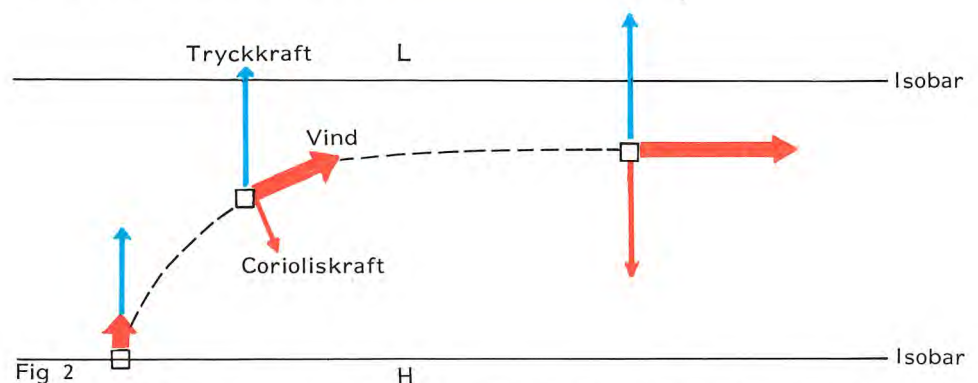
TRYCKKRAFT



Om det är olika lufttryck på två platser så börjar alltid luften röra sig från högre (H) mot lägre (L) tryck. Den kraft som sätter luften i rörelse kallas **TRYCKKRAFT**.

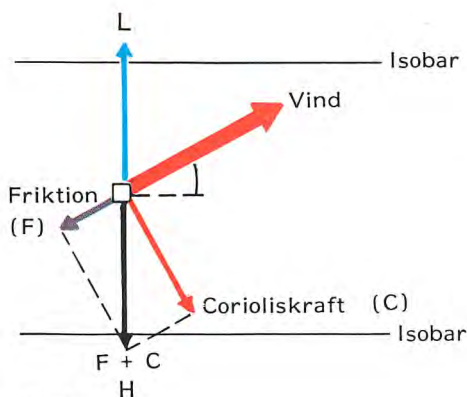
CORIOLIS-KRAFT

När luften börjat röra sig påverkas den även av en **HÖGERVRIDANDE KRAFT** (på södra halvklotet en vänstervridande) som uppkommer på grund av jordens rotation. Denna avböjande kraft kallas **CORIOLISKRAFT**.



När tryckkraften är lika stor som Corioliskraften råder balans.

FRIKTIONS-KRAFT

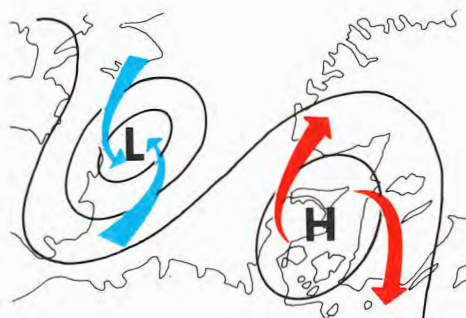


Finns det ingen **FRIKTION** blåser vinden som fig 2 visar, dvs parallellt med isobarerna (linjer med lika lufttryck). Står man med vinden i ryggen har man lägre lufttryck till vänster.

Markytan är oftast ojämn och därför bromsas vinden av friktionen, vilket gör att vinden blåser snett in mot lägre tryck. Ju ojämnare markyta desto större friktion.

*) Isobar: Linje för lika tryck.

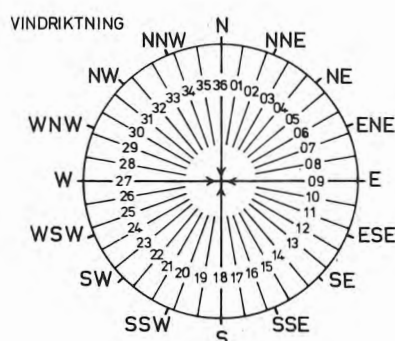
LÅGTRYCK
(CYKLON)
HÖGTRYCK
(ANTICYKLON)



På norra halvklotet blåser vinden **MOTSOLS**, vänster-
varv och snett in mot låg-
tryckets centrum. I ett hög-
tryck blåser vinden **MEDSOLS**,
högervarv och ut från hög-
trycket. Detta gäller från
marken upp till ca 500 m höjd.
Ovanför denna nivå är det
ingen friktion och vinden
blåser då parallellt med iso-
barerna.

Cyklon, av grekiska ordet Kyklos = ring, omlopp.

VINDRIKTNING



Med vindriktning menas det
håll **VARIFRÅN VINDEN**
BLÅSER. Nordlig vind kommer
från norr och rör sig mot
söder. Vindens riktning an-
ges i grader eller på samma
sätt som på en kompass,
nord, nordost osv.

VINDHASTIGHET VINDSTYRKA

VINDHASTIGHETEN mäter man i m/s eller i knop mera sällan
i km/tim. **VINDSTYRKAN** är ett mått på den **KRAFT ELLER**
TRYCK som vinden åstadkommer och mäts enligt den s k
Beaufort-skalan. För att förvandla m/s, knop och km/tim kan
man använda följande samband

$$1 \text{ m/s} = 2 \text{ knop} = 4 \text{ km/tim}$$

Vädertjänsten mäter vindriktning och hastighet på 10 m höjd.

Hur mycket det blåser är beroende på **TRYCKKRAFTENS**
STORLEK. Avståndet mellan isobarerna är ett mått på
tryckkraften. Om det är **TÄTT MELLAN ISOBARERNA** är
TRYCKKRAFTEN STOR och vindhastigheten blir därför
stor.

Här följer några exempel på avstånd mellan isobarer och
vindhastighet när lufttrycksskillnaden är 10 hPa.

Avstånd		Vindhastighet
Malmö-London	1000 km	6 m/s måttlig vind
Stockholm- Göteborg	500 km	14 m/s kuling
Luleå-Gällivare	250 km	26 m/s storm

Titta gärna på väderkartan i Din tidning och jämför.

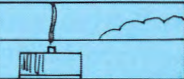
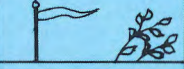
VINDEN I VÄDER- RAPPORTEN

Väderrapporten i radio och TV innehåller olika uttryck för vinden över land- resp sjödistrikt.

Ex Hård vind över land motsvarar

Kuling 15 m/s till sjöss

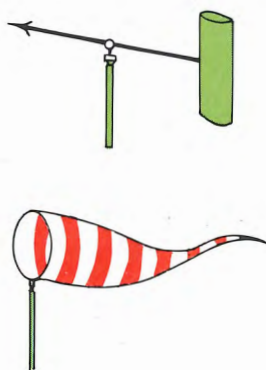
Den något förkortade tabellen nedan visar vilka uttryck som används.

VINDHASTIGHET m/s		VINDSTYRKA		Beaufort	
Landdistrikt				Sjödistrikt	
0	lugnt	Rök stiger nästan rätt upp. Spegelblank sjö.		0	stiltje
1	svag	Knappt märkbar för känseln.		1	
3	måttlig	Vimpel sträcks. Blad och tunna kvistar i oavbruten rörelse.		3	
8	frisk	Mindre lövträd svajar. "Kammar" på insjöar.		5	
14	hård	Hela träd svajar.		7	kuling
25	storm	Träd rycks upp med roten. Betydande skador på hus.		10	storm

Vindhastighet över 32 m/s kallas orkan.

INSTRUMENT

VINDFLÖJEL/ VINDFANA



Vindens riktning mäts med en **VINDFLÖJEL ELLER VINDFANA**. I sin enklaste form är det en vågrät stång rörlig kring en lodrät axel och med en fena i ena änden. Vid flygplatserna använder man även **VINDSTRUTAR**. Självt kan man fukta ett finger och hålla upp det i luften och känna efter varifrån vinden blåser.

ANEMOMETER

SKÅLKORSANEMOMETERN är ett instrument som mäter vindhastigheten. Principen är att vinden sätter skålkorset i rotation. Rotationen överförs sedan till ett instrument som visar vindhastigheten. Anemometern mäter ofta både vindriktning och vindhastighet.

DOPPLER- RADAR

Radarn sänder ut pulser med mycket korta tidsintervall, t ex 1 000 per sekund. Varje puls ger ett svar (eko) då den träffar sitt mål (regndroppar, iskristaller o dyl). Dopplerradarn kan direkt mäta hastigheten på mål, som rör sig i pulsens riktning. Har målet rört sig 2 cm blir hastigheten med 1 000 pulser/sek, $2/0.001$ eller 20 m/sek.

Om målet rör sig i annan riktning blir beräkningarna mer komplicerade, varför en dator används för att beräkna vindhastigheten.

ÖVRIGT

TROPISK CYKLON

Tropisk cyklon är en **INTENSIV VIRVELSTORM** (diameter 50-100 km) som bildas över tropiska hav då vatten-temperaturen är minst 27 grader. Den kallas också tropisk orkan och har speciellt namn på olika delar av jorden, t ex Hurricane (stor vind) i Amerika och Tyfon (stor vind) i bl a Japan.

TROMB

Tromb är en **KONCENTRERAD LUFTVIRVEL** (diameter 10-100 m) med stor energimängd, som orsakar omfattande skador där de drar fram.

TORNADOS

Tornados är ett fruktat **VIRVELFENOMEN** i Amerikas inland, betydligt mer våldsamt än den vanliga tromben.



MOLN

VAD ÄR MOLN?

MOLN är ingenting annat än osynlig **VATTENÅNGA SOM KONDENSERATS** (se fig 1) till synliga molndroppar eller vid minusgrader små iskristaller.

Molndropparnas och iskristallernas storlek är mellan 1/2 och 1/1000 mm i diameter. Luftens friktion och tyngdkraftens obetydliga påverkan gör att dessa molndroppar och iskristaller faller mycket långsamt och dessutom avdunstar när de faller. Vi upplever detta som om molnen svävade. Deras bildning, upplösning och rörelse bestäms av de rådande luftströmmarna i lufthavet.

LUFT-FUKTIGHET

LUFTFUKTIGHETEN bestäms av mängden **VATTENÅNGA** i luften. Mängden vattenånga i luften beror också på temperaturen. Varm luft kan innehålla mer vattenånga än kall luft. Finns det mycket vattenånga är fuktigheten stor, finns litet vattenånga är fuktigheten liten.

Mängden vattenånga varierar mycket från plats till plats på jorden. Över hav, nederbördsrika områden och vid kusterna är mängden vattenånga stor. I inlandsområden och nederbördsfattiga områden finns små mängder vattenånga.

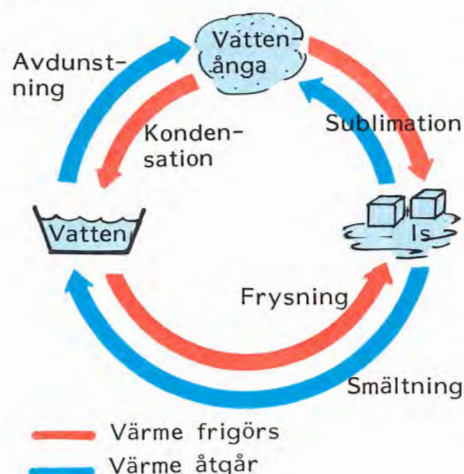
VATTNETS OLIKA FASER

Beroende på temperaturen kan vatten förekomma i tre olika faser (tillstånd) nämligen: **GAS**, **FLYTANDE** och **FAST**.

I gasform kallas vattnet för **VATTENÅNGA** och i fast form för **IS**.

Vattenånga kan förekomma både vid plus- och minusgrader. Vid minusgrader kallas vattendropparna underkylda och nederbörd i fast form är kornsnö, iskorn, snö och hagel.

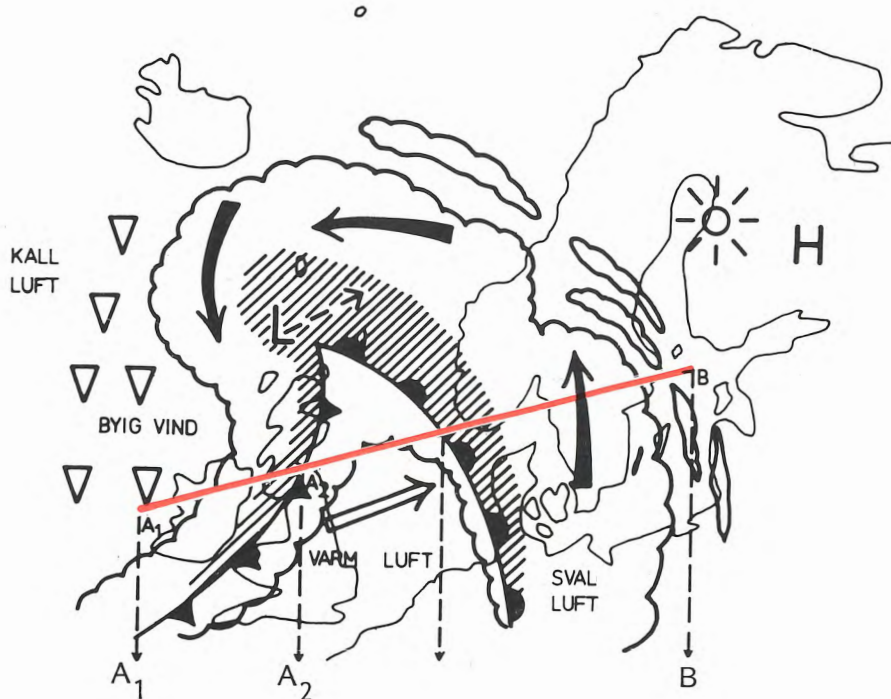
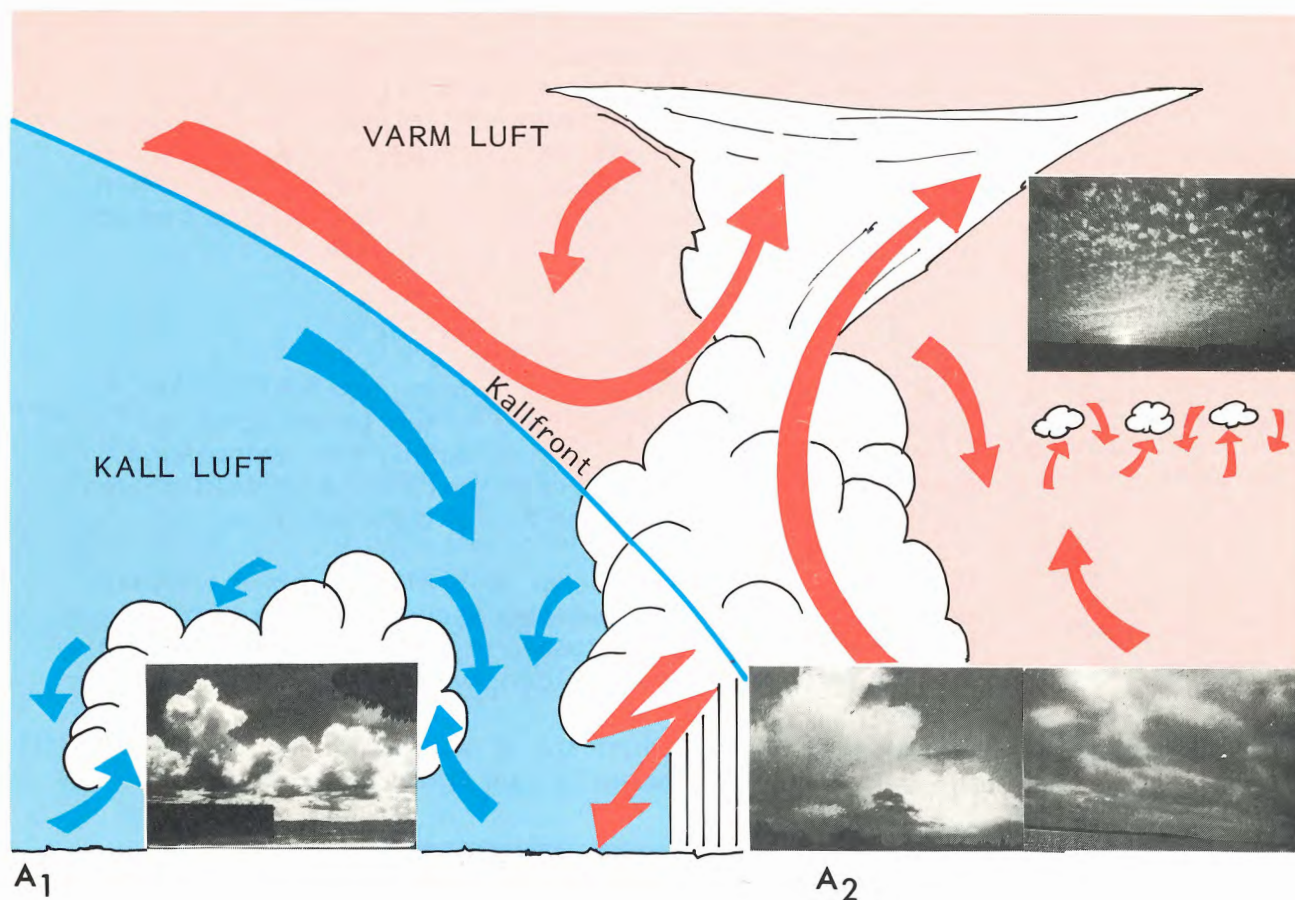
Fig 1

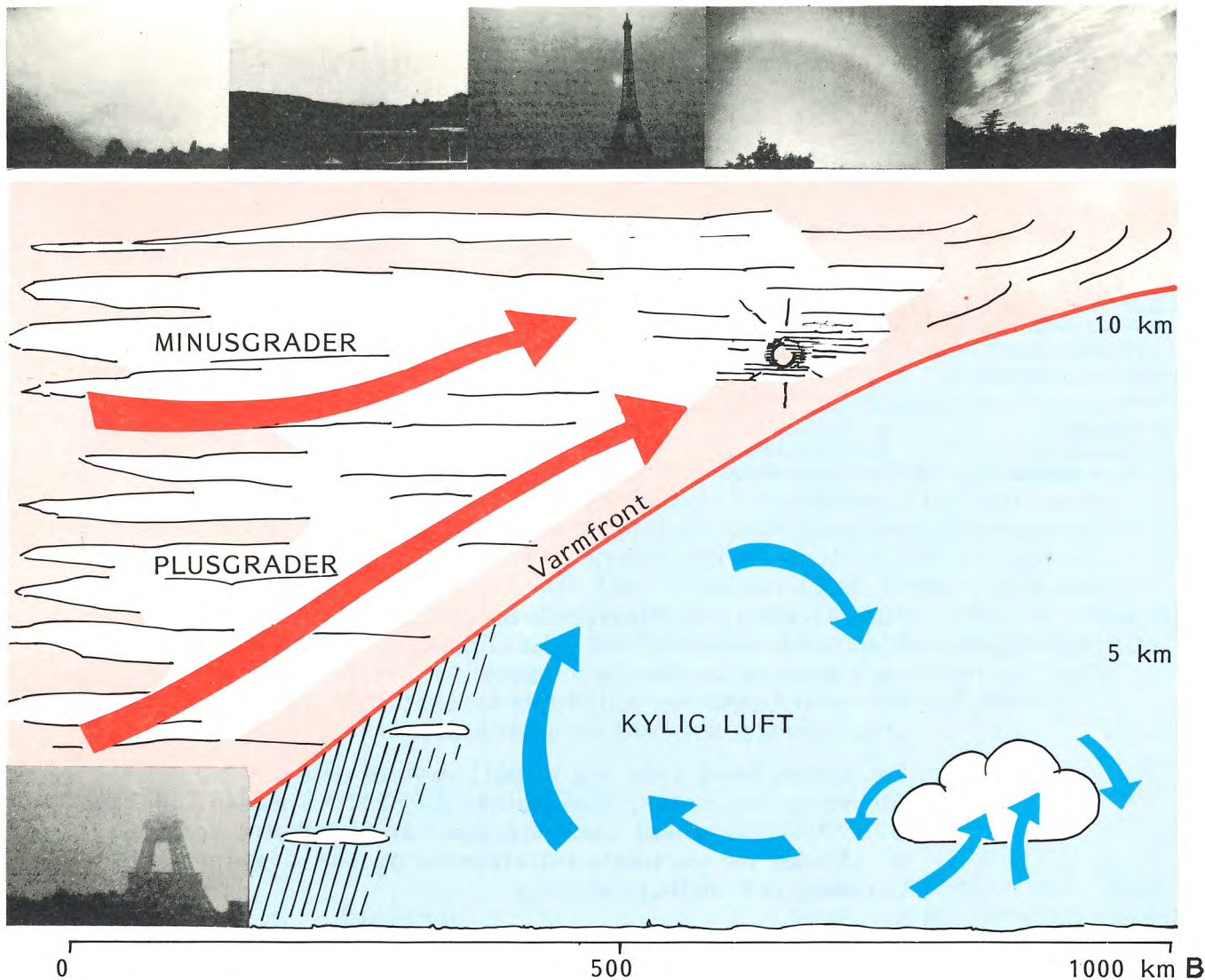


Övergången mellan dessa olika faser sker ständigt i naturen. "Vattnet" går runt i ett evigt kretslopp och avdunstar från is, snö, vattendrag och även från levande materia, t ex människan. Vattenångan i luften blir moln, nederbörd och återvänder till jorden där människor, växter och djur använder det i sina egna kretslopp. Vattnet är vårt viktigaste ämne på jorden.

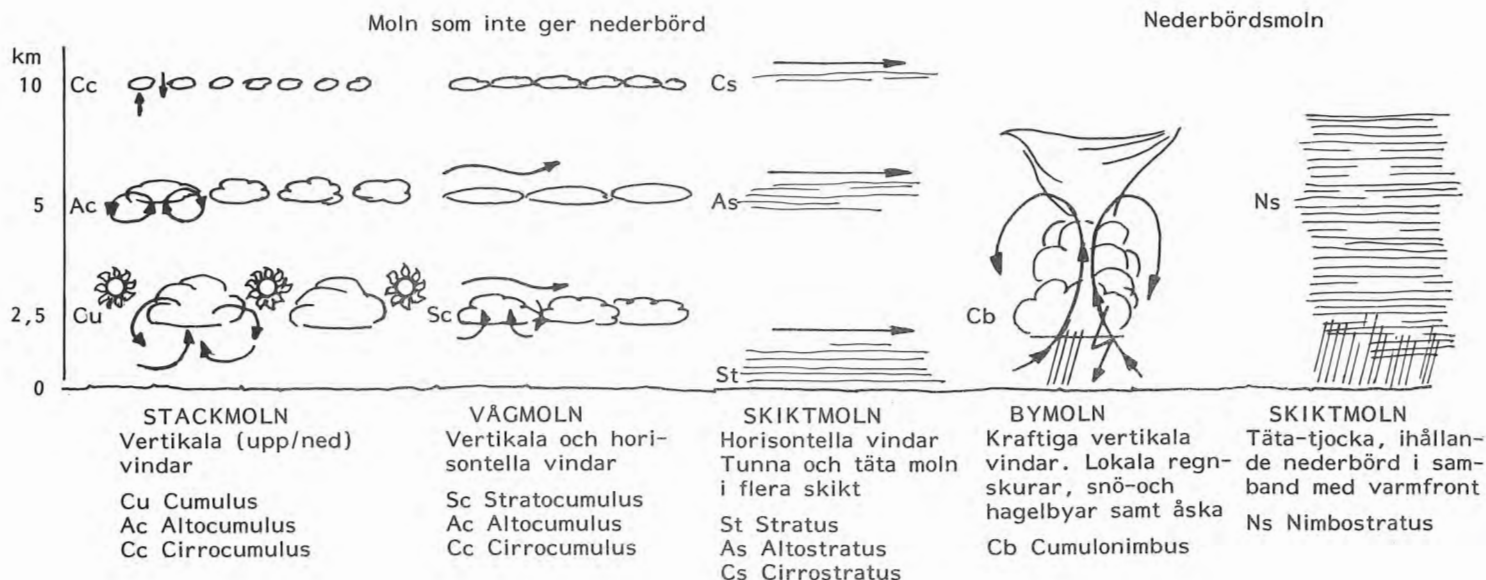
LÅGTRYCKETS MOLNSYSTEM

-Varmfront och kallfront-





Om väderläget ser ut som på denna väderkarta, skulle en person som befinner sig vid B se de första uppdragande fjädermolnen framför varmfronten. Västerut tätnar molnhimlen och över Danmark och Sydnorge möter man varmfrontens regnområde. Detta kan efter ca 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. Se motstående sida. Vid A₂ möts man av en kompakt mur av mäktiga bymoln (kallfronten). Vinden är byig, måttlig till hård. En person som befinner sig vid A₁ ser enstaka upptornade by- eller åskmoln.



MOLN-BILDNING

För att moln ska bildas måste **LUFTENS VATTENÅNGA AVKYLAS** eller **LUFTEN TILLFÖRAS VATTENÅNGA**. Genom dessa processer kondenseras vattenånga till vatten. Ett moln består av miljontals mycket små vattendroppar eller iskristaller (vid minusgrader).

Om luften hävs (rör sig uppåt) avkyls den 0,5 till 1 grad för varje 100 meter. Ska molnen **UPPLÖSAS** måste **LUFTEN UPPVÄRMAS**, vilket sker vid sjunkande luftströmmar. Det är således de vertikala luftströmmarna som orsakar molnbildning och molnupplösning.

MOLNTYPER

I princip finns två olika molntyper, nämligen **KONVEKTIVA** och **STRATIFORMA MOLN**. Exempel på konvektiva moln är cumulus, stackmoln. Molnen liknar "bomullstussar" eller har "blomkålsliknande" utseende. Dessa moln bildas där både upp- och nedvindar förekommer.

Stratiforma moln, skiktmoln, har stor horisontell utbredning i både tunna och tjocka skikt. Dessa moln bildas då horisontella luftströmmar mycket långsamt hävs (stiger).

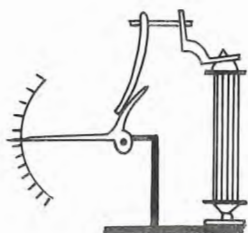
INSTRUMENT

LUFT-FUKTIGHET

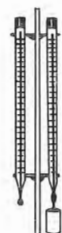
Luftens fuktighet mäts med hygrometer. Det vanligaste måttet på fuktighet är **RELATIV FUKTIGHET** som anges i procent. Med relativ fuktighet menas förhållandet mellan rådande mängd vattenånga och den största mängd vattenånga, som luften kan ha vid en viss temperatur.

HÄR-HYGROMETER

PSYKROMETER



Härhygrometern
Härharpan utvidgas då det är fuktigt och drar ihop sig då det är torrt. Skalan är graderad i procent.



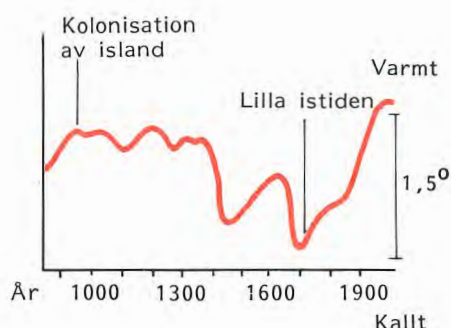
Psykrometern
Den högra termometern är lindad med en våt linnelapp. Ju torrare luft ju mer avdunstning. Det medför avkylning på våta termometern. Skillnaden omräknas till procent.

KLIMAT

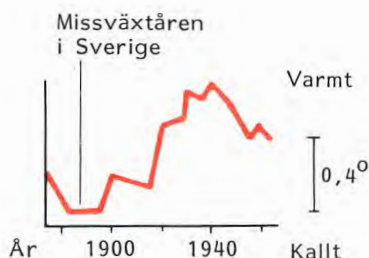
Klimat är de väderförhållanden som är typiska för en ort eller ett område under en längre tid, minst 30 år. Historien, tusentals år tillbaka, är en provkarta på väder och oväder, kyla, värme, torrt och vått.

För cirka 15000 år sedan började den sista istiden gå mot sitt slut. Ca 10000 år före Kristus hade inlandsisen dragit sig tillbaka och människan skulle följa efter och bosätta sig på de tidigare istäckta områdena. Men temperaturen har undergått flera kraftiga växlingar sedan dess. Vid Kristi Födelse var klimatet inne i en varm period medan de därpå följande 700 åren var kallare än "normalt".

Det sista årtusendet bröt in med ett mycket gynnsamt klimat för människan på norra halvklotet. Det var under denna tid som de skandinaviska vikingarna koloniserade Island och Leif Eriksson gjorde sin färd till Vinland (nuvarande Amerika). Den milda perioden varade till medeltidens slut då klimatet hastigt blev kallare. Efter en liten värmetopp i slutet på 1500-talet kom så den långa och mycket kalla perioden som kulminerade i mitten av 1600-talet. Det var under denna tid Karl X Gustaf kunde marschera över ett istäckt Stora Bält.

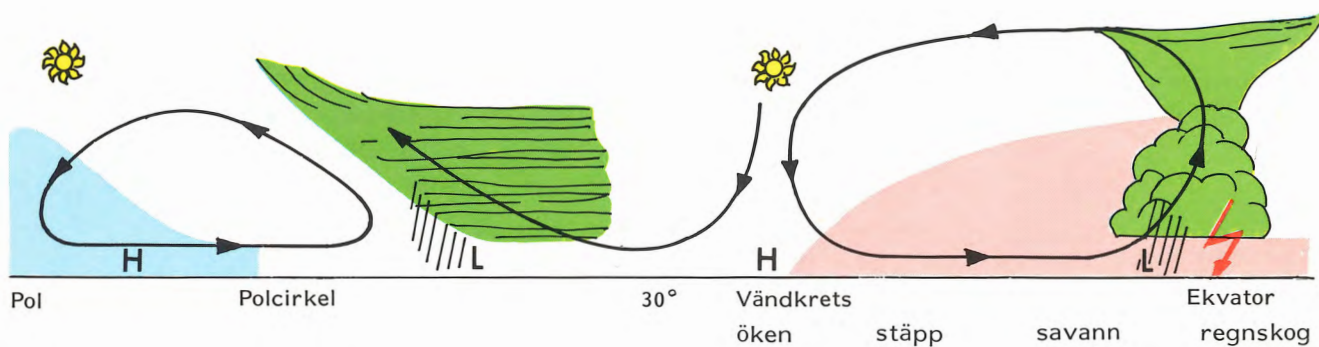
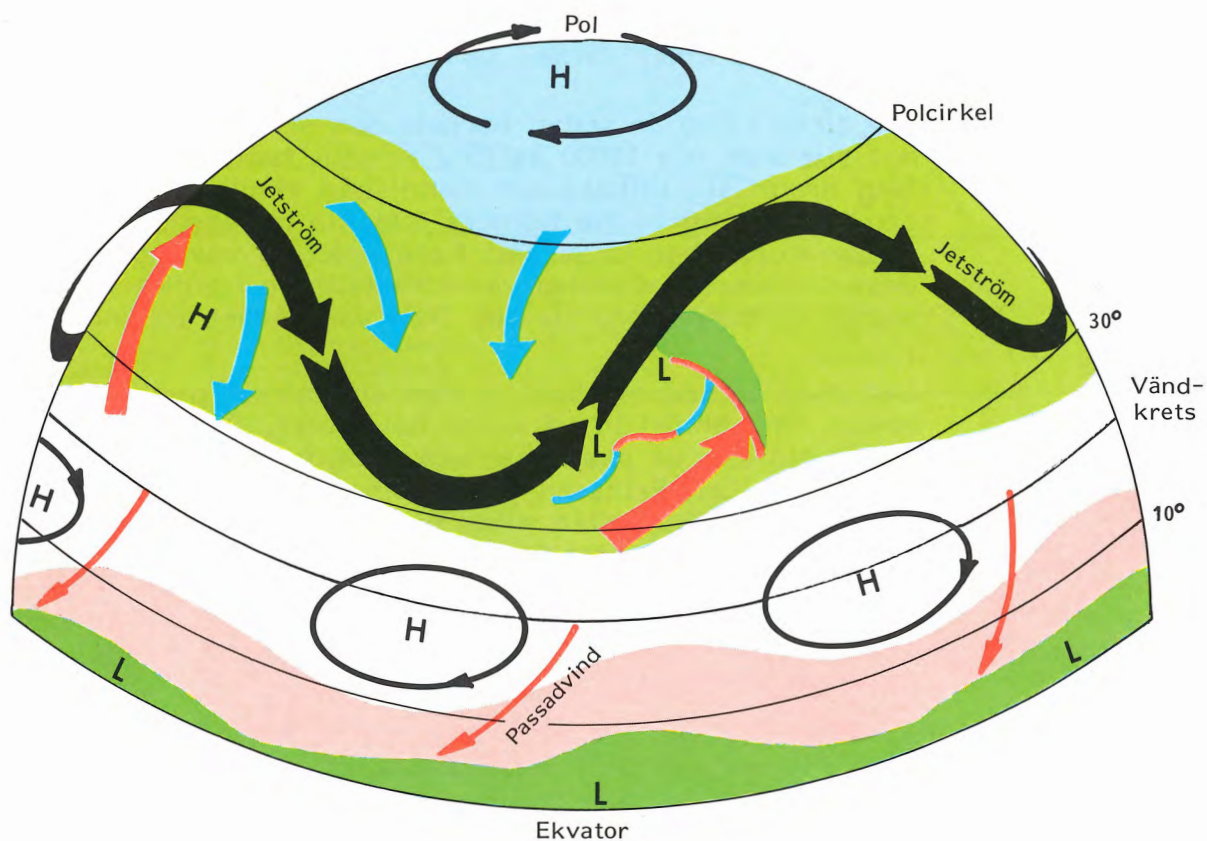


Under 1700-talet och 1800-talet har det långsamt blivit mildare. Det är från denna tid vi har direkta dagliga temperaturmätningar att bygga på. Under 1900-talet har medeltemperaturen på norra halvklotet ökat med i runt tal $0,5^{\circ}\text{C}$. Värmen kulminerade vid slutet av 40-talet och sedan har det åter börjat bli kallare.



De sista 100 årens temperaturvariationer grundar sig på direkta mätningar på norra halvklotet. Bilden visar att 1900-talets värmebölja kulminerade på 1940-talet.

JORDENS KLIMAT MELLAN POL-EKVATOR



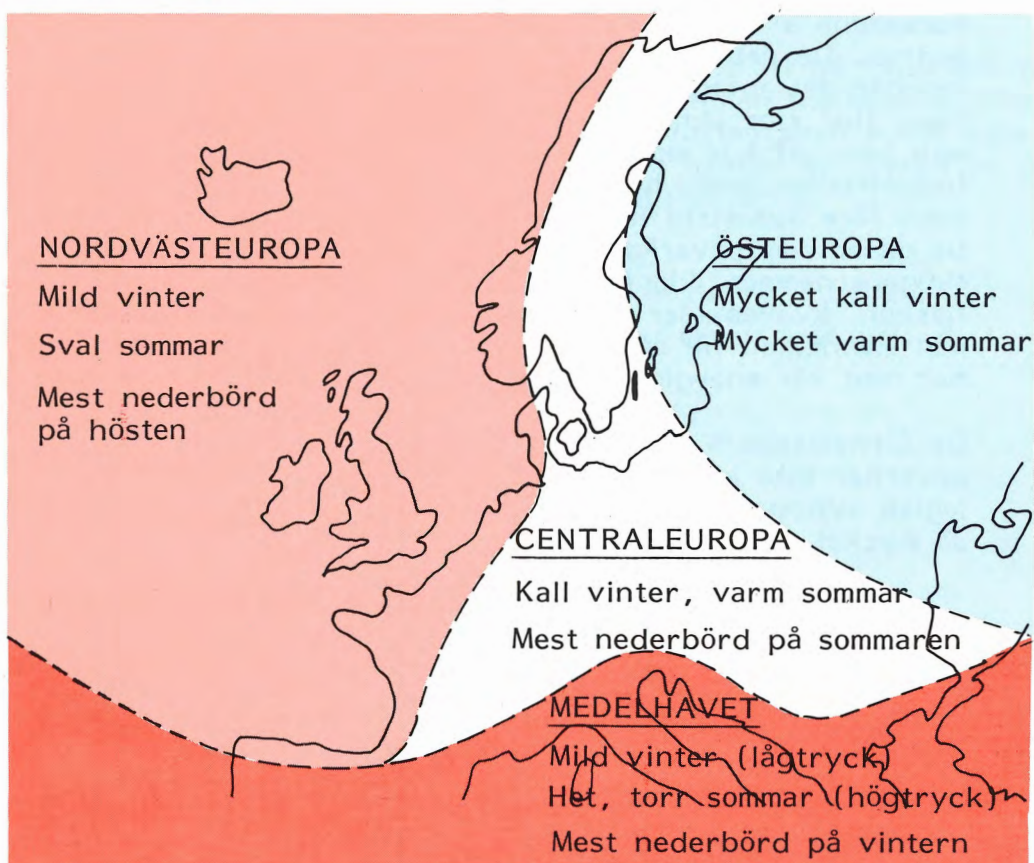
Torrt
Mestadels kallt
eller mycket kallt

Övervägande väst-
liga vindar.
Kraftiga jetströmmar
på hög höjd som
styr lågtryckens
banor.
Vandrande lågtryck
hela året. Växlande
väder, tydliga års-
tider.

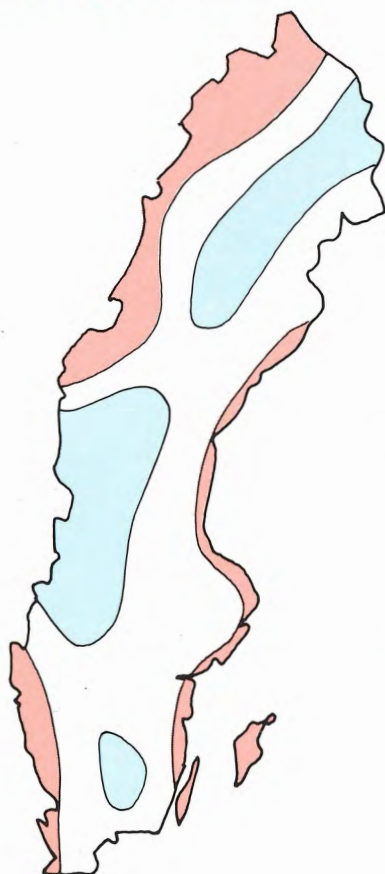
Mycket torrt och
varmt.
Inga tydliga års-
tider.

Varmt och fuktigt
Kraftiga regn-och
åskbyar varje em.
Inga årstider

EUROPAS KLIMAT



SVERIGES KLIMAT



- KONTINENTALA OMRÅDEN** har kalla vintrar och varma somrar. Hit hör de inre delarna av norra Norrland, Värmland, nordvästra Dalarna, Härjedalen samt småländska höglandet.
- MARITIMA OMRÅDEN** har milda vintrar men svala somrar. Hit räknas norrlandsfjällen, ostkusten mellan Umeå och Kalmar, Öland, Gotland och västkusten.

KLIMATET I DAG OCH FRAMÅT I TIDEN

Forskarna är i dag osäkra hur klimatet kommer att förändras. De vet att om t ex koldioxiden ökar i atmosfären innebär det antagligen att medeltemperaturen på jorden höjs. Hur stor ökningen blir är svårt att säga eftersom man inte vet hur molnbildning, växtlighet osv påverkas. Industrialiseringen har betytt en del för klimatet, men även före industrin hade vi klimatförändringar på jorden. De gaser som påverkar klimatet mest är koldioxid, som tidigare nämnts, klorfluormetan (freon) drivgas i aerosolflaskor, kväveoxider och ozon. Mängden av dessa gaser kan människan till stor del påverka själv eftersom det har med vår energiproduktion att göra.

De förnyelsebara energikällorna som sol, vind och vatten påverkar inte klimatet annat än mycket lokalt. Ur klimatologisk synpunkt vore det därför bättre att utnyttja dessa så mycket som möjligt.

VÄDERTJÄNSTEN

SMHI har bl a till uppgift att ge väderinformation till samhället, så att vi alla kan planera vårt handlande efter vädret. Vädertjänsten skall också veta vilket väder det varit om det t ex händer en olycka av något slag. SMHI sparar väderuppgifterna.

För att klara detta måste vädertjänsten ha tillgång till

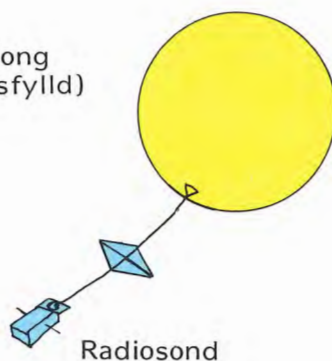
- Väderobservationer (även från utlandet)
- Väderkartor
- Massmedia

SYNOP- TISK OBSERVA- TION

På vissa platser var tredje timme dygnet runt mäter eller bedömer man bl a tryck, temperatur, fuktighet, vind, sikt, molnmängd och molnslag, nederbördstyp och nederbördsmängd. Antalet stationer i Sverige är ca 150 och på hela jorden drygt 10000.

RADIO- SOND

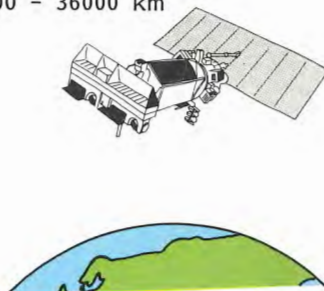
Ballong
(gasfylld)



Radiosonden mäter tryck, temperatur, fuktighet och vind. Den stiger med 300 m/min och når ca 20 km höjd innan den går sönder. I Sverige har vi 6 platser där radiosonder sänds upp 2 ggr/dygn.

VÄDER- SATELLIT

Höjd över jordytan
800 - 36000 km



Fotograferar kontinuerligt (hela tiden) jordytan, moln, is, snötäcke m m. Tar även bilder på natten med s k värmekamera. De polära satelliterna som passerar polerna rör sig på ca 800 km höjd och de geostationära (skenbart stilla över ekvatorn) befinner sig på 36000 km höjd.

Den första vädersatelliten skickades upp 1960.

VÄDER- RADAR



Korta energirika pulser sänds ut från radarn. Pulserna reflekteras mot regndroppar, is, snö, hagel osv. Dessa partiklar kan radarn se på flera hundra km avstånd. På närmare håll kan man t o m se insektssvärmar. Bilderna är detaljrika och man kan se både vertikalt och horisontellt. På radarn kan man också se hur väderområden rör sig.

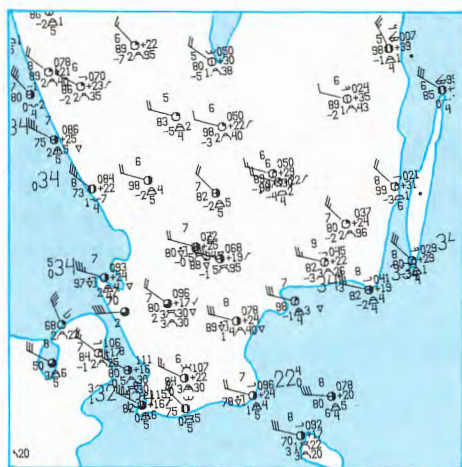
AUTOMAT- STATION

Som komplettering har SMHI automatstationer i glesbefolkade områden. De ger uppgifter om temperatur, lufttryck och fuktighet samt vind var 10:e minut. Automatstationerna ökar i antal och är i dag ca 50 st.

INSAMLING

Insamling av väderobservationer är mycket viktigt. Det sker med teleteknisk utrustning av olika slag och kräver ett omfattande globalt (internationellt) samarbete för att fungera väl.

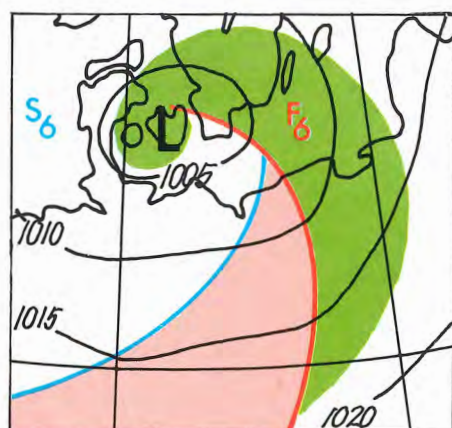
PLOTTAD VÄDER- KARTA



Del av plottad karta

Varje väderobservation ritas automatiskt in på en väderkarta. Den kallas för plottad karta. Kartan analyseras sedan av meteorologen.

ANALYSERAD VÄDER- KARTA



Analyserad karta

Meteorologen ritar en bild av vädret (analyserar). Analysen används sedan i prognosarbetet. Man gör även analys av radiosonderingar, s k höjdkartor.

PROGNOS

För att göra prognoser har meteorologen en mängd olika hjälpmedel, bl a datorer. Efter bearbetning av eget kartmaterial och jämförelse med utländskt kartmaterial bestämmer sig meteorologen för hur väderutvecklingen troligen blir, t ex för de närmaste 24 timmarna. Meteorologen gör en prognos.

DELGIVNING

För att delge allmänheten väderprognoser använder sig SMHI av olika massmedia såsom TV, radio och tidningar. Telefon, telefonsvarare, kommunikationsradio, telex och videotex används för att delge speciella prognoser.

PROGNOS-DISTRIKT I RADIO-RAPPORTEN





Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut Norrköping.

ORDLISTA TILL HÄFTET "METEOROLOGI"

		Sida			Sida
A	absoluta nollpunkten	15	I	insamling	32
	absorbtion	15,16		instrålning	15
	ammoniak	9		inversion	16
	ampere	17		iskorn	23
	analys	32		iskristall	26
	andning	8		isobar	19
	anemometer	21		isoterm	16
	aneroidbarometer	13	J	jetström	28
	anticyklon	20		jonosfär	7
	atmosfär	4,5		jordens dragningskraft	10
	atom	7	K	kallfront	12,24
	automatstation	32		kall luftmassa	12
	avdunstning	23		klimat	27,28,29,30
B	barometer	13		klorofyll	9
	beaufort	21		koldioxid	4,6,9
	bimetalltermometer	17		kondensation	23
	byig vind	25		kontinental	29
C	Celsius	18		kornsnö	23
	corioliskraft	19		kortvågig strålning	15
	cyklon	20		kraft	10
D	delgivning	32		kuling	21
	densitet	12		kvicksilverbarometer	13
	dis	25		kväve	4,6,9
	dopplerradar	22	L	latitud = bredd, avstånd från ekvatorn (0° - 90°)	
	dynamometer	10		longitud = längd, från 0° - 180° väster eller öster om nollmeridianen (Greenwich)	
E	ekvator	28		luft	5
	elektrisk termometer	17		luftfuktighet	23,26
	energi	15		luftmassa	12
F	Fahrenheit	18		lufttryck	11,12,14
	fotosyntes	6,8,9		luftvågor	12
	friktion	19		lågtryck	20
	frisk vind	21		långvågig strålning	15
	fronter	12	M	maritim	29
	frost = marktemperatur under noll grader			massa	5,10
	frysning	23		medeltemperatur = medelvärde under en viss period	
	fuktighet	23		mesopaus	7
	förmultning	9		mesosfär	7
G	geostationär	31		meteorologi = vetenskapen om jordens atmosfär	
				miljöprocesser	8
H	hagel	26		millibar	11
	hektopascal	11		millimeter kvicksilver = kvicksilverpelarens längd	
	helium	7		molekyl = minsta del av kemisk förening (undantag salter)	
	horisontell = vågrät			moln	23,26
	hurricane	22			
	hydrologi = läran om kontinenternas vatten				
	hård vind	21			
	hårhygrometer	26			
	häva	26			
	högtryck	20			
	höjdmätning	11			

		Sida
N	nederbördsmoln	23,26
	Newton	10
	normalt lufttryck	11
	näringssalter	9
O	ohm	17
	omblandning	5
	orkan	21
	oxidation	6
	ozon	7
	ozonskikt	7
P	partikel = liten materiell kropp	
	Pascal	11
	passadvind	28
	plottad väderkarta	32
	polarområde = mellan pol- polcirkel	
	prognos	33
	prognosdistrikt	33
	psykrometer	26
	puls	22
Q		
R	radar	22
	radiosond	31
	relativ fuktighet	26
S	skålkors	21
	snö	23
	solenergi	15
	stabiliseras = i meteorologin det- samma som väder- förbättring	
	stiltje	21
	storm	21
	stratiform	26
	stratopaus	7
	stratosfär	7
	strålning	15
	strålningsbalans	15
	strålningsenergi	15
	sublimation	23
	svavel	8
	synoptisk	31
	syre	4,6,9

		Sida
T	telex	33
	temperatur	15
	temperaturrekord	18
	temperaturskalor	18
	termometer	17
	termometrar	17
	tendens = utveckla åt visst håll	
	tornado	15
	tropisk orkan = tropisk cyklon	
	tropisk cyklon	22
	tropopaus	7
	troposfär	7
	tromb	22
	tryck	10,11
	tryckkraft	19
	tyngd	10
	tyngdkraft	10
U	underkyld = vattendroppar vid minusgrader	
	uppdrag	25
	utstrålning	15
V	varmfront	12,25
	varmluftmassa	12
	vattenånga	4,6,9,23
	vertikal = lodrät	
	videotex	33
	vikt	10
	vind	19
	vindflöjel	21
	vindhastighet	20
	vindriktning	20,21
	vindstyrka	20,21
	virvelstorm	22
	vittring	9
	volt	17
	väderkarta	32
	väderobservation	31
	väderradar	32
	vädersatellit	31
	vädertjänst	31
	värme	15
	värmekapacitet	16
	vätgas	7

X,Y,Z

Å åska 26

Ä,Ö



SMHI

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 Norrköping. Tel 011-15 80 00. Telex 64400 smhi s.

Met