



## 1030 METEOROLOGI - REPETISJON

Instruktør: Morten Rydningen. Mob: 40454015. E-post: [morten@rydningen.as](mailto:morten@rydningen.as)

Met dag 6 r1

# 1030 MET - ATMOSFÆREN

Atmosfæren er delt inn i følgende lag:

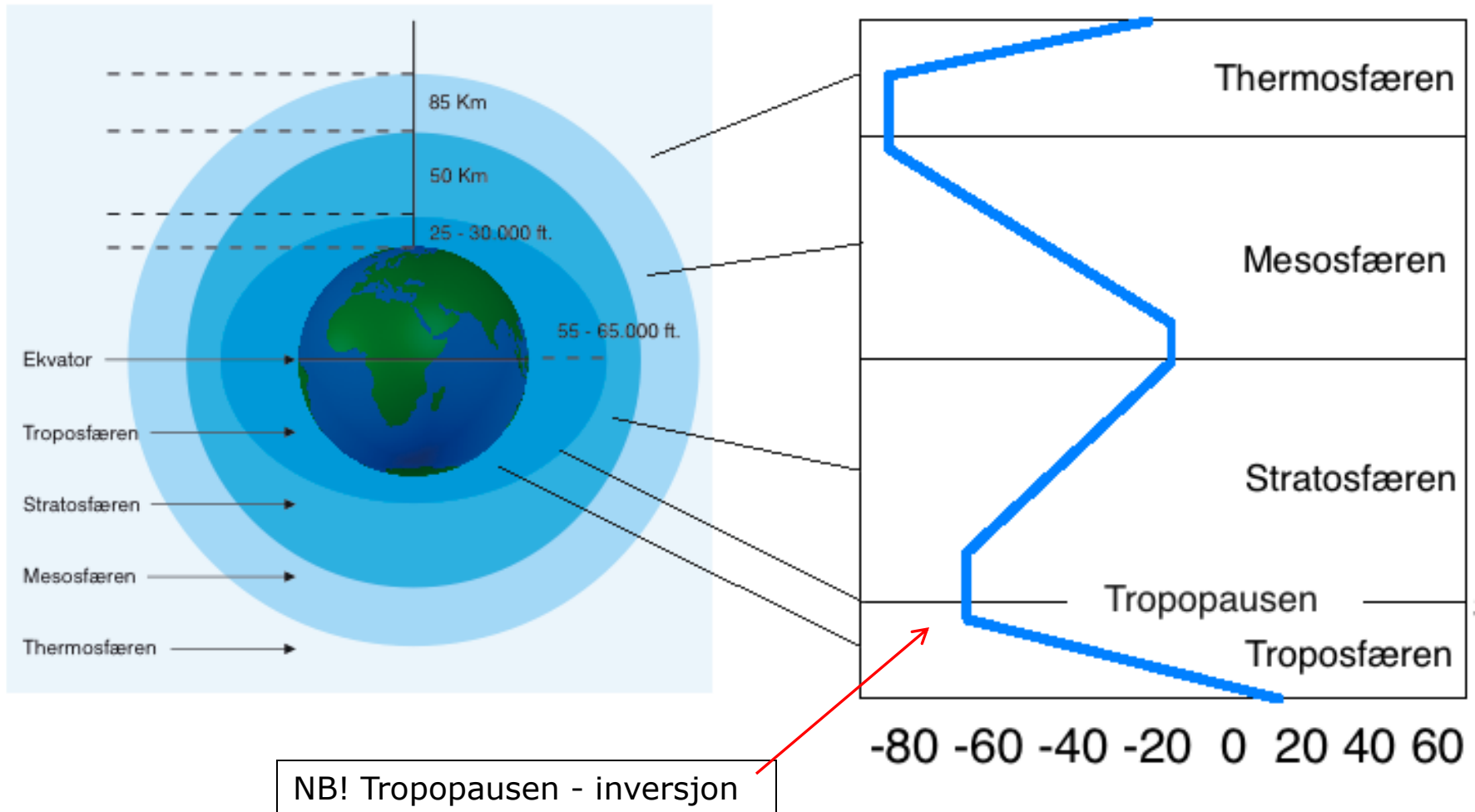
Vi starter fra bunnen:

- Troposfæren
- Stratosfæren
- Mesosfæren
- Termosfæren.

Atmosfæren består  
av:  
78% nitrogen  
21% oksygen  
1% andre gasser

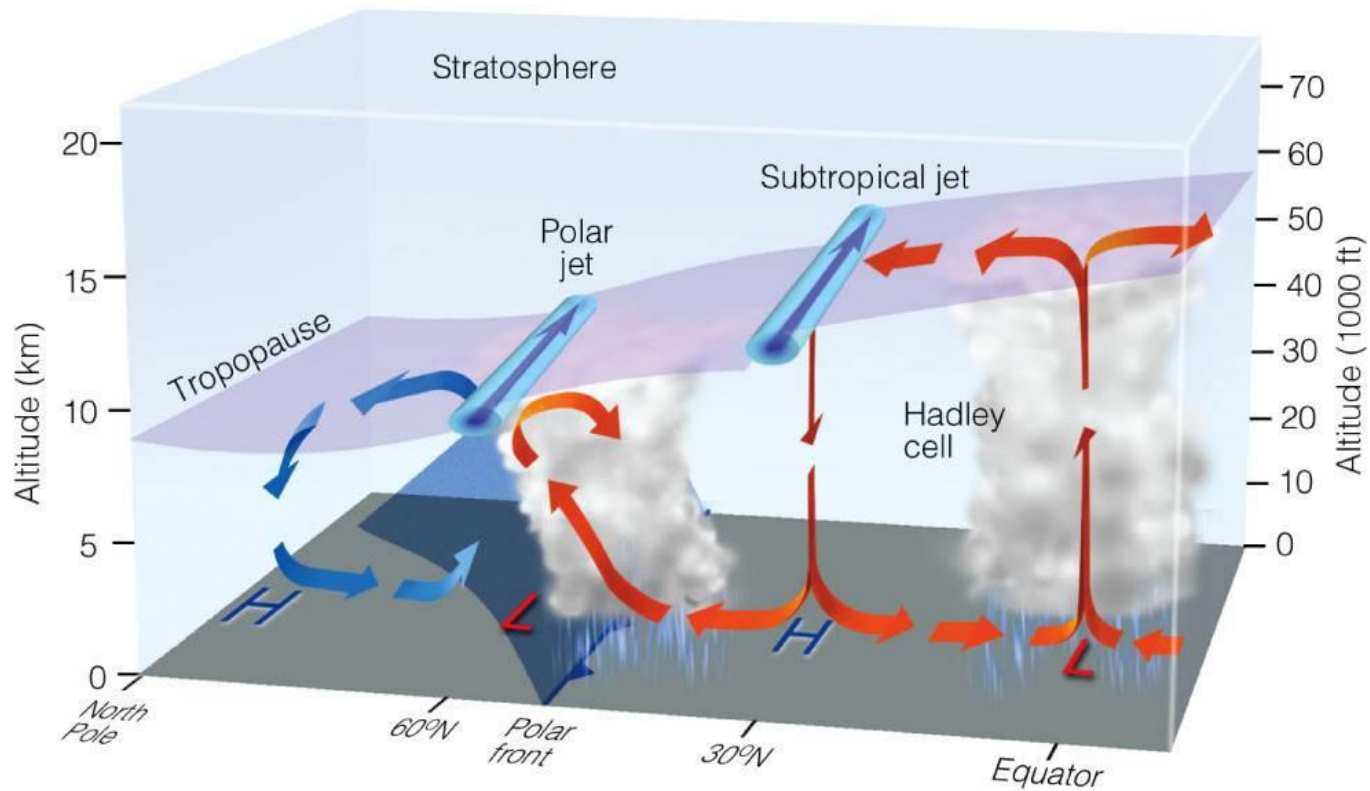
Skillet mellom troposfæren og stratosfæren kalles tropospausen, et kaldt lag med tørr luft.

# 1030 MET – ATMOSFÆREN - TEMPERATUR



# 1030 MET – ATMOSFÆREN - TROPOPAUSEN

Tropopausens høydevariasjon med breddegrad:



# 1030 MET - STADARDATMOSFÆREN

## ISA atmosfæren

15 °C
1013,25 (mb)hPa
Tørr luft
6,5 °C/1000 m

**Trykket** 1013.25 hPa/millibar (29.92"), trykket redusert til

- 1/2 av havets nivå ved 18,000'
- 1/3 av havets nivå ved 27,500'
- 1/4 av havets nivå ved 33,700'.

# 1030 MET - STANDARDATMOSFÆREN

Disse måleresultatene ble adoptert som standardatmosfæren, og alle som lager høydemålere, eller andre trykkinstrumenter, kalibrerer de etter denne. På denne måten oppnår vi at alle instrumentene viser likt og at du ikke flyr i feil nivå.

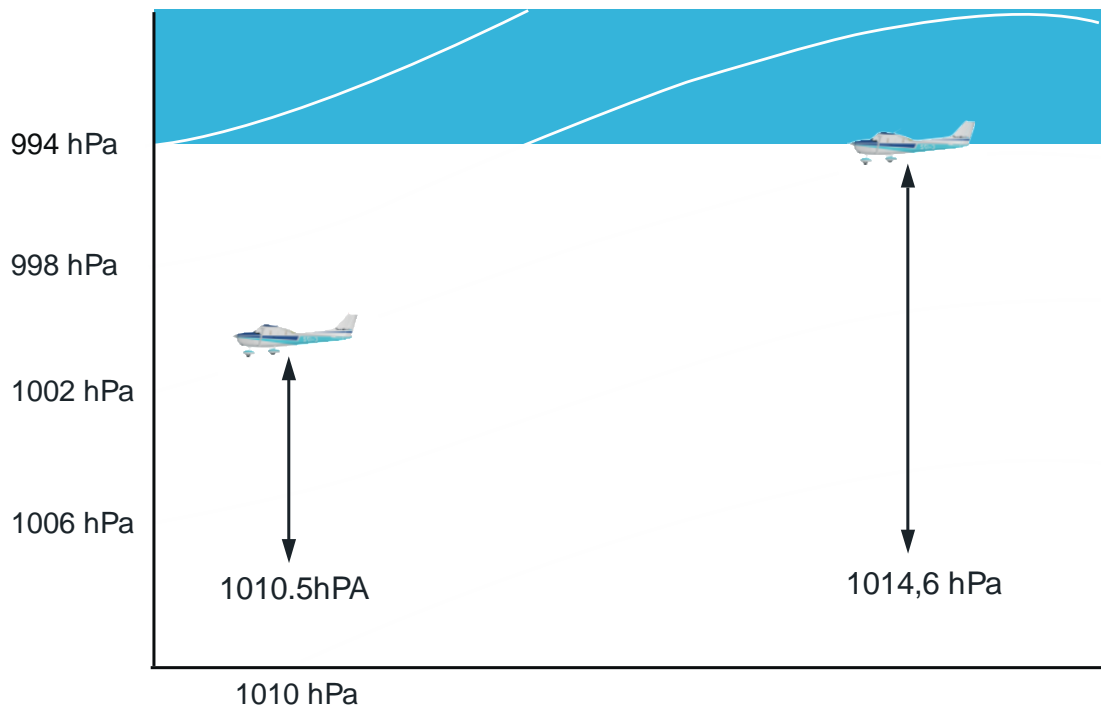


# Q-kodene

- QFE
  - Lufttrykket på flyplassen. Høydemåleren viser null når vi står på flyplassen.
- QNH
  - Bestemt av QFE og flyplassens høyde over havet. QNH finnes ved å omgjøre QFE til havets nivå etter standardatmosfæren. Høydemåleren viser flyplassens høyde over havet når vi står på flyplassen og har stilt inn QNH.
- QNE
  - Høydemåleren innstilles på 1013,25 mBa. Viser trykkhøyde. Brukes ved flyging på flygenivå.
- QFF
  - Lufttrykket omregnet til havets nivå i samsvar med aktuelt trykk og temperatur. Brukes for det meste av meteorologer når de skal kartlegge trykkforholdene ved havets nivå. Vi piloter bruker ikke QFF.

# 1030 MET – FLYGENIVÅ

Dersom du stiller inn høydemåleren på 1013,25 hPa vil den vise flygenivå. Dersom du flyr på samme flygenivå, vil trykket utenfor flyet være konstant. Hva skjer når temperaturen eller trykket endrer seg?

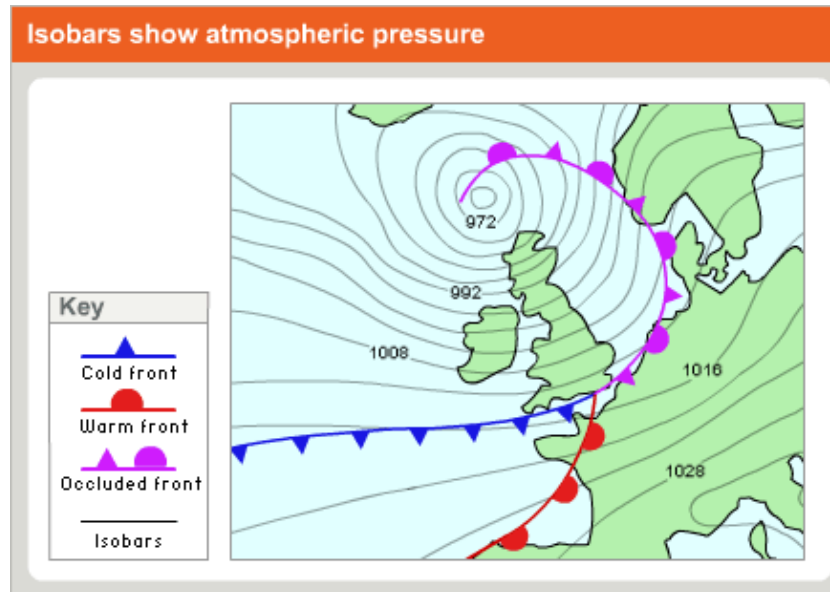




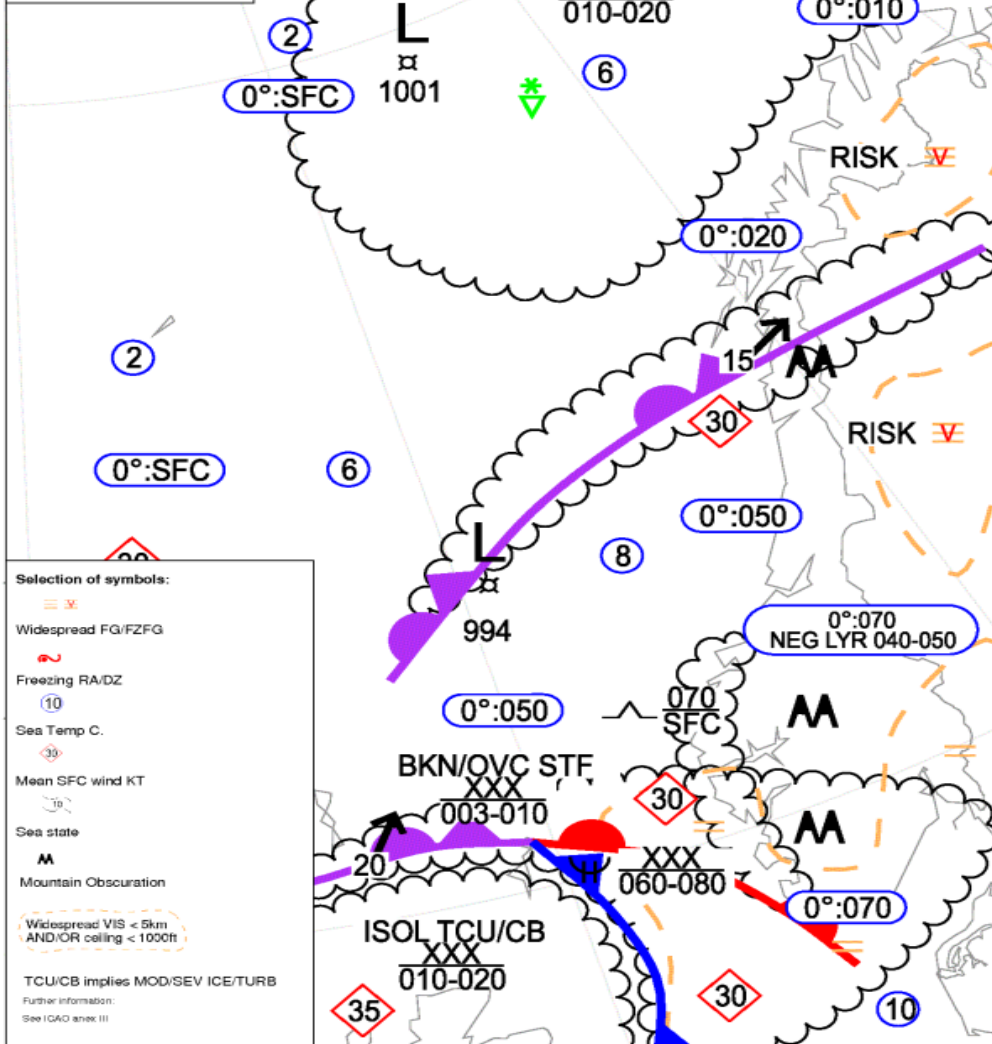
# 1030 MET – ISOBAR

## Isobarer

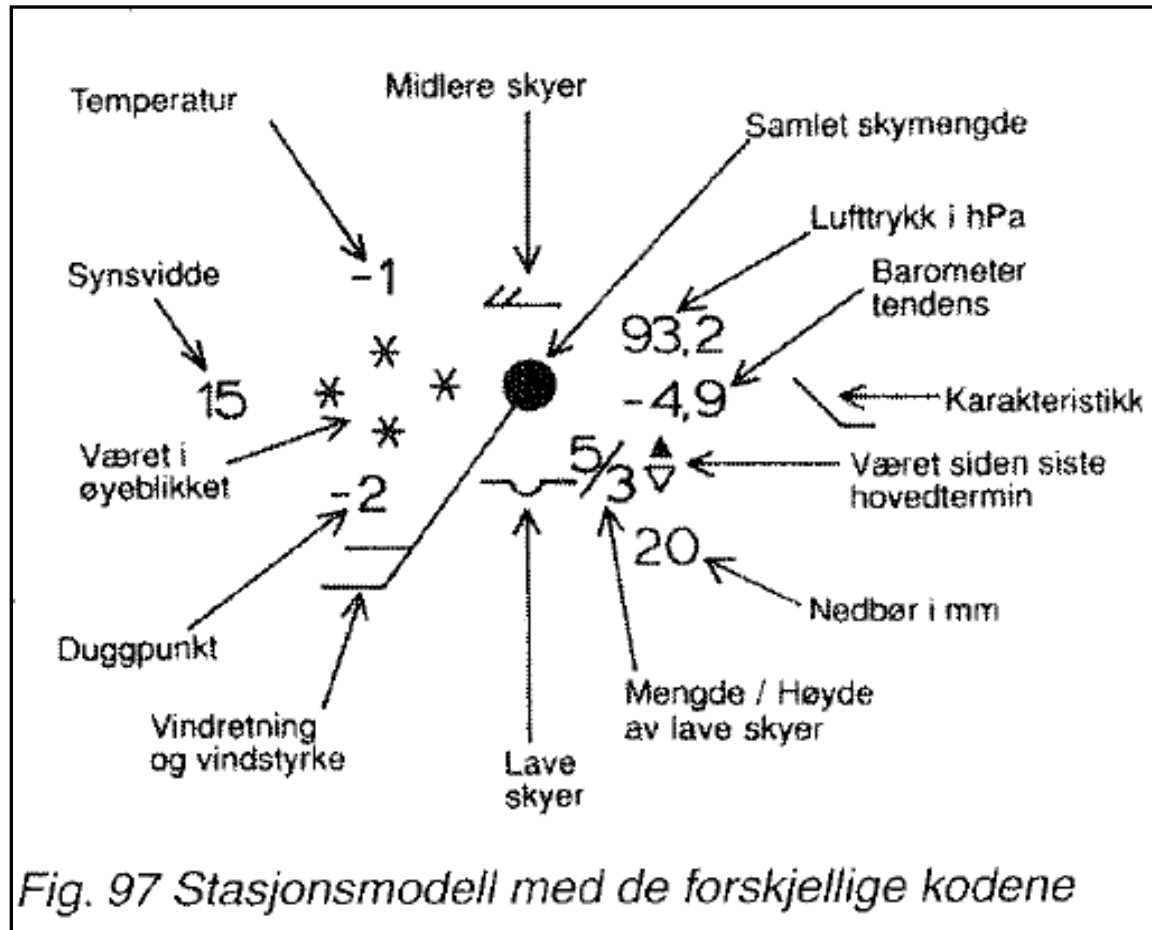
De stedene som har likt trykk blir knyttet sammen ved hjelp av en linje.  
En slik linje kaller vi en isobar



































# SIGNIFIKANT VÆRKART



# Stasjonsmodellen

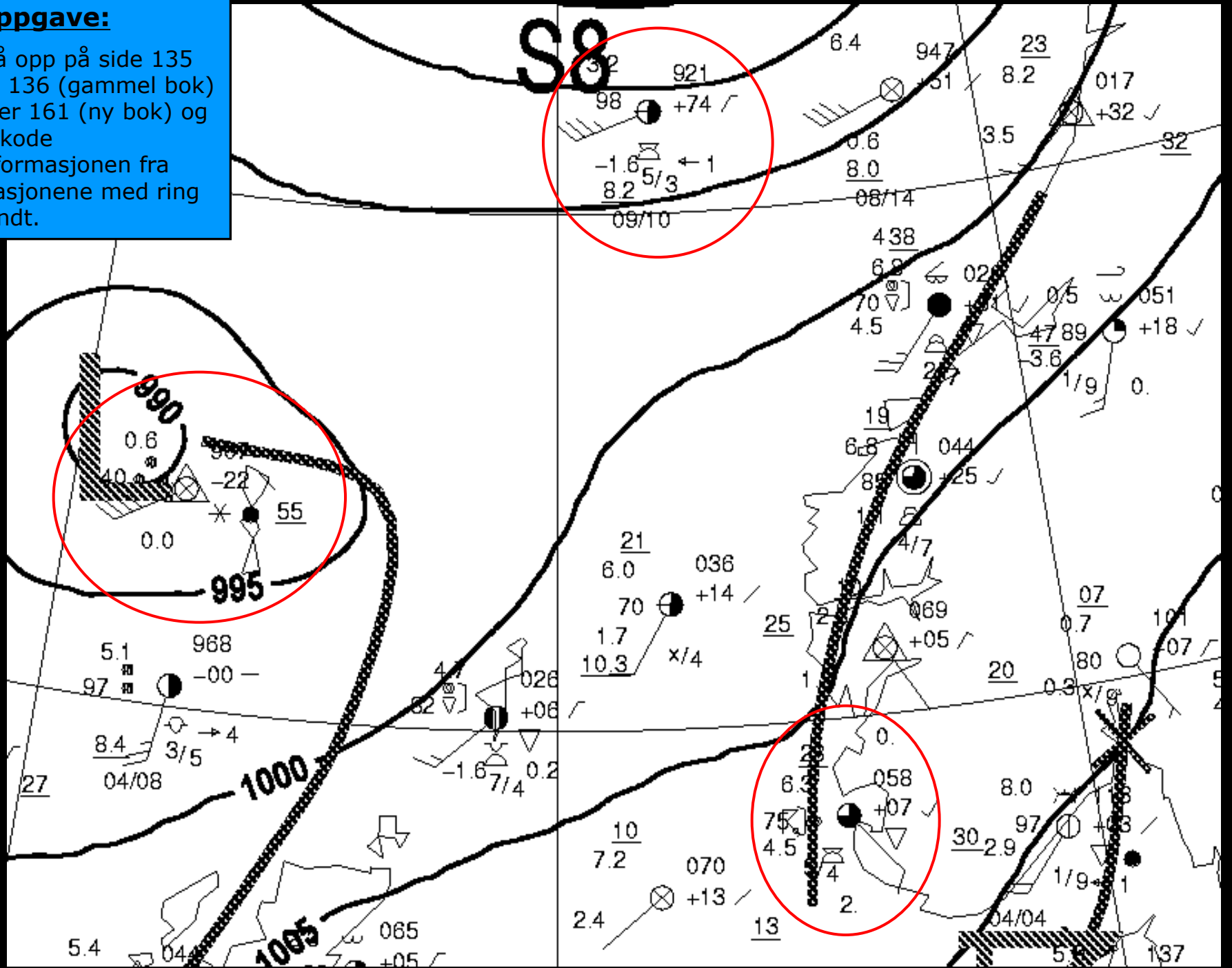


# Symbolforklaringer

	- Cold Front		- High Pressure Center Pressure in millibars
	- Warm Front		- Low Pressure Center Pressure in millibars
	- Occluded Front		- Occasional or greater Precipitation
	- Stationary Front		
	- Trough		
	- Ridge		
	- Fog		- Freezing Rain
	- Haze		- Freezing Drizzle
	- Smoke		- Light Icing
	- Drifting Snow		- Moderate Icing
	- Sandstorm		- Severe Icing
	- Drizzle		- Snow
	- Rain		- Ice Crystals
			- Ice Pellets
			- Mixed Rain/Snow
			- Rain Showers
			- Snow Showers
			- Rain/Snow Showers
			- Thunderstorm
			- Light Turbulence
			- Moderate Turbulence
			- Severe Turbulence

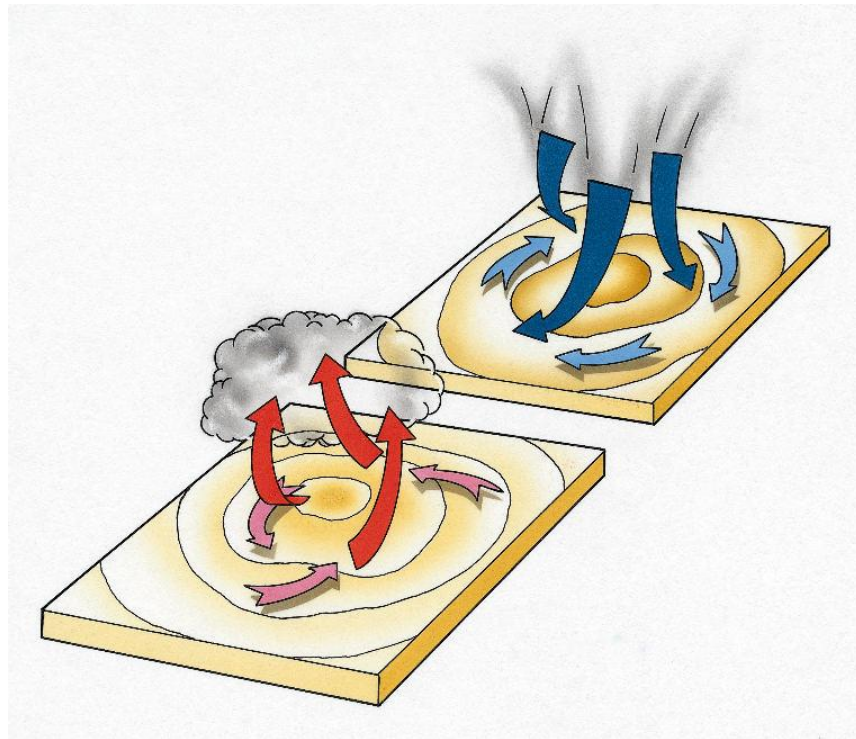
# Oppgave:

Slå opp på side 135 og 136 (gammel bok) eller 161 (ny bok) og dekode informasjonen fra stasjonene med ring rundt.



# 1030 MET – TRYKKSYSYSTEMER

Luften i et høytrykk vil synke og divergere, men i et lavtrykk vil luften stige og konvergere.

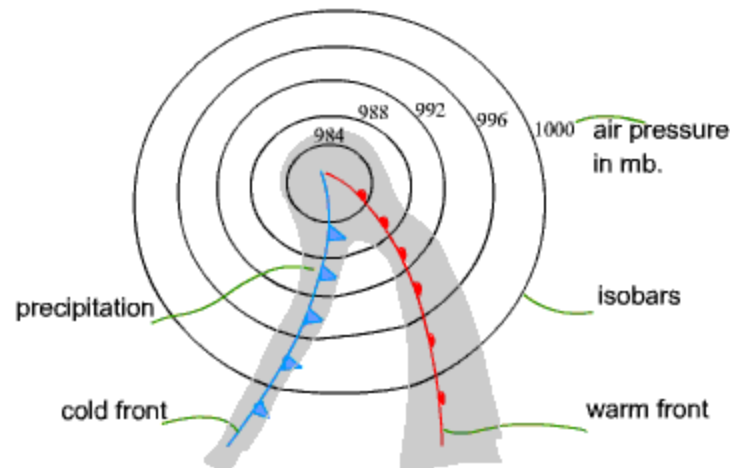


# 1030 MET – TRYKKSYSYSTEMER

Systemene er runde og består av sirkler av isobarer. Forskjellen mellom dem er enkel;

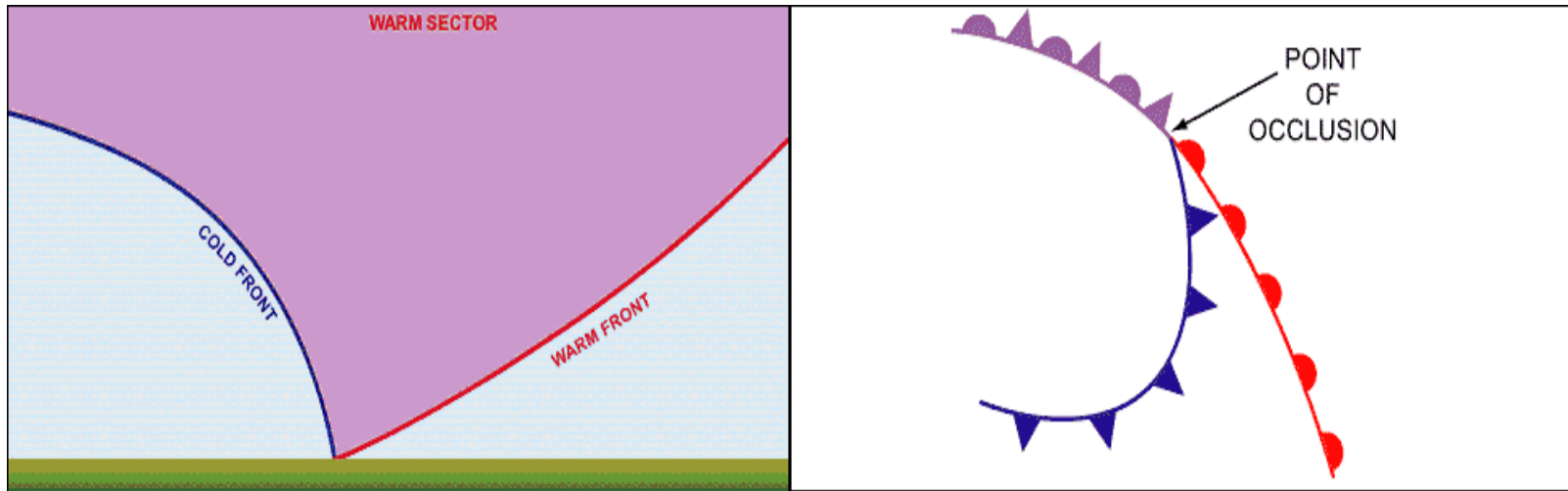
**Et høytrykk har størst trykk i sentrum mens et lavtrykk har minst trykk i sentrum**

**Depression - Low Pressure System**



# 1030 MET – FRONT

En front er en smal overgangssone mellom luftmasser hvor de blir tvunget til å blande seg, selv om de ikke “ønsker” dette. Forskjellen ligger vanligvis i temperaturen men kan også være en ren forskjell i fuktighetsinnhold. Fronter er alltid assosiert med lavtrykk, som noen ganger blir referert til som ”frontal wave”. Fronter vil rotere (mot klokken på den nordlige halvkule) rundt et lavtrykk.



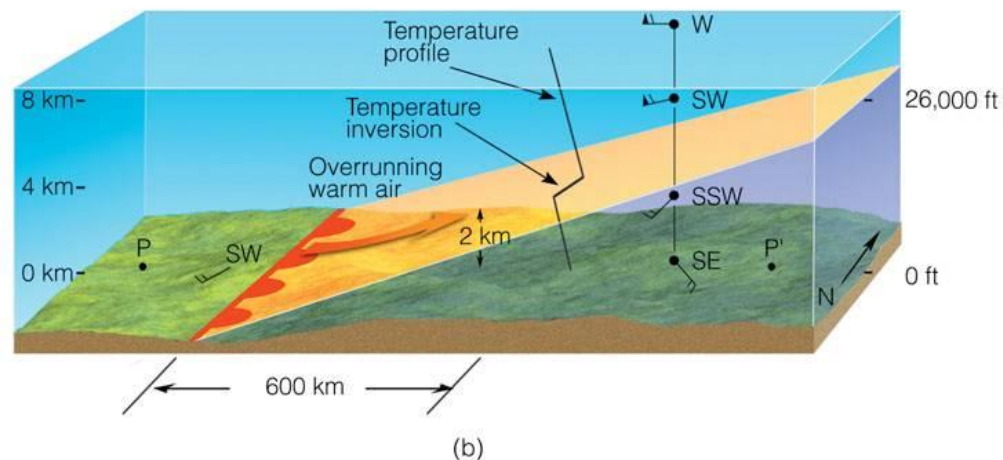
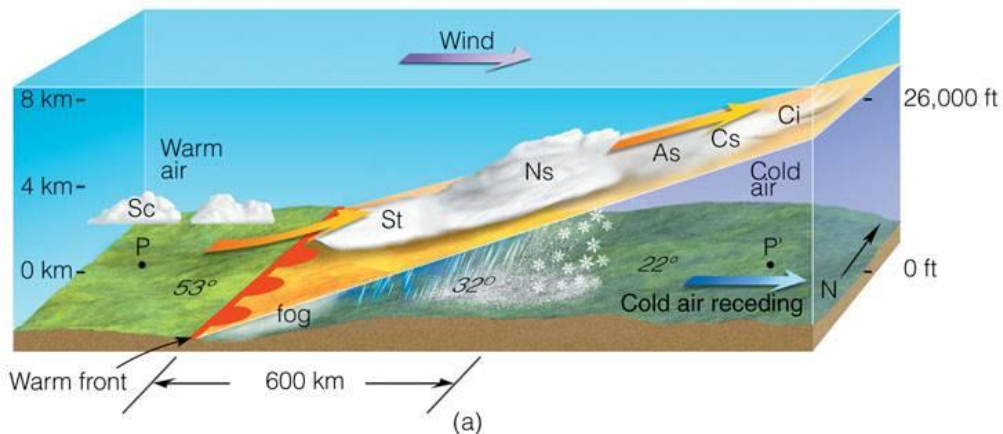


# 1030 METEOROLOGI – VARMFRONT



En Varmfront eksisterer når varm luft innhenter en kaldere luftmasse og blir presset oppover. Dette fører til skydannelse.

Frontens skråning (frontal slope) har en gradient på mellom 1:150 og 1:200

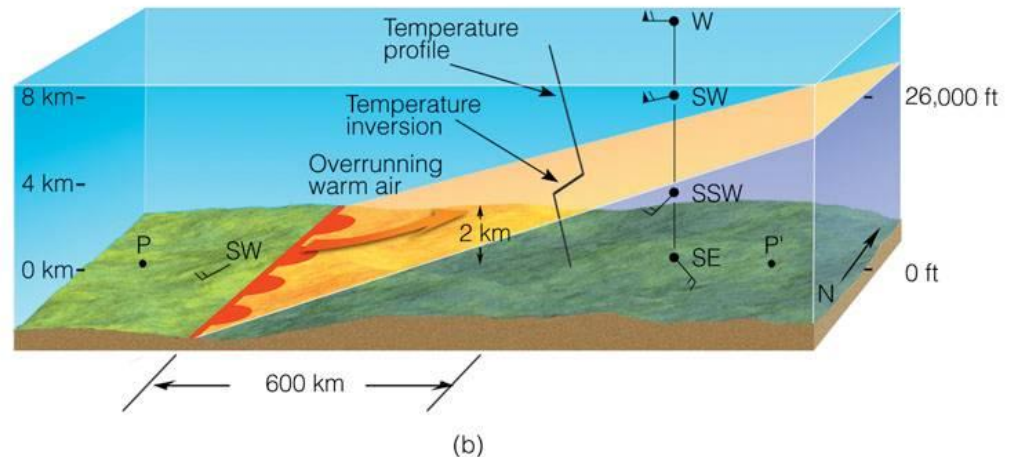
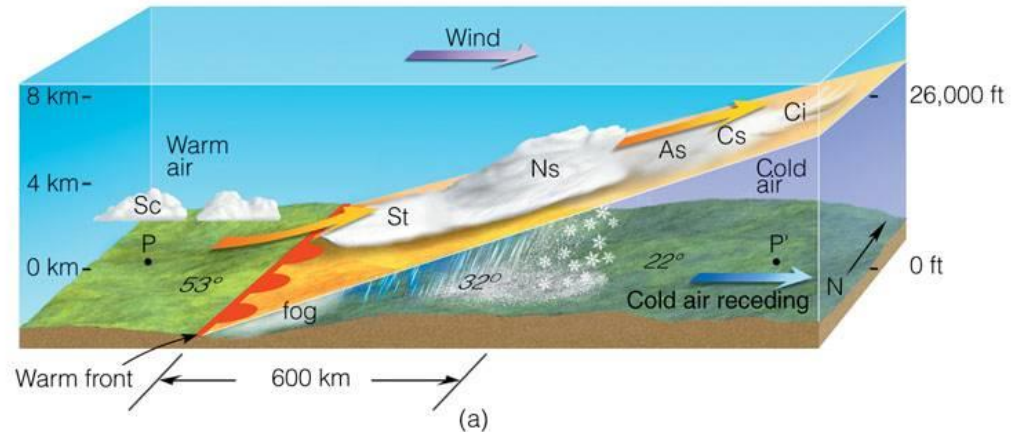


# 1030 METEOROLOGI – VARMFRONT



Skyene vil komme i denne rekkefølgen når du flyr mot en varmfront:

- Cirrus
- Cirrostratus
- Altostratus
- Nimbostratus
- stratus

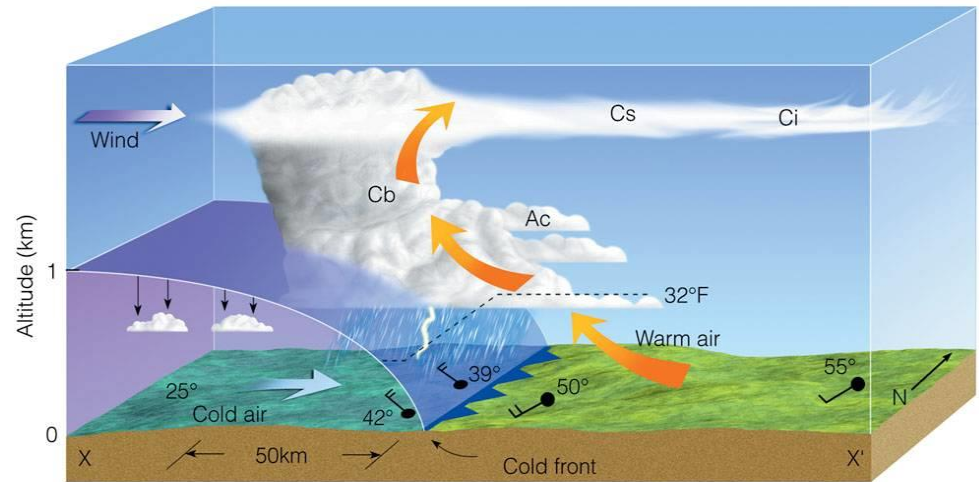


# 1030 METEOROLOGI – KALDFRONT



En Kaldfront eksisterer når kald luft innhenter en varmere luftmasse. Den kalde luftmassen presser seg under den varmere luftmassen og hever den. Dette fører til skydannelse.

Frontens skråning (frontal slope) har en gradient på 1:50

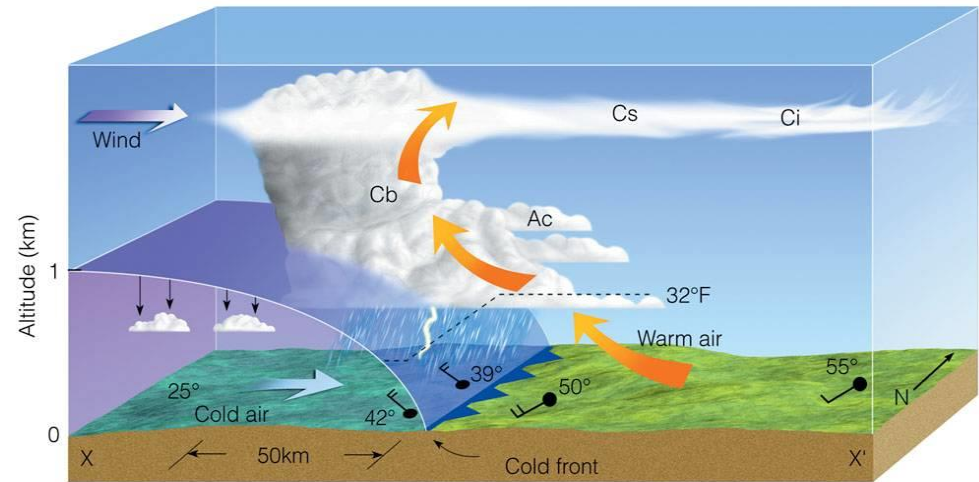


# 1030 METEOROLOGI – KALDFRONT



På grunn av brattere helning, med mye aktivitet gir dette stor sannsynlighet for tordenvær.

Regn i form av byger kan forventes, og vinden veer (markert endring med klokken) til vest eller til nordvest. Trykket blir høyere, og temperaturen og fuktigheten reduseres.

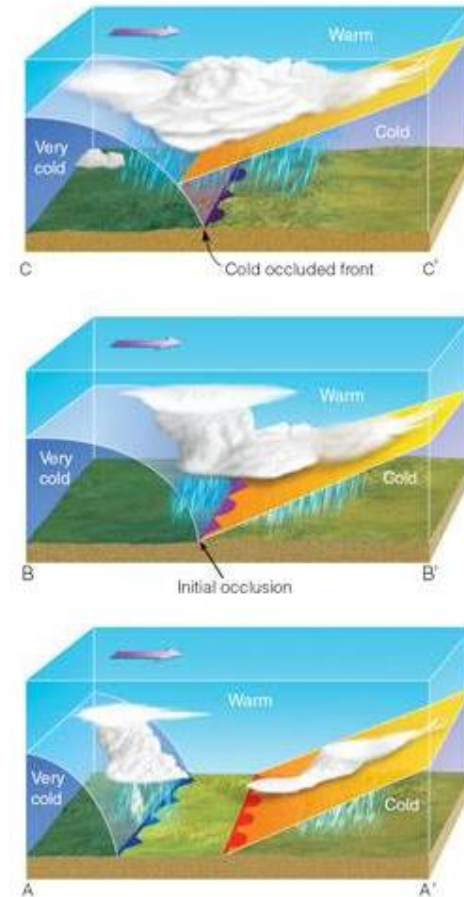


# 1030 METEOROLOGI – OKLUSJON



Dette markerer siste stadiet av et frontalt lavtrykk, og oppstår på grunn av at kaldfronten beveger seg hurtigere enn varmfronten.

Når den ene tar igjen den andre, vil varmesektoren (området mellom en varm- og kaldfront) bli løftet fra bakken i sin helhet. Dette kalles okklusjon.



# Begreper

- Absolutt og relativ fuktighet
- Doggpunktstemperatur
- Hygrometer
- Doggpunktsdepresjon
- Fordamping
- Kondensasjon
- Sublimasjon

# Lufttemperatur og vanndampinnhold

Temperatur °C	g/m <sup>3</sup>
-20°	1,1
-15°	1,6
-10°	2,4
-5°	3,4
0°	4,9
5°	6,8
10°	9,4
15°	12,9
20°	17,3
25°	23,1
30°	30,4

*Tabell 4 Temperatur og vann-  
dampinnhold ved metning*

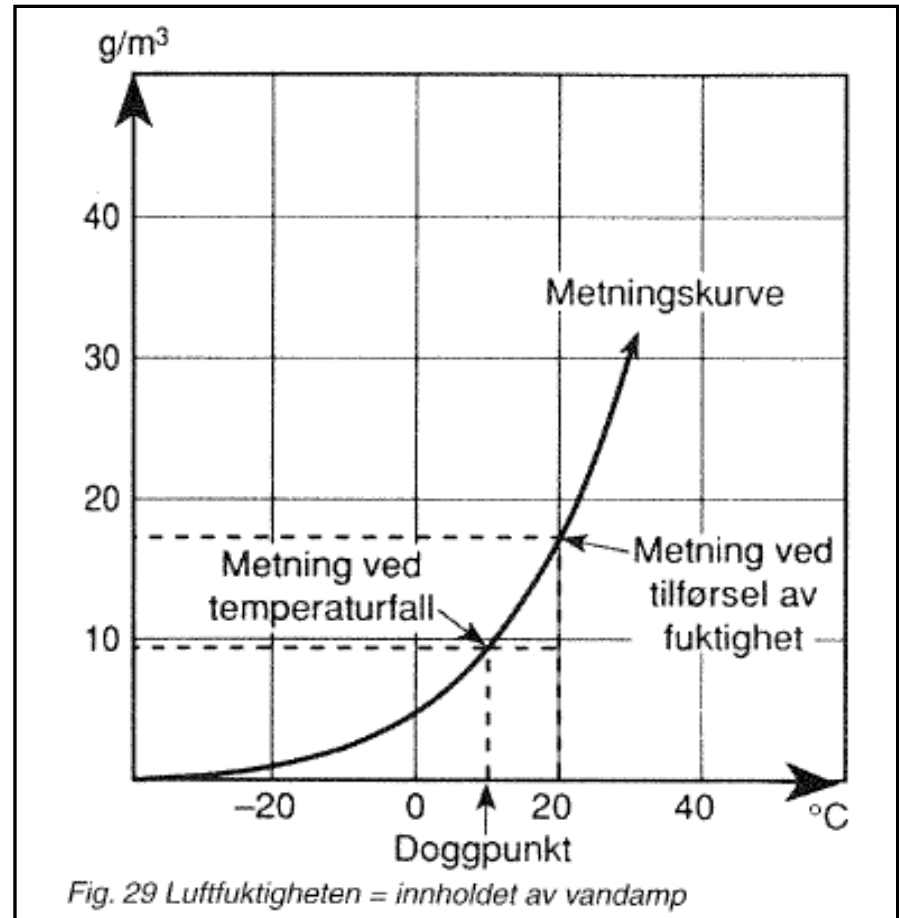
Absolutt  
eller  
relativ?

# Doggpunkt og metning

Ved en temperatur på 20°C har vi målt den absolutte fuktigheten til 9,4 g/m<sup>3</sup>. Hva er relativ fuktighet og doggpunktstemperatur for denne luftmassen?

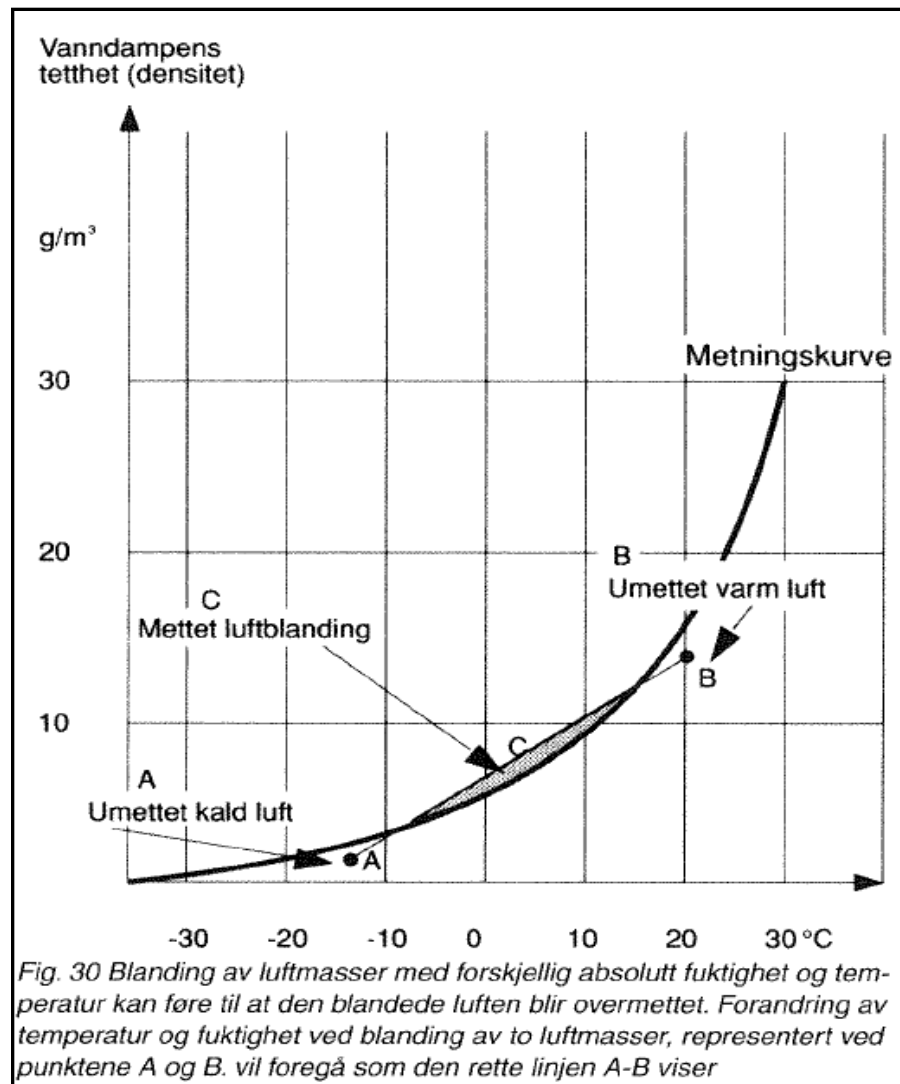
Vi kan oppnå metning ved å:

1. Kjøle ned luften
2. Tilføre fuktighet





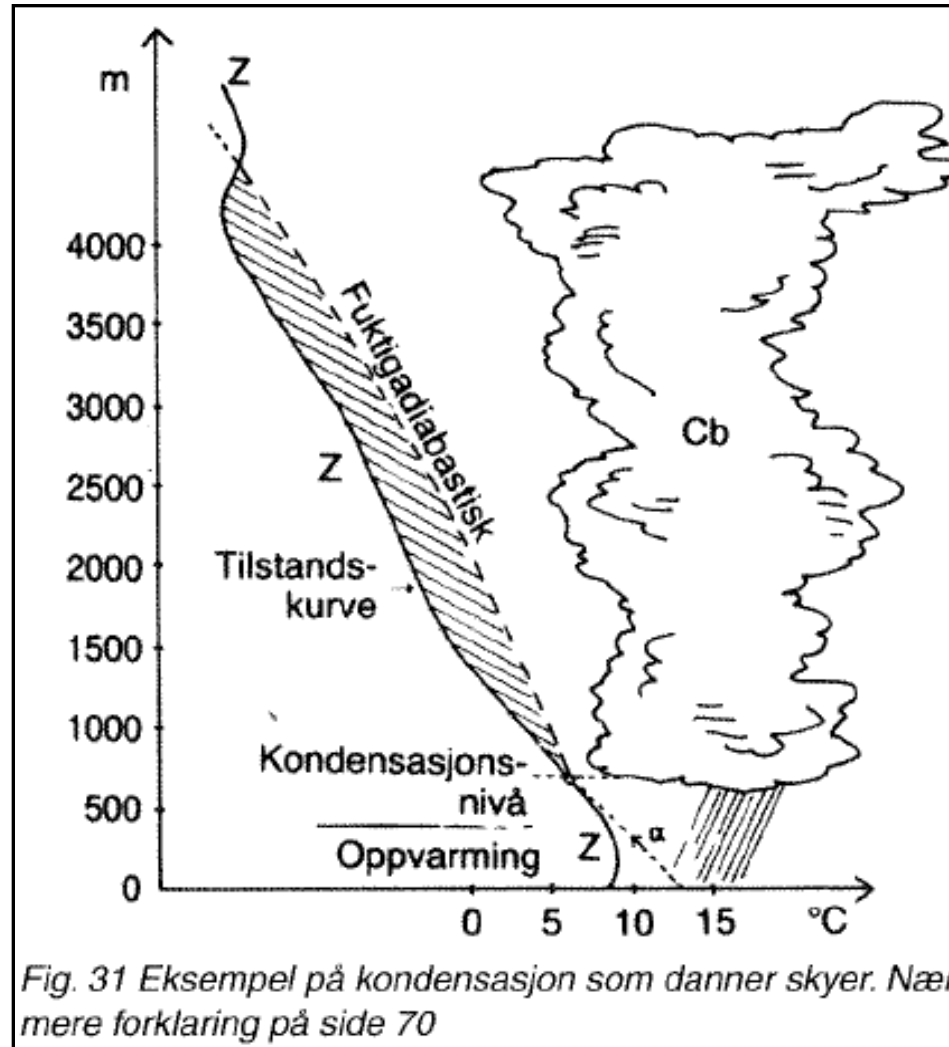
# Blanding av luftmasser



# NORDKAPP PLATÅET



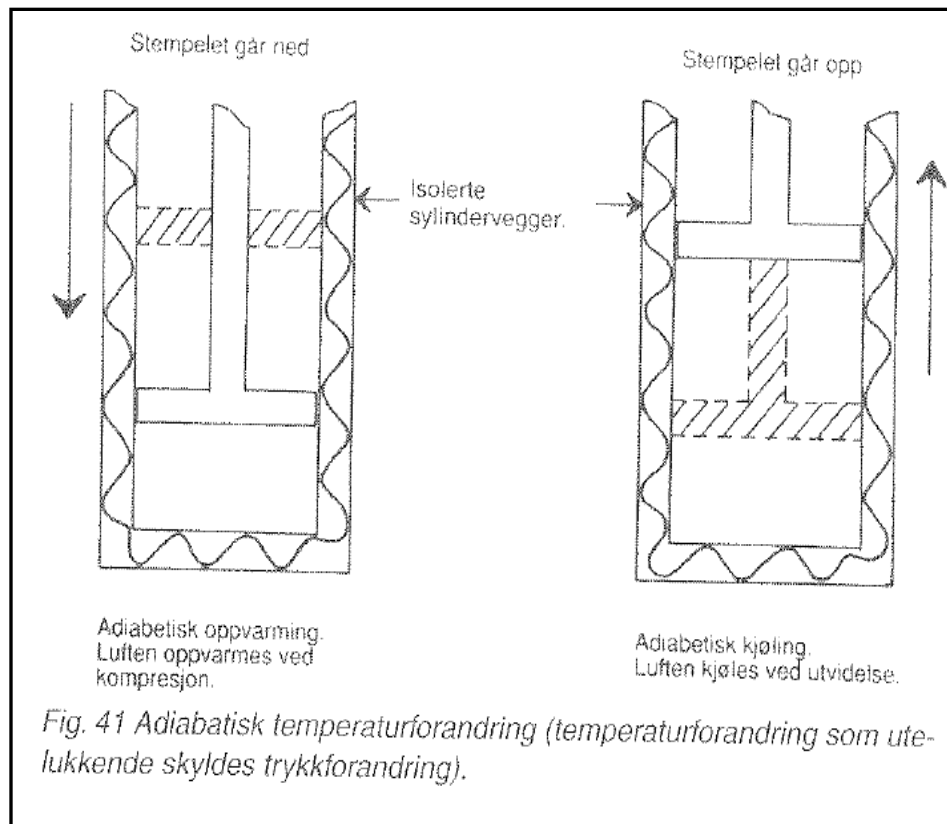
# Kondensasjon som danner skyer





# Adiabatisk temperaturforandring

- Luft som blir komprimert blir varm
- Luft som utvides blir kald



(ref fylling og tømning av trykkluftflasker)

# Adiabatisk temperaturforandring

- Når luft heves i atmosfæren, synker trykket. Dersom det ikke tilføres eller tas bort varme vil denne lufta kjøles adiabatisk.
- Det motsatte skjer når lufta senkes i atmosfæren.
- Det er forskjell på hvor mye temperaturen stiger eller synker, avhengig av om lufta er mettet eller umettet med vanndamp (dette kommer vi tilbake til)

# Adiabatisk temperaturendring og stabiliteten i atmosfæren

- Luftmassen som heves eller senkes får endret sin temperatur adiabatisk. Temperaturforskjellen mellom den luften som er hevet eller senket, og den omliggende luftmassen, er helt avgjørende for stabilitetsforholdene i atmosfæren.

# Tørr- og fukt-adiabatisk temperaturendring

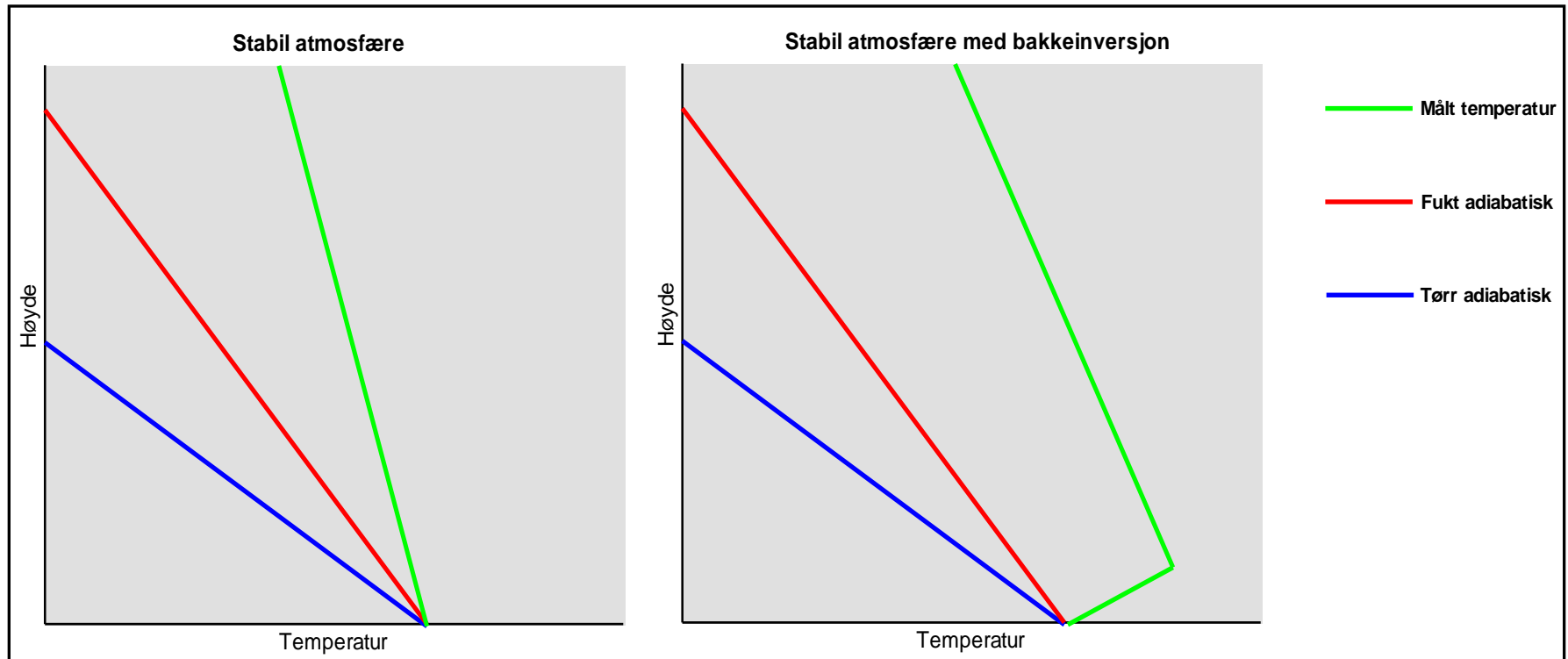
- Tørradiabatisk temperaturendring:
  - Lufta kan godt inneholde vanndamp, men den er ikke mettet.
- Fuktig-adiabatisk temperaturendring:
  - Lufta er mettet med vanndamp.
  - Videre avkjøling fører til kondensering, og da avgis varme. Temperaturfallet blir ikke så bratt.



# Forandring i stabilitetsforholdene

- Atmosfæren inneholder både mettet og umettet luft, og vi regner derfor med et gjennomsnittlig temperaturfall på  $0,65^{\circ}\text{C}$  pr. 100 meter.
- Dersom vi måler faktisk temperatur oppover i atmosfæren vil vi av forskjellige årsaker finne avvik fra gjennomsnittet.
- Dette har avgjørende innvirkning på luftens stabilitetsforhold.

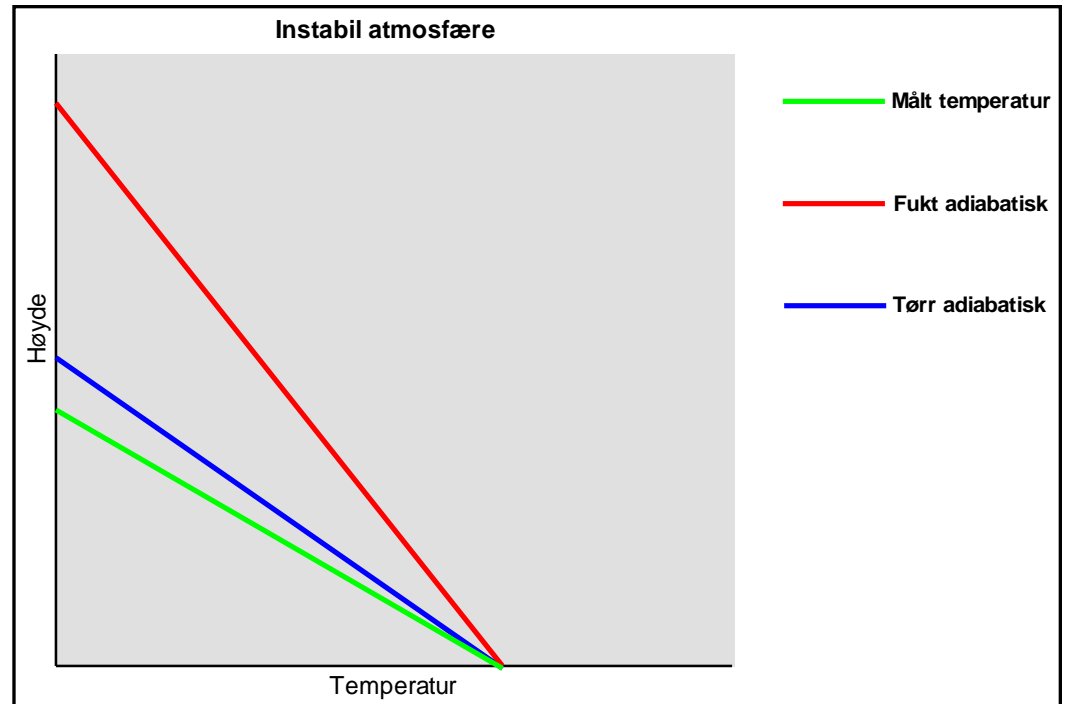
# Stabil atmosfære



- Atmosfæren er stabil fordi den adiabatisk temperaturendringen som følge av heving av luft vil sørge for at den luften som blir hevet alltid vil være kaldere enn den omgivende luften.

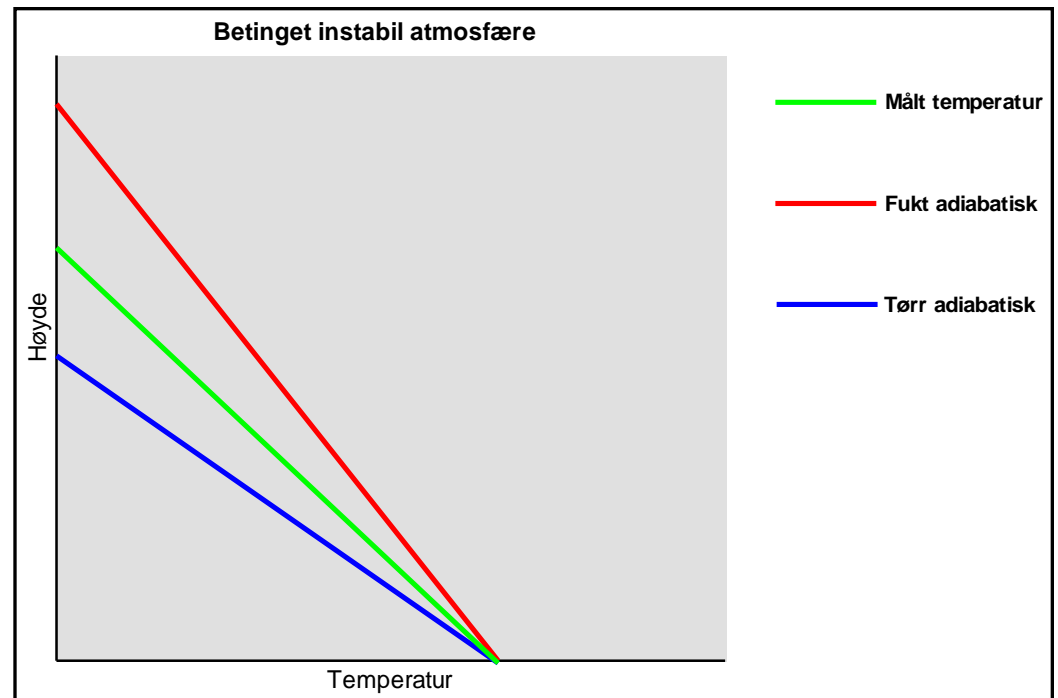
# Instabil atmosfære

- Atmosfæren er instabil fordi den adiabatisk temperaturendring som følge av heving av luft vil sørge for at den luften som blir hevet alltid vil være varmere enn den omgivende luften.

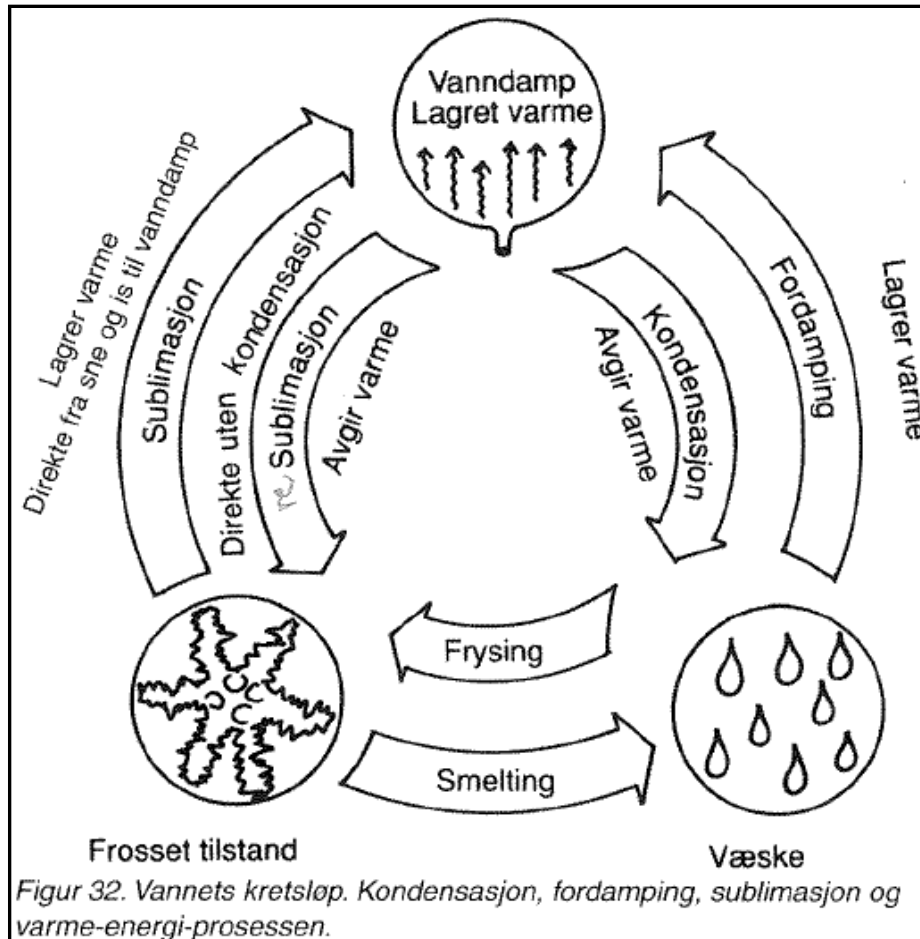


# Betinget instabil atmosfære

- Her ser vi at målt temperatur ligger mellom fuktig- og tørradiabatisk kurve.
- Det vil gi en stabil atmosfære dersom hevet luft kjøles tørradiabatisk, fordi omgivende luft da vil være varmere enn hevet luft.
- Dersom hevet luft kjøles fuktig-adiabatisk, vil atmosfæren være instabil. Omgivende luft vil da være kaldere enn hevet luft.



# Vannets tilstander



Figur 32. Vannets kretsløp. Kondensasjon, fordamping, sublimasjon og varme-energi-prosessen.

# 1030 METEOROLOGI – SKYER

- Oppstår på grunn av kjøling av luften (når DP)
- Tilføring av fuktighet/blanding av luftmasser.
  
- 2 hovedtyper - lag og haug, (stratiform og cumuliform) Disse er assosiert med stabile og ustabile forhold, som betyr horisontalt eller vertikalt utviklet.
- 3 klassifiseringer basert på høyden til skyen.



# Skymengde

- Skymengden oppgis i åttendedeler:
  - Few: 1-2 åttendedeler av himmelen dekket
  - Scattered: 3-4 åttendedeler av himmelen dekket
  - Broken: 5-7 åttendedeler av himmelen dekket
  - Overcast: Overskyet
- Dette oppgis bl.a på ATIS, METAR, TAF, IGA

# 1030 METEOROLOGI – SKYER

	Latinsk navn	Forkortelse	Norsk navn	Høyder
1	Cirrus	Ci	Fjærskyer	Høye skyer
2	Cirrocumulus	Cc	Makrellskyer	16 500- 45 000fot
3	Cirrostratus	Cs	Slørskyer	
4	Alto cumulus	Ac	Rukleskyer	Mellomhøye skyer
5	Altostratus	As	Lagskyer	6500-23000fot
6	Stratocumulus	Sc	Bukleskyer	Laveskyer
7	Stratus	St	Tåkeskyer	0-6500fot
8	Nimbostratus	Ns	Regn/snøskyer	Alle nivåer
9	Cumulus	Cu	Haugskyer	Vertikal opp- bygning
10	Cumulonimbus	Cb	Bygeskyer	



Ci  
Cirrus



Cc  
Cirrocumulus

2



Cs  
Cirrostratus

3



Ac  
Altocumulus

As  
Altostratus



Sc  
Stratocumulus



St  
Stratus

Ns  
Nimbostratus





Cu  
Cumulus





Cb  
Cumulonimbus

TCu  
Towering Cumulus



Towering Teddy???



Alto cumulus  
lenticularis



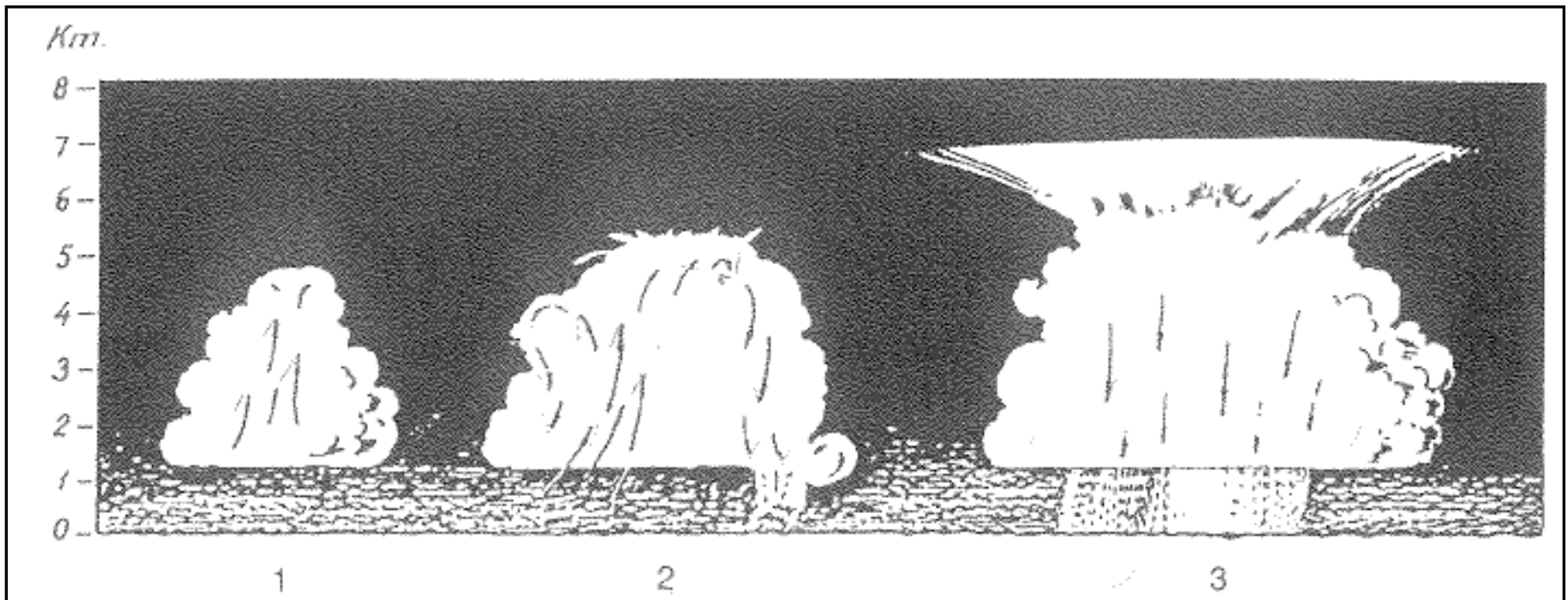
Alto cumulus  
lenticularis



Super Cell



# 1030 MET – SKYER Cb stadier

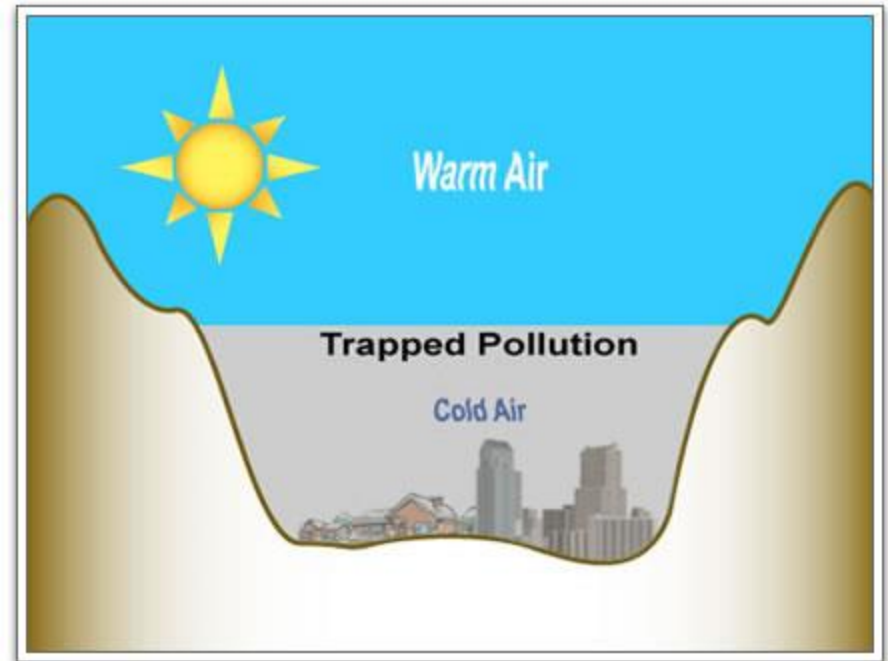
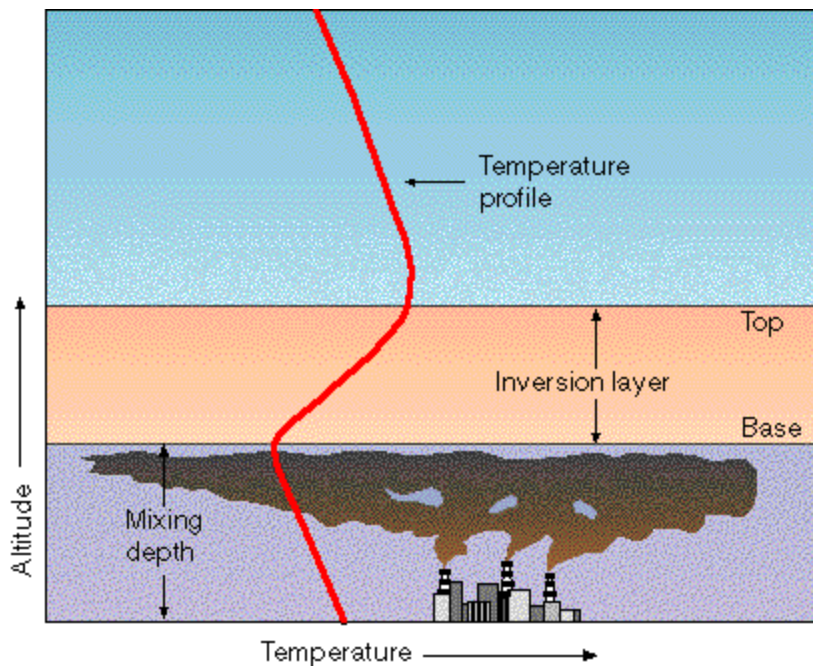




# 1030 METEOROLOGI – STABILITET

## Inversjon

At temperaturen stiger eller er konstant med høyden. Vanligvis avtar temperaturen med stigende høyde.



# 1030 METEOROLOGI – TÅKE

## Nedbør og sikt:

Når vi flyr er det ikke bare skyer som kan redusere sikten vår. Nedbør vil fort redusere sikten ut av vinduet.

Det vil variere avhengig av intensiteten, **men yr gir generelt dårligst sikt!**



# 1030 METEOROLOGI – TÅKE

Det er egentlig en sky som er i kontakt med bakkenivået.

**Sikten er mindre enn 1000meter.**

På en TAF eller METAR har tåke forkortelsen:

**FG**

Tåke kan forekomme på flere måter:

**BC** – Flak

**PR** – Deler av rullebanen

Eksempel

**FGBC** - Tåkeflak

# 1030 METEOROLOGI – TÅKE

Det er egentlig en sky som er i kontakt med bakkenivået.

**Sikten er mindre enn 1000meter.**

Deles inn i 5 typer, basert på hvordan metning oppstår:

- Strålingståke (Radiation fog)
- Orografisk tåke/Fjellståke (Upslope fog)
- Adveksjons tåke (Advection fog)
- Frontal tåke
- Frostrøyk

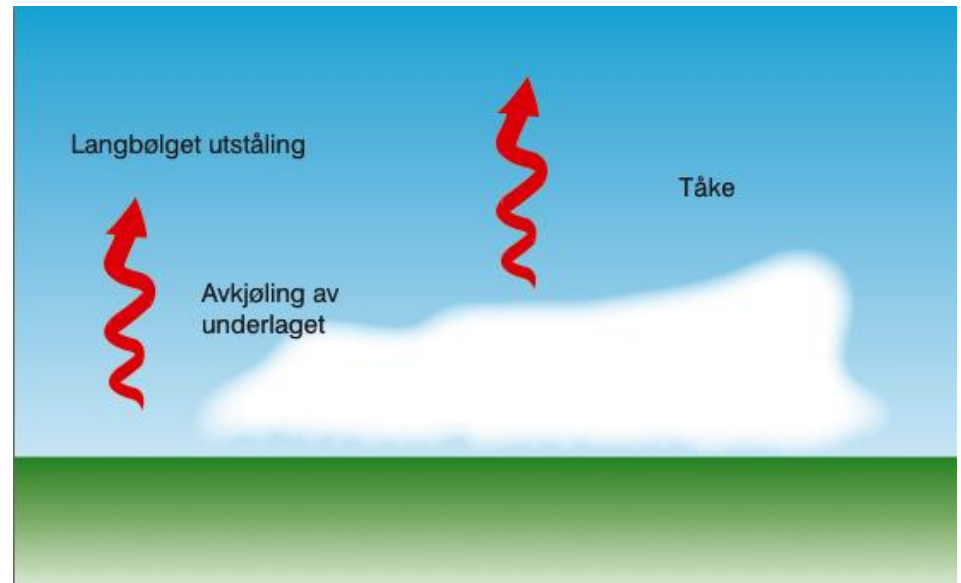
# 1030 METEOROLOGI – TÅKE

## Strålingståke (Radiation fog):

Dannes kun over land.

En varm jordoverflate avkjøles når temperaturen i luften over synker etter solnedgang. Varmen stråles fra ut fra bakken og fører til kondensasjon i luftlaget over bakken.

- Gunstige forhold for dannelse:
- Klart vær med hurtig nedkjøling av bakken
- Tilstrekkelig fuktighet
- Lett vind ( 2-8 knop)



# 1030 METEOROLOGI – TÅKE

## **Strålingståke (Radiation fog):**

Mest tåke om morgningen. Så snart solen begynner å varme, klarner det raskt opp. Det er ofte verre før det oppløses helt.

Om høsten og vinteren kan slike forhold vedvare i flere dager. Dersom vinden er for svak kan ikke vanndråpene holdes svevende, så de faller ut som dugg.

Dersom den er for sterk vil du få lav stratus. Den vil oppløses med vind, varme, eller en tørrere luftmasse.



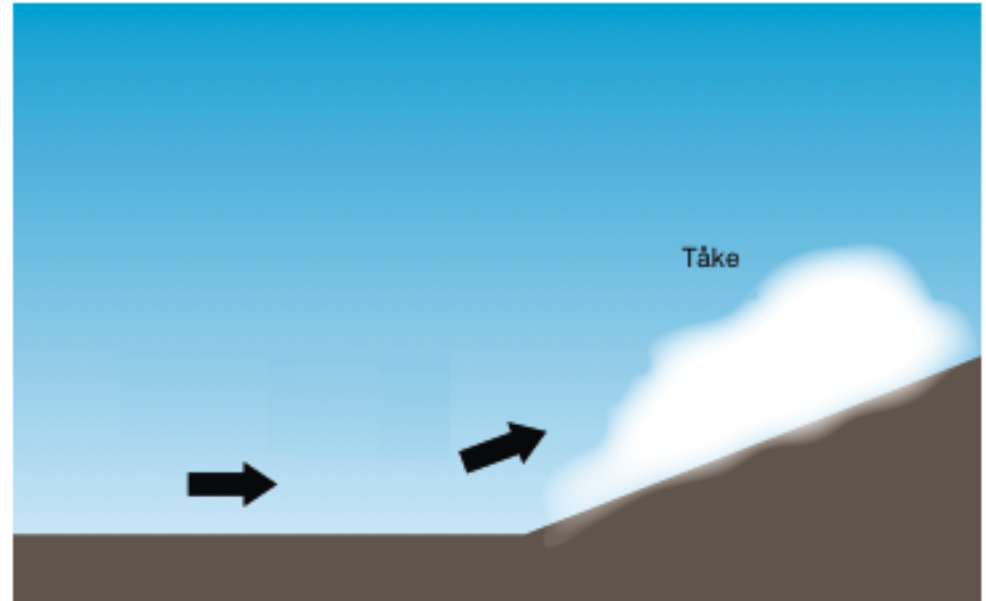
# 1030 METEOROLOGI – TÅKE

## Orografisk tåke/Fjelltåke (Upslope fog):

Dannes fra kjølingen av stigende luft langs en oppoverbakke.

Luften avkjøles adiabatisk slik at duggpunktstemperaturen nåes.

Luften må være stabil men samtidig inneholde nok fuktighet, ellers vil den fortsette å stige, slik at det dannes cumulus skyer.



# 1030 METEOROLOGI – TÅKE

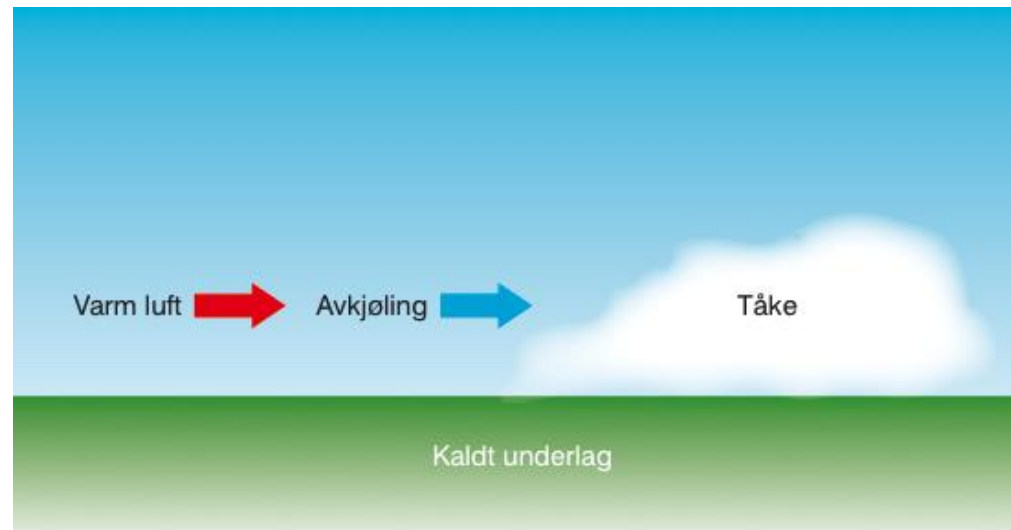
## Adveksjons tåke (Advection fog):

Oppstår når en fuktig luftmasse kommer over en kaldere overflate og blir nedkjølt.

Gunstige forhold for dannelse

- Fuktig luft
- Luftstrømninger over område med temp. lavere enn DP.
- Ikke for sterk vind.

Det er ikke det samme som strålingståke fordi det er involvert bevegelse av luften og avkjølingen er ikke et resultat av de daglige variasjonene.





# 1030 METEOROLOGI – TÅKE

## Adveksjons tåke (Advection fog):

Adveksjons tåken kan være opp til 1000 - 2000 fot tykk.

Typisk fenomen på Østlandet om vinteren.

Det kan også forekomme over hav om vinteren.



# 1030 METEOROLOGI – TÅKE

## **Adveksjons tåke (Advection fog):**

Den kan vedvare over lengre perioder, slik som over hav hvor denne type av tåke er vanlig.

Over land kan den oppstå når varm, fuktig luft kommer inn over et kaldere underlag. Jo større temperaturforskjellen er, jo større er muligheten for at slik tåke dannes.

Tykkelsen på tåkelaget øker med økt vind opp til 15 knop, hvor det blir hevet og danner et lag med stratus sky.

I våre områder dannes slik tåke hyppigst om høsten og vinteren.



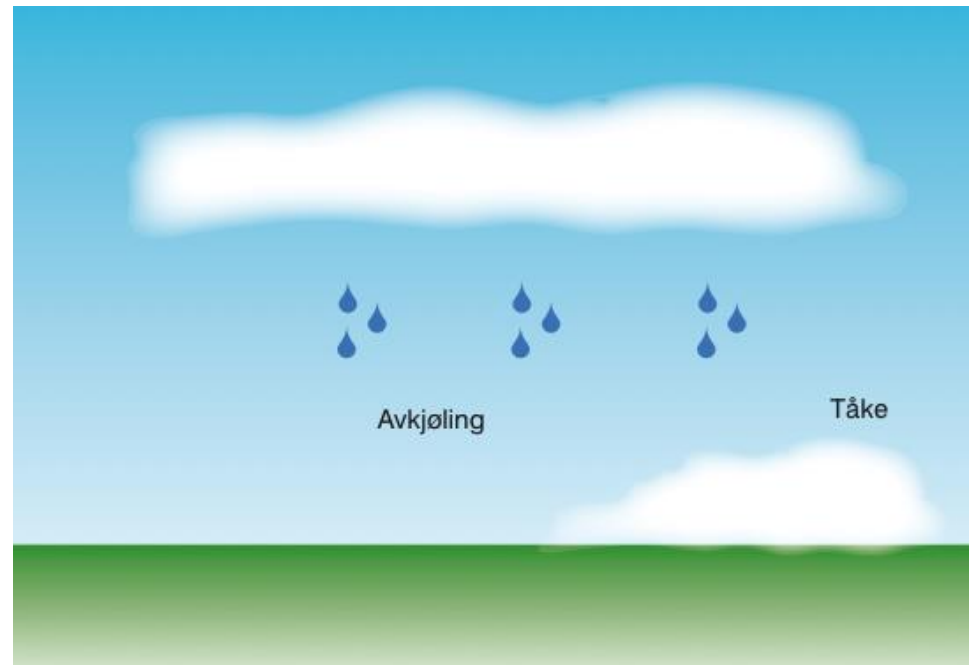
# 1030 METEOROLOGI – TÅKE

## Frontal tåke:

Det oppstår som et resultat av at nedbør faller gjennom kaldere luftlag. Jo større temperaturforskjellen er mellom luftmassene, jo større er muligheten for at slik tåke dannes.

Vanndråpene fordamper til vanndamp. Når vanndampen avkjøles til under DP, kondenserer den til tåke.

Svak vind og stabile forhold i den kalde luften vil være gunstig for dannelse av fronttåke.



# 1030 METEOROLOGI – TÅKE

## **Frostrøyk eller Frosttåke:**

Oppstår når kald luft kommer inn over et varmere, fuktig underlag. Den kalde luften blir varmet opp og tilført fuktighet.

Den tilførte fuktigheten vil føre til at luften vil begynne å stige. Det vil se ut som det kommer røyk fra vannet.



# 1030 METEOROLOGI – TÅKE



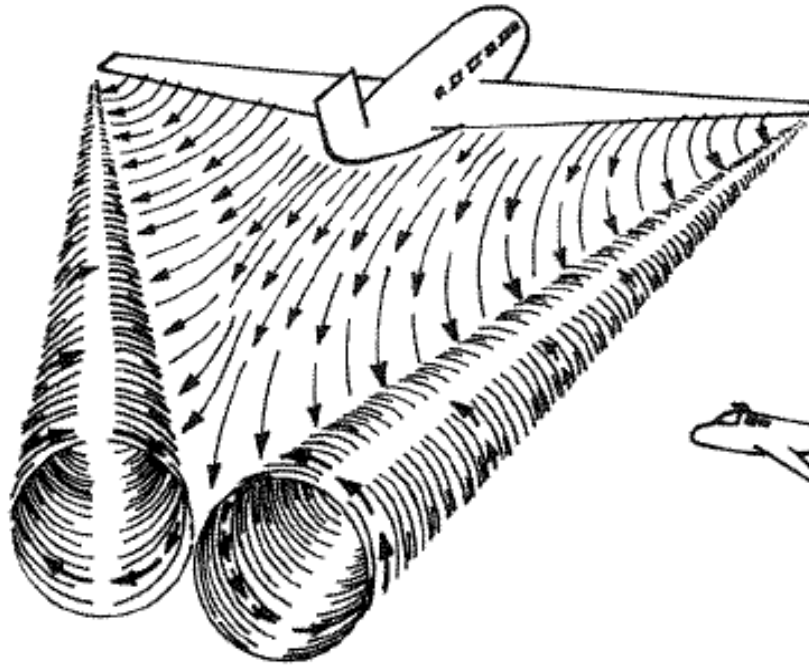
**Minimum RVR for landing under VFR er 1500m.**

# 1030 METEOROLOGI – TÅKE

## Oppløsning av tåke:

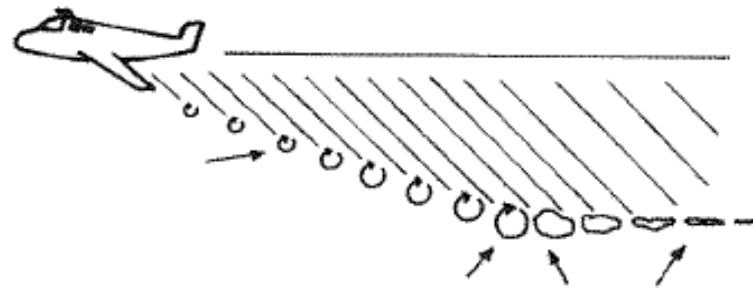
- Oppvarming av luften kan bidra til oppløsning.
- Vind som blander luften eller hever tåkelaget.
- Nedbør som faller gjennom et tåkelag vil ta med seg de små vanndråpene og kan fjerne det helt.
- Fjerning av tåke kan også gjøres på en kunstig måte. Det oppnås ved å kverne opp karbonsyre is (tørris) og strø det over tåkelaget.

# Turbulens fra vingetippvirvler

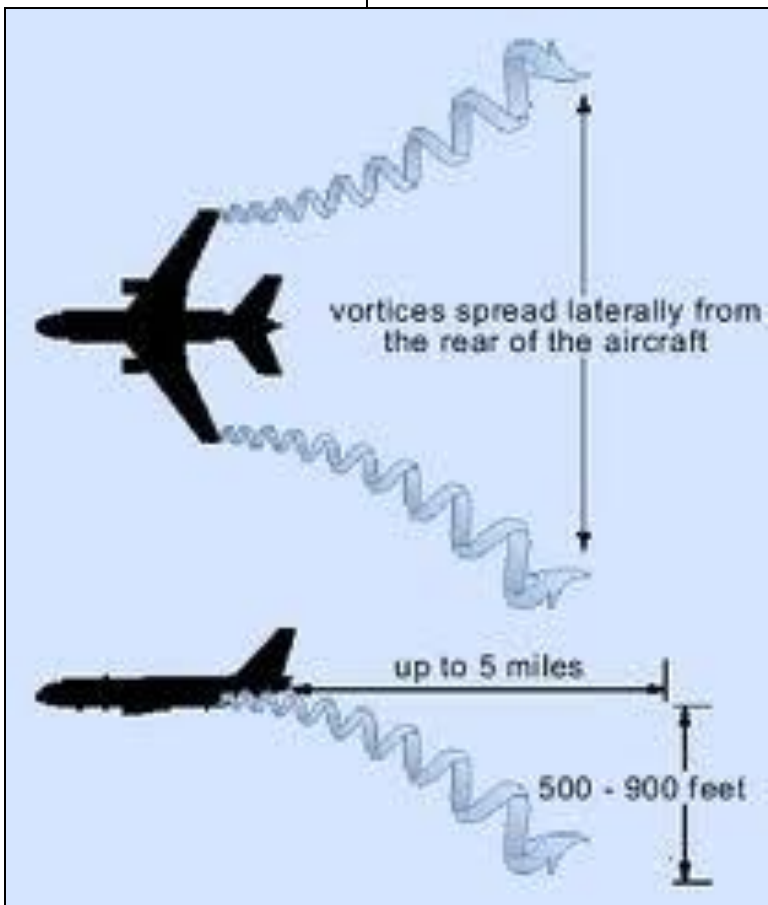
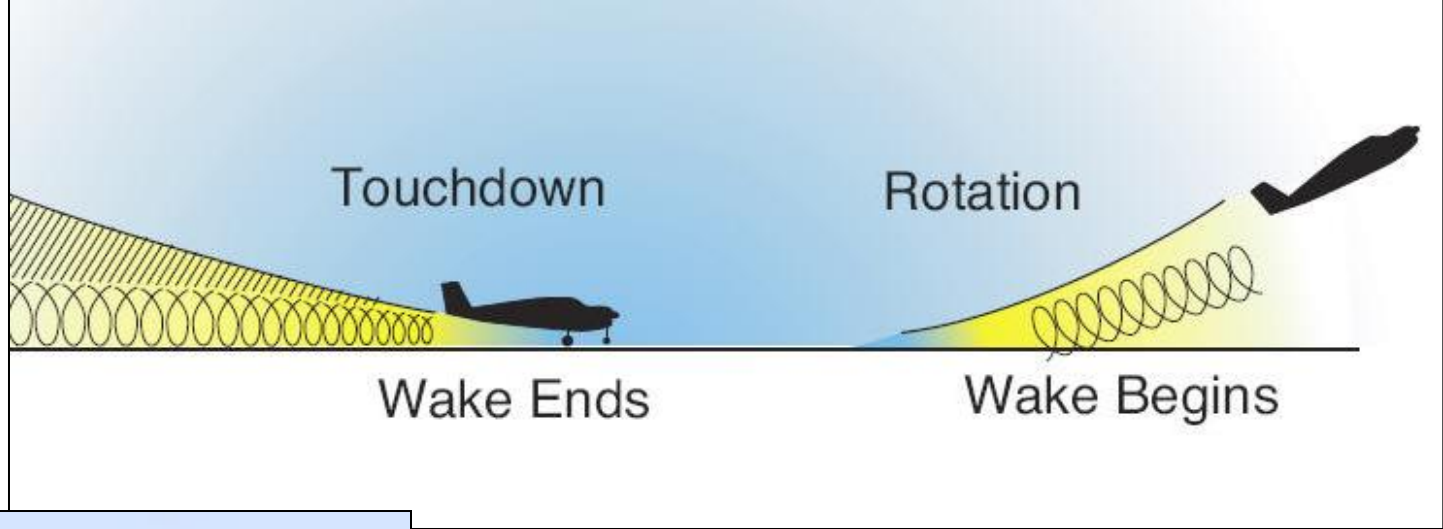


Virvlene oppstår bak hver vingetipp.

*Fig. 74 Eksempler på vingetippvirvler.*



Virvlene synker på skrå ned bak flygebanen.





# Luftmasser

En luftmasse er et stort område med luft der de fysiske forholdene er tilnærmet de samme

Overgangssonen, nær bakken, mellom to ulike luftmasser er vanligvis ganske smal. Dette kalles en *front*

# Dannelse av luftmasser

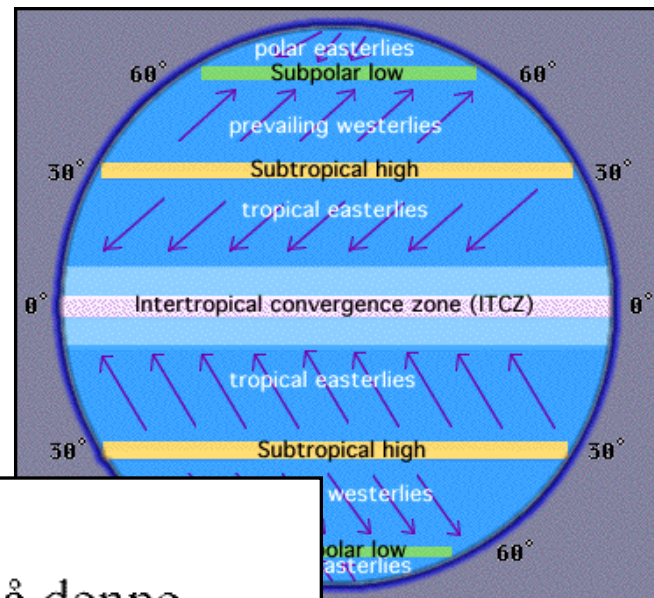
Gode luftmassedannelsesområder har generelt

1. Ensartet underlag (bare land eller bare sjø)
2. Ensartet temperatur i underlaget
3. Høyt trykk, som fører til at eventuelle temperaturkontraster blir utjevnet horisontalt

# To hovedgrupper luftmasser

- Maritim luft
  - Dannes over sjøområder
- Kontinental luft
  - Dannes over landområder

# Klassifisering av luftmasser



## *Klassifisering av luftmasser*

Vi klassifiserer luftmasser etter dannelsesområdet på denne måten:

*Arktisk luft (A)* er luftmasser som dannes om vinteren i arktiske områder med snø og is.

*Polarluft (P)* er luftmasser som dannes over nordlige snødekte deler av kontinentene om vinteren og over nordlige deler av havområder.

*Tropeluft (T)* er luftmasser som dannes i høytrykksområdene omkring 30° bredde.

*Ekvatorialluft (E)* er luftmasser som dannes over jordens varmeste strøk mellom passatvind-områdene.

# Koder for dekoding av METAR/TAF

<b>Intensity</b>	<b>Description</b>	<b>Precipitation</b>	<b>Weather that reduces visibility</b>	<b>Other weather phenomena</b>
- Light	MI: Shallow BC: Patches	DZ: Drizzle RA: Rain	BR: Mist FG: Fog	PO: Dust/sand swirls SQ: Squalls
Moderate (no indication)	PR: Partial, part of runway DR: Drifting	SN: Snow SG: Snow grains IC: Ice needles	FU: Smoke VA: Volcanic ash DU: Dust devils	FC: Funnel clouds, tornado, twister SS: Sand storm
+ Heavy	BL: Blowing SH: Showers	PL: Ice pellets GR: Hail	SA: Sand HZ: Dry mist, haze	DR: Dust
VC: Within 16 kilometers from, but not at the aerodrome.	TS: Thunder FZ: Freezing	GS: Small hail		

På de neste lysbildene skal vi se på METAR/TAF

>>> ENGM (OSLO/GARDERMOEN RWY 01RL/19LR) <<<

METAR 202144Z 19016KT 8000 -DZ OVC005 07/07 Q1012 TEMPO 4000 -  
DZRA BR BKN004

TAF 202000Z 2021/2121 19012KT 8000 -RA BKN008 TEMPO 2021/2121  
2000 -RADZ BR BKN003 PROB30 TEMPO 2021/2121 0500 FG -DZ VV001

>>> ENCN (KRISTIANSAND/KJEVIK RWY 04/22) <<<

METAR 202150Z 19011KT 3400 RA BR SCT005 BKN007 09/08 Q1011

TAF NIL

>>> ENZV (STAVANGER/SOLA RWY 18/36 11/29) <<<

METAR 202150Z 16017KT 4000 RADZ SCT010 BKN016 11/09 Q1005

TAF 202000Z 2021/2121 16020G30KT 7000 -RA SCT004 OVC012 TEMPO  
2021/2109 2000 RADZ BR BKN004 BECMG 2102/2105 18010KT -RA  
SCT008 BKN020 TEMPO 2109/2121 4000 RA BKN008

>>> ENBR (BERGEN/FLESLAND RWY 17/35) <<<

METAR 202150Z 15017KT 9000 RA FEW006 SCT010 BKN017 09/08 Q1002  
RMK WIND 1200FT 13028KT

TAF 202000Z 2021/2121 17020G32KT 4000 -RA SCT004 OVC012 TEMPO  
2021/2109 2500 RADZ BR BKN004 BECMG 2112/2115 14008KT 9999  
-RA SCT012 BKN030

WS WRNG 04 201958 VALID 202000/202330 OCNL MOD WS/TURB FCST  
BLW 0400FT AT ENBR NC

>>> ENVA (TRONDHEIM/VAERNES RWY 09/27) <<<

METAR 202150Z 11005KT 070V130 CAVOK 08/01 Q1005 RMK WIND 670FT  
13014KT

TAF 202000Z 2021/2121 12007KT 9999 FEW025 SCT050 PROB30 TEMPO  
2102/2110 16018G28KT

>>> ENBO (BODO RWY 07/25) <<<

METAR 202150Z 12006KT 9999 FEW010 SCT018 BKN030 06/03 Q1002  
TEMPO 22030G40KT BKN014

TAF 202000Z 2021/2121 12012KT 9999 -SHRA FEW010 BKN025 TEMPO  
2021/2103 22030G40KT BKN014 BECMG 2109/2112 23025G45KT

WS WRNG 01 201738 VALID 201900/202200 WS FCST AT ENBO. WIND SFC  
08020KT, WIND 2000FT 23045KT



>>> ENTC (TROMSO/LANGNES RWY 01/19 ) <<<

METAR 202150Z 06002KT CAVOK M04/M05 Q1005 NOSIG RMK  
WIND 2600FT 19004KT

TAF 202000Z 2021/2121 20008KT 9999 FEW020 SCT050 BECMG  
2112/2115 20018KT PROB40 TEMPO 2101/2104 2000 SNRA VV009  
TEMPO 2104/2121 -RA BKN014

>>> ENAT (ALTA RWY 11/29) <<<

METAR 202150Z 16010KT CAVOK M05/M09 Q1010 RMK WIND 700FT  
17016KT

TAF 202000Z 2021/2024 16010KT 9999 FEW050